



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EN  
HAMBURGUESAS ELABORADAS A PARTIR DE CARNE DE CUY**  
*(Cavia porcellus)*

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ELYS LEONELA QUISPE CAPAJAÑA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



# ELYS LEONELA QUISPE CAPAJAÑA

## ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EN HAMBURGUESAS ELABORADAS A PARTIR DE CARNE DE CUY (

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:417225042

151 Páginas

Fecha de entrega

18 dic 2024, 10:44 a.m. GMT-5

26,776 Palabras

143,141 Caracteres

Fecha de descarga

18 dic 2024, 10:57 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EN HAMBURGUESAS ELABORADAS A PARTIR....pdf

Tamaño de archivo

2.6 MB





## 16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

### Fuentes principales

- 16% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



**Dr. Ulises Alvarado Mamani**  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
CIP. 129811





## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a DIOS, a Santo Tomás de Aquino, patrono de los estudiantes y a la Virgen María, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis.

A mis padres quienes me dieron vida, educación, amor, apoyo y consejos valiosos. A mis docentes y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis.

**Elys Leonela Quispe Capajaña**



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por su apoyo inquebrantable durante mi carrera académica. Sin sus conocimientos, consejos, amor y comprensión, este logro no habría sido posible.

Mi agradecimiento especial a mi asesor, el Dr. Alvarado Mamani Ulises, por su orientación experta y paciencia a lo largo de este proyecto. Sus consejos y comentarios fueron invaluable para dar forma a esta tesis.

A los futuros Ingenieros Agroindustriales por su participación en esta investigación. También a los laboratoristas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por su asistencia en la obtención de recursos y materiales necesarios para mi tesis y a mis colegas tesisistas por sus discusiones estimulantes y sus consejos.

Le doy gracias a la Universidad Nacional del Altiplano por haberme considerado en la subvención económica de esa forma pude realizar esta investigación.

**Elys Leonela Quispe Capajaña**



# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 19**

**ABSTRACT..... 20**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL ..... 23**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 23**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN ..... 24**

**2.2. HAMBURGUESA..... 25**

2.2.1. Origen.....25

2.2.2. Definición y generalidades..... 26

2.2.3. Consumo per cápita..... 27

2.2.4. Clasificación..... 27

2.2.5. Composición química..... 28

2.2.6. Insumos para la elaboración de la hamburguesa..... 29



2.2.6.1. Carne .....	29
2.2.6.2. Grasa de cerdo.....	31
2.2.6.3. Conservantes y aditivos .....	32
2.2.6.4 Tripolifosfato de sodio .....	33
2.2.6.5 Especies y condimentos .....	33
2.2.6.6 Nitratos y nitritos .....	34
2.2.7. Tipos de carne .....	34
2.2.7.1. Carnes rojas .....	34
2.2.7.2. Carnes blancas.....	35
2.2.7.3. Carne de cuy.....	35
<b>2.3. VIDA ÚTIL.....</b>	<b>39</b>
2.3.1. Fuentes de contaminación microbiológica.....	39
2.3.2. Alteración microbiana .....	40
2.3.3. Normativa para la contaminación microbiológica .....	40
2.3.4. Parámetros de calidad .....	42
2.3.5. Características fisicoquímicas .....	42
2.3.5.1. pH.....	42
2.3.5.2. Acidez .....	43
2.3.5.3. Color.....	44
2.3.6. Microbiológicos .....	45
2.3.6.1. <i>Aerobios mesófilos</i> .....	46
2.3.6.2. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	47
2.3.6.3. <i>Escherechia coli</i> .....	48
2.3.6.4. <i>Salmonella sp.</i> .....	49
2.3.7. Evaluación sensorial.....	50



2.3.7.1. Definición.....	50
2.3.7.2. Tipos de prueba.....	51
<b>2.4. ACEITES ESENCIALES.....</b>	<b>52</b>
2.4.1. Aplicación de los aceites esenciales en la industria alimentaría.....	52
2.4.2. Aplicación de los aceites esenciales en la industria cárnica.....	53
2.4.3. Orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ).....	54
2.4.3.1 Usos del orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ).....	55
2.4.3.1. Composición química del orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ).....	56
2.4.4. Hierba buena ( <i>Mentha spicata</i> ).....	57
2.4.4.1. Usos de la hierba buena ( <i>Mentha spicata</i> ).....	57
2.4.4.2. Composición química de la hierba buena ( <i>Mentha spicata</i> ).....	58

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....</b>	<b>59</b>
3.2.1. Materia prima.....	59
3.2.2. Insumos.....	60
<b>3.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....</b>	<b>60</b>
3.3.1. Equipos.....	60
3.3.2. Materiales de vidrio.....	61
3.3.3. Reactivos.....	61
3.3.4. Medios de cultivo.....	61
3.3.5. Otros materiales.....	62
3.3.6. Software.....	62
<b>3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>62</b>





3.4.1. Proceso de la obtención de hamburguesa.....	62
3.4.2. Evaluación fisicoquímica .....	65
3.4.3. Análisis microbiológico .....	65
3.4.4. Evaluación sensorial.....	66
<b>3.5. FACTORES EN ESTUDIO .....</b>	<b>66</b>
3.5.1. Para el objetivo 1.....	66
3.5.1.1. Factores en estudio.....	67
3.5.1.2. Variables de respuesta.....	67
3.5.2. Para el objetivo 2.....	67
3.5.2.1. Factores en estudio.....	67
3.5.2.2. Variables de respuesta.....	67
3.5.3. Para el objetivo 3.....	68
3.5.3.1. Factores en estudio.....	68
3.5.3.2. Variables de respuesta.....	68
<b>3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....</b>	<b>68</b>
3.6.1. Para el objetivo 1.....	68
3.6.1.1. pH.....	68
3.6.1.2. Acidez .....	69
3.6.1.3. Color.....	69
3.6.2. Para el objetivo 2.....	70
3.6.2.1. Análisis de <i>Aerobios mesófilos</i> . .....	70
3.6.2.2. Análisis de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	71
3.6.2.3. Análisis de <i>Escherichia coli</i> .....	72
3.6.2.4. Análisis de <i>Salmonella sp.</i> .....	73
3.6.3. Para el objetivo 3.....	74



3.6.3.1. Evaluación sensorial.....	74
<b>3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>74</b>
3.7.1. Para el objetivo 1.....	74
3.7.2. Para el objetivo 2.....	75
3.7.3. Para el objetivo 3.....	75
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LA HAMBURGUESA DE CARNE DE CUY (<i>Cavia porcellus</i>). .....</b>	<b>76</b>
4.1.1. Comportamiento del pH.....	76
4.1.2. Comportamiento de acidez.....	78
4.1.3. Comportamiento del color.....	80
<b>4.2. ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL MEDIANTE LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA.....</b>	<b>85</b>
4.2.1. <i>Aerobios mesófilos</i> .....	85
4.2.2. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	88
4.2.3. <i>Escherichia coli</i> .....	92
4.2.4. <i>Salmonella Sp.</i> .....	93
<b>4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL .....</b>	<b>95</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>98</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>99</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>117</b>

**Área** : Ingeniería y tecnología.

**Tema** : Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes.

**Fecha de sustentación:** 27 de diciembre del 2024.



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Componentes nutricionales de la hamburguesa por 100 g.....	28
<b>Tabla 2</b> Criterios microbiológicos para carne cruda, de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, otros; refrigerada o congelada.....	31
<b>Tabla 3</b> Criterios microbiológicos para carnes crudas y molidas. ....	31
<b>Tabla 4</b> Composición químico nutricional de la carne de cuy por 100 g.....	36
<b>Tabla 5</b> Contenido de ácidos grasos en la carne de cuy (mg/100 g).....	36
<b>Tabla 6</b> Caracterización fisicoquímica de tres líneas de cuy. ....	37
<b>Tabla 7</b> Microbiología para la carne de cuy (carne fresca y congelada).....	38
<b>Tabla 8</b> Criterios microbiológicos para preparados de carnes refrigeradas, carnes congeladas (hamburguesas, milanesas, croquetas y otros empanizados o aderezados). ....	42
<b>Tabla 9</b> Rango de condiciones que permiten crecimiento de Salmonella sp. ....	49
<b>Tabla 10</b> Composición química de orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ).....	55
<b>Tabla 11</b> Formulación de ingredientes para la elaboración de hamburguesa a base de carne de cuy. ....	64
<b>Tabla 12</b> Proyección de vida útil en hamburguesas mediante la proliferación de Aerobios mesófilos. ....	88
<b>Tabla 13</b> Proyección de vida útil en hamburguesas mediante la proliferación de <i>Staphylococcus aureus</i> . ....	91
<b>Tabla 14</b> Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar pH de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	117
<b>Tabla 15</b> Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos. ....	118



<b>Tabla 16</b>	Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días. ....	118
<b>Tabla 17</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar acidez de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	119
<b>Tabla 18</b>	Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos. ....	119
<b>Tabla 19</b>	Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días. ....	120
<b>Tabla 20</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color $L^*$ de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	120
<b>Tabla 21</b>	Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos. ....	121
<b>Tabla 22</b>	Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días. ....	121
<b>Tabla 23</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color $a^*$ de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	122
<b>Tabla 24</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos. ....	122
<b>Tabla 25</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días. ....	123
<b>Tabla 26</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color $b^*$ de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	123
<b>Tabla 27</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos. ....	124



<b>Tabla 28</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días. ....	124
<b>Tabla 29</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar Aerobios mesófilos de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. ....	125
<b>Tabla 30</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos. ....	125
<b>Tabla 31</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días. ....	126
<b>Tabla 32</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar Staphylococcus aureus de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. ....	126
<b>Tabla 33</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos. ....	127
<b>Tabla 34</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días. ....	127
<b>Tabla 35</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar apariencia general de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. ....	128
<b>Tabla 36</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras. ....	128
<b>Tabla 37</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	129
<b>Tabla 38</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar olor de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	129
<b>Tabla 39</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras. ....	129



<b>Tabla 40</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar sabor de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	130
<b>Tabla 41</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras. ....	130
<b>Tabla 42</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar textura de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	131
<b>Tabla 43</b>	Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras. ....	131
<b>Tabla 44</b>	Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo apariencia general en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.....	133
<b>Tabla 45</b>	Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo color en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. ....	134
<b>Tabla 46</b>	Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo olor en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. ....	135
<b>Tabla 47</b>	Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo sabor en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. ....	136
<b>Tabla 48</b>	Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo textura en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. ....	137



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Espacio de color CIELAB en sus valores L*, a* y b*.....	45
<b>Figura 2</b> Diagrama de flujo de la elaboración de hamburguesas a partir de carne de cuy. .....	63
<b>Figura 3</b> Comportamiento del pH en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos aceites esenciales, durante el almacenamiento. ....	77
<b>Figura 4</b> Comportamiento del % ácido láctico en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento. ....	79
<b>Figura 5</b> Comportamiento de L* en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento. ....	81
<b>Figura 6</b> Comportamiento de a* en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento. ....	83
<b>Figura 7</b> Comportamiento de b* en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento. ....	84
<b>Figura 8</b> Comportamiento de Aerobios mesófilos en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy agregados aceites esenciales y almacenados en refrigeración. .....	87
<b>Figura 9</b> Comportamiento de Staphylococcus aureus en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy agregados aceites esenciales y almacenados en refrigeración.....	90
<b>Figura 10</b> Evaluación sensorial al 1% de AEO, AEH, AEC y una muestra control. ...	96
<b>Figura 11</b> Molienda de la carne de cuy. ....	140
<b>Figura 12</b> Pesado de la muestra. ....	140
<b>Figura 13</b> Moldeado de las muestras. ....	140



<b>Figura 14</b>	Análisis del pH.....	140
<b>Figura 15</b>	Titulación de la acidez. ....	140
<b>Figura 16</b>	Determinación del color.....	140
<b>Figura 17</b>	Pesado de la muestra para el análisis microbiológico.....	141
<b>Figura 18</b>	Licuada de la muestra para el análisis microbiológico.....	141
<b>Figura 19</b>	Pesado del agar genérico para el preparado. ....	141
<b>Figura 20</b>	Preparado del agar genérico para la siembra de la muestra. ....	141
<b>Figura 21</b>	Siembra de las muestras en placas Petri y tubos de ensayo. ....	141
<b>Figura 22</b>	Incubación de las muestras rotuladas a temperatura requerida.....	141
<b>Figura 23</b>	Incubación de las muestras para Escherechia coli. ....	142
<b>Figura 24</b>	Conteo de UFC de microorganismos. ....	142
<b>Figura 25</b>	Muestras y cartilla para la evaluación sensorial. ....	142
<b>Figura 26</b>	Evaluación sensorial. ....	142





## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1</b> Cuadros de análisis estadístico para evaluar pH, acidez y color en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos AEO, AEH y AEC.....	117
<b>ANEXO 2</b> Cuadros de análisis estadístico para el análisis de vida útil mediante la evaluación microbiológica en hamburguesas añadidos AEO, AEH y AEC. .....	125
<b>ANEXO 3</b> Tablas estadísticas para la evaluación sensorial en hamburguesas añadidas AEO, AEH, AEC y la muestra control.....	128
<b>ANEXO 4</b> Ficha de evaluación sensorial.....	132
<b>ANEXO 5</b> Ficha técnica del aceite esencial de orégano.....	138
<b>ANEXO 6</b> Ficha técnica del aceite esencial de hierba buena.....	139
<b>ANEXO 7</b> Panel fotográfico.....	140
<b>ANEXO 8</b> Análisis microbiológico de alimentos.....	143
<b>ANEXO 9</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	150
<b>ANEXO 10</b> Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional....	151



## ACRÓNIMOS

<b>%:</b>	Porcentajes
<b>°C:</b>	Grados Celsius
<b>T°:</b>	Temperatura
<b>AEO:</b>	Aceite esencial de orégano
<b>AEH:</b>	Aceite esencial de hierba buena
<b>AEC:</b>	Aceite esencial combinada (50% de AEO + 50% de AEH)
<b>AE:</b>	Aceite esencial
<b>ANOVA:</b>	Análisis de Varianza
<b>CVBB:</b>	Caldo Verde Brillante Bilis
<b>BP:</b>	Baird Parker
<b>SS:</b>	Salmonella sp.
<b>DBCA:</b>	Diseño de Bloques Completos al Azar
<b>NTS:</b>	Norma Técnica Sanitaria
<b>NTP:</b>	Norma Técnica Peruana
<b>M1:</b>	Muestra con 1 % de AEO
<b>M2:</b>	Muestra con 1 % de AEH
<b>M3:</b>	Muestra con 1 % de AEC
<b>M4:</b>	Muestra con 0 % de aceite esencial
<b>pH:</b>	Potencial de iones de hidrógeno
<b>UFC/g:</b>	Unidad Formadora de Colonia por gramo
<b>L*:</b>	Luminosidad
<b>a*:</b>	Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo).
<b>b*:</b>	Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo).



## RESUMEN

El presente estudio propone una alternativa para preservar productos cárnicos mediante la adición de aceites esenciales a las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy para garantizar la calidad y el valor nutricional. Por lo tanto, el objetivo general fue evaluar el efecto de la aplicación de aceites esenciales en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*). El estudio inició con la elaboración de hamburguesas a partir de carne de cuy, agregando aceite esencial de orégano (AEO), aceite esencial de hierba buena (AEH) y aceite esencial combinado (AEC) (50% AEO y 50% AEH), a concentraciones 0%, 0.25%, 0.5% y 1%, almacenadas en refrigeración a 4°C, simultáneamente se evaluaron las características fisicoquímicas y microbiológicas durante 20 días. Para la evaluación estadística de los datos se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con la prueba de comparación Tukey a una significancia ( $p \leq 0.05$ ) y para el análisis de vida útil se realizó mediante la evaluación microbiológica con un ajuste de regresión lineal simple. Para los resultados, tanto fisicoquímicos como microbiológicos, se encontró eficacia de los aceites esenciales en prolongar la vida útil inhibiendo la proliferación de *Aerobios mesófilos* y *Staphylococcus aureus*, mientras que *Escherichia coli* y *Salmonella sp* estuvieron ausentes. En la evaluación sensorial, las muestras con aceites esenciales al 1% obtuvieron un puntaje promedio de 3 que indica “bueno”. En conclusión, el AEO, AEH y AEC mostraron efecto conservante a mayor concentración (1%).

**Palabras clave:** Aceites esenciales, *Cavia porcellus*, Efecto antimicrobiano, Hamburguesa.



## ABSTRACT

The present study proposes an alternative to preserve meat products by adding essential oils to hamburgers made from guinea pig meat to ensure quality and nutritional value. Therefore, the general objective was to evaluate the effect of applying essential oils to hamburgers made from guinea pig meat (*Cavia porcellus*). The study began with the preparation of hamburgers from guinea pig meat, adding oregano essential oil (EO), spearmint essential oil (AEH) and combined essential oil (AEC) (50% AEO and 50% AEH), at concentrations of 0%, 0.25%, 0.5% and 1%, stored in refrigeration at 4 ° C, simultaneously evaluating the physicochemical and microbiological characteristics for 20 days. For the statistical evaluation of the data, a Randomized Complete Block Design (RBD) was used with the Tukey comparison test at significance ( $p \leq 0.05$ ) and for the shelf life analysis it was performed by microbiological evaluation with a simple linear regression adjustment. For both the physicochemical and microbiological results, the effectiveness of essential oils in prolonging shelf life was found by inhibiting the proliferation of mesophilic aerobes and *Staphylococcus aureus*, while *Escherichia coli* and *Salmonella sp* were absent. In the sensory evaluation, samples with 1% essential oils obtained an average score of 3 indicating "good". In conclusion, AEO, AEH and AEC showed a preservative effect at higher concentration (1%).

**Keywords:** Essential oils, *Cavia porcellus*, Antimicrobial effect, Hamburger.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Investigaciones sobre conservación de productos cárnicos (frescos y cocidos), demostraron que los alimentos pasan por un deterioro rápido, a causa de microorganismos patógenos presentes provocando degradación activa. Por tal razón, las hamburguesas son muy vulnerables al deterioro a pesar de prepararse con ingredientes procesados y aditivos artificiales. Además, estos últimos pueden tener consecuencias negativas para la salud a largo plazo (Costa et al., 2014). Los aditivos alimentarios que se añaden normalmente son nitratos y nitritos, con el propósito de mejorar el sabor y aroma así mismo prevenir el crecimiento de microorganismos patógenos. Sin embargo, estos aditivos se consideran tóxicos y pueden provocar procesos tumorales y causar carcinogénesis (García, 2017).

En diversas investigaciones tales como: conservación de hamburguesas de carne vacuna (Castillo, 2017), conservación de embutidos tipo chorizo (Chambi & Quiroz, 2017), conservante para carne de cuy (Condori, 2011) y entre otros, se han enfocado en investigar la aplicación de aceites esenciales como conservantes naturales. En la investigación de Londoño & Gómez (2021), se reportó que los aceites esenciales tienen la capacidad de prevenir la descomposición de los alimentos provocado por microorganismos y reducir el traspaso de enfermedades alimentarias. Además, existen autores que han reportado componentes antimicrobianas de diferentes aceites esenciales en una aplicación directamente relacionada con la alimentación (Acevedo et al., 2013). Por ello, la investigación se centró en sustituir los aditivos artificiales relacionados con el cáncer de estómago y reducir las grasas saturadas, que provocarían enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares



En la actualidad se requiere que los alimentos sean más saludables tanto en el uso de conservantes y su composición, por ello el uso de conservantes naturales responde a la demanda de los consumidores de reemplazar el uso de componentes artificiales en los alimentos (Talero, 2019). En la investigación de Oliva & Fragoso (2015), las hamburguesas son consideradas comida chatarra debido al alto contenido de grasas saturadas, sodio, calorías, que pueden contribuir al desarrollo de enfermedades no transmisibles. Respecto a lo anterior, se consideró en esta investigación el aceite esencial de orégano y hierba buena, cuyos componentes primordiales son timol, carvacrol y carvone, limoneno respectivamente (Abdul et al., 2017), los cuales inhiben el crecimiento de microorganismos y bacterias (Giler & Pérez, 2020).

Por otro lado, las hamburguesas generalmente son elaboradas a partir de carnes rojas que al ser consumidas en altas cantidades podría ocasionar enfermedades a largo plazo como cardíacas, hipertensión y cáncer, debido a que contiene grasas saturadas, colesterol, sodio entre otros por lo que es importante buscar alternativas más saludables en la industria cárnica (Aguilera & Zapata, 2018). Por ello, se plantea aprovechar la carne de cuy, ya que presenta grasa menor del 10%, es alto en proteínas y bajo en colesterol (Ortiz et al., 2022). Además, se destaca que, Perú es uno de los principales exportadores mundiales de carne de cuy, lo que indica alta disponibilidad de este producto (MINAGRI, 2019).

Por las razones mencionadas anteriormente se planteó como objetivo general, evaluar el efecto de la aplicación de aceites esenciales en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*), de tal manera que la presente investigación tendría aporte en la conservación de alimentos cárnicos. Para efectuar la investigación se planteó los siguientes objetivos.



## 1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación de aceites esenciales en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*).

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el pH, acidez y color de la hamburguesa elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*) durante el almacenamiento.
- Analizar el tiempo de vida útil mediante la evaluación microbiológica en la hamburguesa a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*) con adición de aceites esenciales almacenado en refrigeración.
- Evaluar las características sensoriales de la hamburguesa elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*) con la aplicación de aceites esenciales de concentración óptima.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Condori (2011), evaluó el aceite esencial de orégano en la conservación de carne de cuy, donde analizó dos muestras uno con aceite esencial de 0.33% y la otra muestra sin aceite esencial, almacenada a 5 °C durante 42 días, concluye que la adición de aceite esencial de orégano como conservante en concentración del 0.33% prolonga el tiempo de vida útil, por un tiempo de 28 días, aptos para el consumo humano.

Hilvay (2015), evaluó el efecto de los aceites esenciales de limón, albahaca y orégano en la conservación de carne de cuy, el cual consistió en trabajar con 3 concentraciones (0.30%, 0.40% y 0.50%) de aceite esencial y en sus resultados reportó como mejor tratamiento el T7 correspondiente a aceite esencial de Orégano en un 0.30% de concentración.

Araujo (2016), investigó el efecto antibacteriano del aceite esencial de *Origanum vulgare* frente a mesófilos y coliformes en carnes de hamburguesas a concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%. En sus resultados reportó que no encontró efecto antibacteriano sobre las bacterias coliformes, pero sí hubo efecto sobre los *mesófilos*.

Quispe (2017), evaluó dos aceites esenciales romero (*Rosmarinus officinalis*) y hierba buena (*Mentha spicata*) en hamburguesa de carne de llama (*Lama glama*)”, donde reportó que ambos aceites esenciales tuvieron un efecto antimicrobiano en la hamburguesa por lo que no hubo presencia de *E. Coli* ni *Salmonella sp.*

Quispe (2017), trabajó a dos concentraciones de aceite esencial de orégano (0.5 y 1%) y una muestra control añadidos al jamón de carne de alpaca almacenando a 5 °C,





cada 3 días realizó el análisis microbiológico y obtuvo como resultado que la concentración al 1% fue el mejor inhibiendo los microorganismos desde el día inicial hasta el último día de estudio.

Culqui (2018), evaluó el efecto antimicrobiano del aceite esencial de huacatay en carne de cuy empacado al vacío durante 25 días, al finalizar la investigación reportó que, durante catorce días el alimento podía ser consumida, también encontró inhibición de *E. coli*, y *S. aureus* con la concentración de 0,35% que tuvo mayor efecto inhibidor el cuál fue la mayor concentración del estudio.

Giler & Perez (2020), en su trabajo de tesis evaluaron la capacidad antimicrobiana y antioxidante de la mezcla de aceites esenciales, hierba buena (*Mentha spicata*) y hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), frente a *Salmonella Typhimurium*, *Sisteria sonocytogenes* y *Escherechia coli*, en alimentos de ingesta diaria, al finalizar la investigación llegaron a la conclusión que la mezcla de hierba buena y hierba luisa tuvo gran aporte inhibiendo a los microorganismos.

## **2.2. HAMBURGUESA**

### **2.2.1. Origen**

El origen de la industria de productos cárnicos se encuentra en la antigua Grecia donde se prepararon jamones, embutidos y hamburguesas de una forma similar a lo que conocemos hoy en día. Inclusive existen indicios de la elaboración de estos productos desde el año 1500 a.c. (Sánchez, 2003).

Se tiene que la importación a los Estados Unidos fue mediante inmigrantes alemanes posterior a ello se hizo popular en todo el mundo. Al pasar los años fue siendo considerada un alimento de propiedades organolépticas que primero fue



elaborado a base de carne vacuno luego se optó por carne de pollo (Varnam & Sutherland, 1987).

### **2.2.2. Definición y generalidades**

La hamburguesa es un alimento preparado a base de carne picada, habitualmente se opta por carne de vaca, cerdo o pollo de manera que es aconsejable que sea carne de poca grasa para evitar la disminución de tamaño al momento de ser frito así mantener la calidad. La fritura debe ser intensa para evitar peligros sanitarios y su conservación recomendada es la congelación o refrigeración de lo contrario se recomienda consumirla antes que supere las 24 horas de haber sido elaborado (Torres, 2022).

También es procesada agregando glutamato de sodio como resaltador de sabor y un antioxidante como ácido ascórbico más conocido como vitamina C. La grasa presente en las hamburguesas no debe pasar del 20% y solo debe usarse carne picada no se permite usar menudencias ni el agregado de colorantes (Álvarez & Casas, 2016).

Según Navarro (2020), se puede agregar otros condimentos y especias a la hamburguesa siguiendo la formulación que resulte agradable para el consumidor (por lo que existe diferentes formulaciones para la hamburguesa), luego la mezcla se amasa y moldea dándole una forma circular con un molde elaborado para este proceso usar pan molido o plástico film para evitar que queden trozos de carne en el molde, en la mesa o que las hamburguesas se adhieran entre sí (p.4).

Además, la hamburguesa es muy propensa a la oxidación lipídica debido a la presencia de alto contenido de grasa en su composición. La oxidación lipídica y la contaminación bacteriana son los principales factores que atribuyen a la



pérdida de su calidad microbiológica y la disminución de su vida útil (Castillo, 2017).

### **2.2.3. Consumo per cápita**

El consumo per cápita de las hamburguesas a nivel nacional que fue evaluada mediante encuesta de pedidos en diferentes restaurantes que ofrecen este tipo de alimento informan que ha habido un pedido total de 18,735 hamburguesas, pero esto no significa que Perú sea el mayor consumidor de hamburguesas, como primer lugar se tiene a México, seguido esta Colombia con 532,095 luego en tercer lugar Chile con 39,615 (Vizcaino, 2023).

### **2.2.4. Clasificación**

Al considerar las características que presenta una hamburguesa existen diferencias, por lo que se tiene la siguiente clasificación mencionado por Alarcón & Olivas (2001).

- Los provenientes de carne avícola específicamente nos referimos a la carne de pollo el que se utiliza como materia prima para su elaboración
- Los provenientes de una carne fresca (contenido nutricional y su alto valor de actividad de agua), los cuales son considerados alimentos altamente perecederos.
- Los provenientes de mezcla elaborada, es decir que su composición ha sido transformada para inicio de nuevos productos debido al procesamiento realizado por los humanos.
- Por la carne picado o molido grueso (burdo).

- Los productos cárnicos crudos en forma fresca, donde su temperatura no supera los 27 °C.

### 2.2.5. Composición química

El ingrediente principal de las hamburguesas es la carne siendo un importante aportante de proteínas, el 40% de sus aminoácidos son esenciales, el aporte energético depende de la grasa presente, que en cortes magros están entre 5% a 10% y en carnes grasas 10% a 30%. También aporta vitaminas, como niacina y B12 entre otros minerales destaca el hierro y el zinc (Landeta et al., 2012).

La hamburguesa está compuesta por dos macronutrientes que son la grasa y proteínas, en cuanto a micronutrientes está el sodio que vemos en la Tabla 1, pero los hidratos de carbono son agregadas al adicionar algún tipo de fibra como espesante el cual es de uso tecnológico (Aguilera & Zapata, 2018).

**Tabla 1**

*Componentes nutricionales de la hamburguesa por 100 g.*

Componentes	Cantidad
Energía	565 kj / 135 kcal
Proteína	18 g
Grasa	7 g
Grasa Saturada	1,8 g
Grasa Poliinsaturada	1,8 g
Grasa Monoinsaturada	3,5 g
Grasa Trans	0 g
Colesterol	117 mg
Carbohidrato	0 g
Sodio	600 mg

**Nota:** Aguilera & Zapata (2018).



## 2.2.6. Insumos para la elaboración de la hamburguesa

Los insumos de la hamburguesa varían de acuerdo a la formulación preferida por el consumidor es así que los insumos más comunes son la carne, grasa de cerdo, conservantes y aditivos.

### 2.2.6.1. Carne

La carne es la parte que se puede comer de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos y caprinos, declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial antes y después de la faena, y por extensión la de animales de corral (aves: pollos, pavos, gansos, gallinas, y patos), caza, pescados y otras especies comestibles (Alvariñas et al., 2020).

El insumo principal de la hamburguesa en su mayoría es la carne de res. Para ello se elige carne de color característico y en buen estado (que no haya descomposición), es decir debe ser de animales sanos, tratados higiénicamente durante la faena, de fibra muscular firme (Palmer, 2010).

- **Definición de calidad:** En la norma internacional ISO 9000 – 2005, se define calidad al grado de un conjunto de características inherentes de un determinado producto, debe cumplir con ciertos requisitos ya sean intrínsecas o extrínsecas (no dependen fundamentalmente de las características extrínsecas) que generalmente deben cumplir ciertos requisitos obligatorios, por ello, la calidad vendría a ser una necesidad o expectativa de la apetencia o gusto de los consumidores (Enriquez, 2019).



- **Definición de calidad de la carne:** Braña et al. (2011), menciona que la calidad de carne se define como un conjunto de características que definen el valor nutricional y organoléptico, el cual proporciona mayor aceptación mejorando el precio en el mercado, también es necesario mencionar que cada consumidor tiene conceptos diferentes para la calidad, ya que su perspectiva estará influenciada por su cultura, sus experiencias personales y sus capacidades perceptivas lo cual hace difícil tener una definición exacta de calidad de carne.
- **Presencia microbiológica en la carne:** La flora microbiana en un animal recién faenado es pobre, en cambio en la carcasa es variado dependiendo de la higienización de lugar de faenado, de la manipulación y el ambiente de almacenamiento (Alfaro et al., 2013).

La descomposición de los componentes es causada por la actividad metabólica de los microorganismos los cuales afectan la calidad de la carne disminuyendo la vida útil del producto en anaquel (Geornaras & Sofos, 2011). Así como también esto causa enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), la carne está dentro de los alimentos para las personas, por esta razón se debe tener mucho cuidado en su manipulación y comercialización, para evitar inconvenientes con la salud pública se idearon protocolos de seguridad alimentaria como los análisis microbiológicos que ayudan a controlar la calidad de alimentos (Mead, 2009).

Los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para carne cruda, de bovinos, porcinos, ovinos, camélidos, equinos, otros; refrigeradas o congelada (ver Tabla 2) y para carnes crudas picadas - molidas (Tabla 3).

**Tabla 2**

*Criterios microbiológicos para carne cruda, de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, otros; refrigerada o congelada.*

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Limite por g	
					m	M
<i>Aerobios mesófilos</i> (30°C)	2	3	5	2	10 <sup>5</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

Nota: MINSA (2008).

**Tabla 3**

*Criterios microbiológicos para carnes crudas y molidas.*

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
<i>Aerobios mesófilos</i> (30°C)	2	3	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Escherechia coli</i>	5	3	5	2	50	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<i>Escherechia coli</i> 0157:H7	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

Nota: MINSA (2008).

#### 2.2.6.2. Grasa de cerdo

- **Definición:** La grasa de cerdo es un corte consistente en la capa de tejido adiposo (grasa subcutánea) que se encuentra por debajo de



la piel de la espalda, mayormente es usada para obtener manteca de alta calidad su otro uso está dirigido como ingrediente importante en la elaboración de salchichas y algunos otros productos cárnicos, publicado por BBC (2019).

- **Componentes nutricionales:** La grasa de cerdo es libre de grasas trans, azúcares, bajo contenido de sodio, es rica en vitaminas (B, C y D), y en calcio, también contiene minerales como fosforo y el hierro además la grasa de cerdo no tiene olor y puede ser usada en cualquier tipo de preparación sin cambiar el gusto de las comidas (BBC, 2019).

La grasa está ubicada en el tejido nervioso, tejido adiposo, intermuscular e intramuscular y en la sangre, por lo que cabe mencionar que encontramos la grasa en un 12% - 29% en cerdo y 18% -30% en ternero. La grasa representa como la proteína de los animales presentes en la carne, no está demás indicar que la grasa es un componente de importancia además de saber elegir la grasa adecuada para hamburguesas de buen sabor (Mariezcurrera et al., 2010).

### 2.2.6.3. Conservantes y aditivos

Los conservantes son sustancias que se añaden a los alimentos con el fin de evitar o retrasar su deterioro o descomposición, mientras que los aditivos son sustancias químicas que se añaden a los alimentos con el propósito de mejorar su sabor, textura o apariencia. Los siguientes conservantes y aditivos se definen según Torres (2022):





- **Sal:** Es un ingrediente no cárnico más común que se añaden a los embutidos. Al momento de preparar embutidos se agrega del 1 al 5 % para: a) impartir sabor; b) conservar el producto y c) solubilizar las proteínas. Este retarda el crecimiento bacteriano, su eficacia bacteriostática dependen de la concentración en salmuera del embutido y no solo de la cantidad total de sal.
- **Azúcares:** Los azúcares más comúnmente adicionados a los embutidos son la sacarosa, la lactosa, la dextrosa, la glucosa, el jarabe de maíz, el almidón y el sorbitol debido a que aportan al sabor y aroma, enmascara el sabor amargo de las sales, pero principalmente sirven de Nota de energía para las Bacterias Ácido-Lácticas (BAL) que a partir de los azúcares producen ácido láctico.

#### 2.2.6.4 Tripolifosfato de sodio

Se añade a los productos cárnicos para aumentar la retención de agua en los productos cárnicos y ayuda a solubilizar las proteínas.

#### 2.2.6.5 Especies y condimentos

Las especias y condimentos son sustancias aromáticas de origen vegetal que se agregan a los productos cárnicos para conferirles sabores y olores peculiares. Los más conocidos son las cebollas y los ajos que se usan tanto frescos como secos o en polvo, también se encuentran: pimienta blanca, pimienta negra, pimentón, laurel, jengibre, canela, clavos de olor, comino, mejorana, perejil, nuez moscada y tomillo, entre otros.



#### **2.2.6.6 Nitratos y nitritos**

La principal función es la inhibición de microorganismos no deseados como *Clostridium botulinum*, pero también contribuye en la formación del color típico de los productos curados (por formación del complejo nitroso mioglobina), en el desarrollo del aroma a curado (por reacción de varios componentes de la carne con el nitrito o el óxido nítrico) y ejerce un efecto antioxidante (actuando contra los productos generados en los procesos oxidativos de los componentes lipídicos), de manera que las cantidades legalmente autorizadas en España son de 150 ppm para los nitritos y 300 ppm para los nitratos, además, las cantidades residuales de nitritos y nitratos en el producto final no deben superar las 50 y 250 ppm, respectivamente (Palmer, 2010).

#### **2.2.7. Tipos de carne**

Existen distintos tipos de carne los cuales se clasifican de acuerdo a su origen animal, su corte y su calidad, para esta investigación se tomará en cuenta la clasificación de acuerdo al origen animal.

##### **2.2.7.1. Carnes rojas**

Las carnes rojas son ricas en mioglobina el cual es una proteína que les da su color característico y esta carne proviene de animales como el cordero, cabrito, cabrillona, vaca, ternero, lechón, pollo, chanco, etc., y otros animales como el toro, el caballo y el buey que sirven para ser ingeridas, pero son difíciles de masticar y digerir porque provienen de animales maduros o viejos denominadas carnes duras o carnes maduras (Martínez & Ocampo, 2017).



### **2.2.7.2. Carnes blancas**

Se distinguen por el aporte bajo de grasa es decir que presentan menor al 10% de grasa por cada 100 g de carne, así mismo presentan proteínas de alto valor biológico, vitamina B12, lípidos insaturados, también contienen minerales como el hierro, el zinc o el cobre, además de ello son de fácil digestión, la carne blanca se distingue de la roja gracias a la mioglobina, proteína que le ofrece el color rojizo en cambio las carnes blanca son más rosadas las que provienen de aves como pollo, pavo y la carne de conejo (Partearroyo, 2018).

### **2.2.7.3. Carne de cuy**

El Programa Nacional de Cuyes, como parte del INIA-MIDAGRI, ha logrado desarrollar cuatro razas de cuy con alta calidad como son: Perú, Andino, Inti y Kuri, las cuales se caracterizan por tener un alto rendimiento de carcasa (1 kg), precocidad (67 días), prolificidad (2-9 crías), entre otros atributos importantes, la raza andina, tiene la capacidad de alcanzar su peso comercial de 800 g a los tres meses de edad publicado por ANDINA (2023).

La carne de cuy resalta frente a otros tipos de carne por la alta presencia de proteína, minerales, baja cantidad de grasa y su alto nivel de humedad. La grasa ayuda a disminuir la rancidez, la proteína permite emulsionar de mejor forma la grasa que se agrega y aumentar el agua para enriquecer sus propiedades nutricionales (Angarita, 2005).

A continuación, se observa la Tabla 4 que detalla su composición químico nutricional, la Tabla 5 que detalla su contenido de ácidos grasos.

**Tabla 4***Composición químico nutricional de la carne de cuy por 100 g.*

COMPOSICIÓN	%
Energía Kcal	96
Humedad (g)	76
Proteínas (g)	19.9
Grasa (g)	1.6
Carbohidratos (g)	0.1
Ceniza (g)	1.2
Calcio (mg)	29
Fosforo (mg)	258
Zinc (mg)	1.57
Hierro (mg)	1.9
Tiamina (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.14
Niacina (mg)	6.5

**Nota:** Huamani & Amaya (2022).**Tabla 5***Contenido de ácidos grasos en la carne de cuy (mg/100 g).*

Ácidos Grasos Saturados	Cantidad
Mirístico (C14:0)	1.4
Palmítico	22.4
Esteárico	79
Araquídico	37.4
Palmitoleico	18.4
Oleico	12.4
Relación poliinsaturados/saturados	0.18

**Nota:** Reyes et al. (2017).

El consumir carne de cuy es bueno para el ser humano, aparte de su alto contenido de proteína se aprecia una baja tasa de colesterol y triglicéridos; además podemos encontrar ácidos grasos linoleicos los cuales son requeridos para la formación de los ácidos araquidónicos (AA)

y docosahaenoico (DHA) siendo estos indispensables para el desarrollo de las neuronas y de las membranas celulares (Yupa, 2017).

En la Tabla 6 apreciamos la caracterización fisicoquímica de tres líneas de cuy donde resaltaremos al cuy andino para la presente investigación.

**Tabla 6**

*Caracterización fisicoquímica de tres líneas de cuy.*

<b>Variables</b>	<b>Peruano Mejorado</b>	<b>Criollo</b>	<b>Andino</b>
Proteína %	17.78	19.39	18.55
Grasa %	8.56	7.93	7.66
Humedad %	73.48	72.83	75.84
Ceniza %	1.26	1.21	1.08
pH	6.47	6.38	6.41

**Nota:** Flores et al. (2017).

- **Consumo per cápita:** La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) realizó una encuesta en el año 2017 donde informó que la población de cuyes ascendió a 17.380.175 unidades, involucrando a 827.234 productores a nivel nacional. En cuanto al consumo de carne de cuy asciende a 400 g por persona al año a nivel nacional. Por otro parte en el año 2022 el consumo de la carne de cuy en nuestro país alcanza un promedio de un kilo per cápita al año. Las regiones que concentran la mayor crianza de cuy son Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Junín, Pasco, Huánuco, Lima, Arequipa, Apurímac, Cusco, Huancavelica, Ica, Moquegua, Tacna y Puno publicado por ENA (2022).

- **Requisitos para la carcasa:** Los requisitos son importantes a la hora de elegir la carcasa para la alimentación humana los cuales se mencionan a continuación según INDECOPI (2006) (ver Tabla 7):  
Generales: La carcasa, corte y menudencias deben proceder de animales sanos, faenados bajo inspección veterinaria y de establecimientos autorizados por la autoridad competente.  
Organolépticos: En su aspecto general deben presentar una conformación y acabado de acuerdo a su clasificación, color de la carne y de la grasa de acuerdo a su clasificación, olor: Sui generis y exento de cualquier olor anormal y consistencia firme al tacto tanto el tejido muscular como la grasa. Químicos: Debe encontrarse con un pH entre 5.5 y 6.4. no debe haber residuos de medicamentos (ablandadores, conservadores, etc.). Microbiológicos: Los límites máximos permisibles en el Perú para microorganismos en la carcasa de cuy se muestran en la Tablas 8.

**Tabla 7**

*Microbiología para la carne de cuy (carne fresca y congelada).*

Recuento de microorganismos <i>Aerobios mesófilos</i>	Menor a $10^6$ ufc/g
Detección de <i>Salmonella sp</i>	Ausencia en 25 g
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	Menor a $10^2$ ufc/g
Recuento de coliformes totales	Menor a $10^2$ ufc/g
Numeración de <i>Staphylococcus aureus</i>	Menor a $10^2$ NMP/g

**Nota:** INDECOPI (2006).

**Tabla 8**

*Criterios microbiológicos para preparados de carnes refrigeradas, carnes congeladas (hamburguesas, milanesas, croquetas y otros empanizados o aderezados).*

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
<i>Aerobio mesófilos 30°C.</i>	2	3	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Escherechia coli</i>	6	3	5	1	50	5x10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	7	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	....
<i>Escherechia coli 0157:H7</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	....

(\*) *Sólo para productos con embalaje, película impermeable o atmósfera modificada o al vacío en lugar de Aerobios mesófilos.*

**Nota:** MINSA (2008).

### 2.3. VIDA ÚTIL

La vida útil de un alimento se refiere al período limitado después de su producción, durante el cual, bajo condiciones de almacenamiento controladas, experimentará una disminución en sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, así como una alteración en su perfil fisicoquímico y microbiológico (Carrillo & Reyes, 2013).

La determinación de la vida útil de los alimentos es fundamental para asegurar la seguridad pública y es crucial en la industria alimentaria; generalmente, se emplean análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales para establecerla (Osorio & Gutierrez, 2012).

#### 2.3.1. Fuentes de contaminación microbiológica

La contaminación puede empezar desde el sacrificio y evisceración del animal, condiciones sanitarias del medio ambiente de donde se obtiene la carne,



las propiedades y calidad microbiológica de los ingredientes, los cuidados de quien procesa y maneja el producto, y de las condiciones posteriores de almacenamiento, manejo y distribución del mismo (Restrepo et al., 2001).

### **2.3.2. Alteración microbiana**

La carne procesada es de fácil alteración debido al nivel de pH entre 5.1 y 5.6 el cual es adecuado para el crecimiento de microorganismos como *Aerobios mesófilos*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp* y *Escherichia coli O157:H7*, los cuales causan deterioro y producen Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS) (Castillo, 2017).

### **2.3.3. Normativa para la contaminación microbiológica**

De acuerdo a lo mencionado por MINSA (2008), la NTS N° 071 tiene como objetivo establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados “aptos” para el consumo humano” (p.1). artículo 15°. Los criterios microbiológicos para “Los alimentos y bebidas deben cumplir íntegramente con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo o subgrupo para ser considerados “aptos” para el consumo humano (véase Tabla 8).

Definición de los símbolos de planes de muestreo que fueron usados por la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos:

- “n”: Número de muestras tomadas al azar de un lote, requeridos para el análisis del plan de muestreo.





- “c”: Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de 3 clases. Al momento de detectar un número de unidades de muestra mayor a “c” se rechaza el lote.
- “m”: límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.
- “M”: los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

Se debe tener en cuenta que un plan de muestreo de tres clases se usa cuando se puede tolerar cierta cantidad de microorganismos en algunas de las unidades de muestra.

**Tabla 9**

*Criterios microbiológicos para preparados de carnes refrigeradas, carnes congeladas (hamburguesas, milanesas, croquetas y otros empanizados o aderezados).*

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
<i>Aerobio mesófilos 30°C.</i>	2	3	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Escherechia coli</i>	6	3	5	1	50	5x10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	7	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	....
<i>Escherechía coli 0157:H7</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	....

(\*) *Sólo para productos con embalaje, película impermeable o atmósfera modificada o al vacío en lugar de Aerobios mesófilos.*

**Nota:** MINSa (2008).

#### 2.3.4. Parámetros de calidad

Los parámetros de calidad son los métodos que se usan para analizar la calidad e inocuidad de un determinado producto, para esta investigación se consideró los siguientes:

#### 2.3.5. Características fisicoquímicas

##### 2.3.5.1. pH

El pH es un valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presentes en una disolución. Es medido en una escala de 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra, donde los valores de pH por debajo de 7 indican que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica. Un punto de pH significa una concentración diez veces mayor o



menor que la anterior o posterior en la escala, para las carnes destinadas a embutidos el pH óptimo es de 5.2 (Zimmerman, 2005).

### 2.3.5.2. Acidez

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos, es decir, midiendo los volúmenes, esta medición se realiza mediante una titulación, el cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante, cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un colorante, un ejemplo de colorante, y el más común, es la fenolftaleína ( $C_{20}H_{14}O_4$ ), que vira de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base (Beretta et al., 2017).

El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido, el procedimiento se realiza con un equipo de titulación que consiste en una bureta, un vaso de precipitado, un soporte universal y un anillo con su nuez. Se adicionan tres o cuatro gotas de fenolftaleína (o colorante) y se comienza a titular (dejar caer gota a gota del agente titulante sobre el titulado) hasta obtener un ligero vire a rosa (en el caso de la fenolftaleína) que dure 15 segundos cuando mínimo, si es muy oscuro, la titulación ha fracasado, se mide la cantidad de agente titulante gastado (o gasto de bureta) y se utiliza la normalidad de la sustancia (Beretta et al., 2017).

Para calcular la acidez se tiene la ecuación de acuerdo a Medina (2009).



$$\% \text{Ácido Láctico} = \frac{((ml (NaOH) \times N(NaOH) \times Meq (ac.láctico) \times f))}{Peso \text{ de la muestra}} \times 100$$

(Fórmula 1)

En donde:

- ml NaOH= ml gastados en la titulación
- N=Normalidad del NaOH
- Meq= mili equivalente del ácido predominante en la muestra (Meq = 90/1000 =0.09).
- f= factor de dilución

### 2.3.5.3. Color

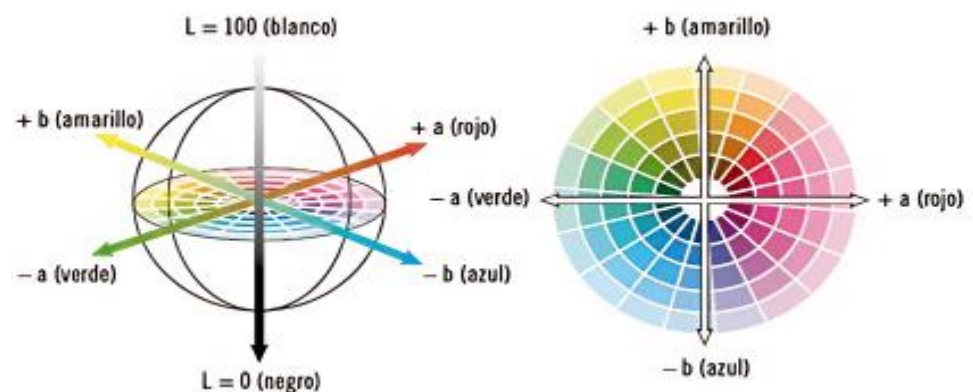
Los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga de los productos, esto es decisivo ya que en innumerables pruebas se ha comprobado que cuando el color de un alimento cambia sin alterar su forma, aroma u otros atributos de textura, se obtienen una respuesta de rechazo por parte de los consumidores, o incluso de los catadores entrenados (Delmoro et al., 2010).

Los alimentos tanto en su forma natural como procesada presentan un color característico y bien definido, mediante el cual el consumidor los identifica. El color de un alimento juega un papel crucial en la percepción de su comestibilidad, identidad y sabor, que a su vez es un índice de calidad de un determinado producto. Diversos estudios han demostrado que el color puede influir significativamente en la experiencia sensorial de una persona al degustar un alimento (Badui, 2006) citado por K & K (2014).

El espacio de color CIELab (comisión internacional de la iluminación) (Figura 1), es un sistema cartesiano formado por 3 ejes, un eje vertical ( $L^*$ ) y dos ejes horizontales ( $a^*$  y  $b^*$ ). El eje vertical  $L^*$ , representa la medida de luminosidad de un color variando desde cero para un negro hasta 100 para un blanco; el eje horizontal  $a^*$ , representa una medida de la presencia del color rojo o verde, si un color tiene rojo,  $a^*$  será positiva, mientras que, si un color tiene verde,  $a^*$  será negativa; el eje horizontal  $b^*$ , perpendicular al eje  $a^*$ , representa una medida del contenido de amarillo o azul donde valores positivos de  $b^*$  indican contenido de amarillo, mientras valores negativos de  $b^*$  indican contenido de azul (Talens, 2014).

**Figura 1**

*Espacio de color CIELAB en sus valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ .*



**Nota:** Talens (2014).

### 2.3.6. Microbiológicos

Existen diversos métodos para enumerar microorganismos en muestras de muy diferente origen. Cada método tiene sus peculiaridades a la hora de transformar los datos obtenidos en una densidad microbiana de la muestra



estudiada, bien sea Unidades Formadoras de Colonias (UFC), microorganismos totales, así también existe un método sencillo para la enumeración de bacterias y hongos se basa en la cuantificación de UFC por ml o g de muestra, para ello se tiene la ecuación 3 (Arana & Barcina, 2022).

$$\frac{UFC}{g} = \frac{\text{Número de colonias contadas} * \text{inverso del factor de dilución}}{\text{ml sembrados}} \quad (\text{fórmula}$$

2)

### 2.3.6.1. Aerobios mesófilos

Los microorganismos *Aerobios mesófilos* son un grupo heterogéneo de microorganismos, capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 29°C a 36°C, la presencia en alimentos refleja la calidad sanitaria del alimento (indicador microbiológico) y las condiciones a los que estuvo expuesto durante su manipulación y elaboración, por lo que un recuento elevado de estos microorganismos puede significar; excesiva contaminación de la materia prima, deficiente manipulación durante el proceso de elaboración, posibilidad de presencia de microorganismos patógenos y alteración del alimento (Flores & Villalobos, 2022).

La presencia de un número elevado de bacterias *Aerobias mesófilas* que crecen óptimamente a temperatura corporal o próxima a ella, significa que puede haberse dado condiciones favorables para la multiplicación de los microorganismos patógenos, donde todas las bacterias patógenas conocidas vehiculadas por los alimentos son mesófilas y en algunos casos contribuyen con su presencia a los recuentos en placas (Azabache, 2016).



También son todas aquellas bacterias aerobias (dependientes del oxígeno), afines a temperaturas medias, entre 30°C y 37°C y se desarrollan en cualquier medio de agar nutritivo. Este tipo de microorganismos no siempre son patógenos, ya que reconoce la totalidad de microbios presentes en el alimento, por ello, lo usamos como un indicador de las características higiénicas del alimento, cuanta mayor presencia de microorganismos aerobios totales exista se perjudicará la calidad del alimento (González, 2018).

#### **2.3.6.2. *Staphylococcus aureus***

El género *Staphylococcus* está formado por cocos Gram positivos, con un diámetro de 0.5 a 1.5  $\mu\text{m}$ , agrupados como células únicas, en pares, tétradas, cadenas cortas o formando racimos de uvas. Ogston introdujo el nombre de *Staphylococcus*, del griego *Staphyle* que significa racimo de uvas, para describir a los cocos responsables de inflamación y supuración. Son bacterias no móviles, no esporuladas, no poseen cápsula, aunque existen algunas cepas que desarrollan una cápsula de limo, son anaerobias facultativas, la mayoría de los estafilococos producen catalasa (enzima capaz de desdoblar el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno libre); característica que se utiliza para diferenciar el género *Staphylococcus* de los géneros *Streptococcus* y *Enterococcus* que son catalasa negativos (Cervantes & Salazar, 2014).

*Staphylococcus aureus* es una bacteria muy resistente en el medio ambiente y está ampliamente distribuida en la naturaleza. Su principal reservorio son los animales y las personas, en determinadas condiciones,



*S. aureus* produce toxinas estafilocócicas, enterotoxinas muy resistentes que una vez formadas en el alimento son extremadamente difíciles de eliminar, los principales síntomas de esta toxiinfección son los habituales de una gastroenteritis, los alimentos más frecuentemente implicados en toxiinfecciones por *S. aureus* son los alimentos consumidos en crudo, tanto de origen animal (leche, carne y huevos) como vegetal (frutas, verduras, etc.), y los productos derivados listos para su consumo, para prevenir las toxiinfecciones por enterotoxinas estafilocócicas se recomiendan unas correctas prácticas de higiene, manipulación y conservación a lo largo de la cadena alimentaria, especialmente en alimentos que vayan a consumirse crudos publicado por Elika (2022).

Se describe que este microorganismo hace parte de la flora normal de los seres humanos se caracteriza por generar infecciones en piel y tejidos blandos (músculos, tendones, tejidos grasos, vasos sanguíneos), invasión a dispositivos médicos y ha sido relevante en las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) (Pasachova & Muñoz, 2019).

El *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico es un microorganismo que se encuentra frecuentemente en alimentos crudos o cocidos de origen animal, especialmente en aquellos que requieren manipulación directa para su preparación, como es el caso de los alimentos preparados no industriales (Alejo, 2011).

### **2.3.6.3. *Escherichia coli***

La *Escherichia coli* es una bacteria en forma de bastón, con aproximadamente de 0,5  $\mu\text{m}$  de diámetro de base, por 2  $\mu\text{m}$  de longitud,



es una bacteria Gram negativa comúnmente presente en el intestino de los animales, inclusive de los hombres, y ejerce un efecto benéfico sobre el organismo, suprimiendo la multiplicación de bacterias perjudiciales y sintetizando una considerable cantidad de vitaminas, sin embargo, entre las diversas cepas de *Escherichia coli*, existe un grupo capaz de provocar enfermedades en seres humanos, que son colectivamente llamadas *E. coli* patógenas (Mamani, 2016).

#### 2.3.6.4. *Salmonella* sp.

*Salmonella* es un género de bacterias Gram negativos, anaerobias facultativas que pertenece a la familia de las Enterobacteriaceae. Aunque el principal reservorio es el tracto gastrointestinal de los mamíferos y aves, se ha aislado prácticamente en todo tipo de animales. Sobreviven largos periodos de tiempo en el ambiente, soportando bien la congelación y en gran medida la desecación. En determinadas condiciones, es capaz de multiplicarse en un ambiente exterior y en agua. En la Tabla 9 se muestra el rango de las condiciones del crecimiento de *Salmonella* sp. Los animales son los reservorios naturales de *Salmonella* sp. y carne de cerdo, aves y otros tipos de carne, huevos y productos lácteos son las Notas más comúnmente implicadas en brotes de salmonelosis (Mamani, 2016).

**Tabla 10**

*Rango de condiciones que permiten crecimiento de Salmonella sp.*

Parámetro	Límite Inferior	Óptimo	Límite Superior
Temperatura	5 °C	35 – 37 °C	45 °C
Actividad de agua	0.92	>0.96	
pH	4.0	6.5 – 7.5	9.0

**Nota:** Mamani (2016).



La presencia de bacterias de origen fecal en las manos de manipuladores de alimentos indica una higiene muy deficiente durante la manipulación de los mismos, de hecho, la presencia de este indicador de contaminación fecal en las manos de uno de los manipuladores que manejan comedores masivos como los universitarios, constituye un riesgo para los estudiantes consumidores de los alimentos, porque existen cepas patógenas, como *Salmonella sp.* que pueden ser causantes de brotes epidémicos importantes, se han realizado estudios a nivel mundial que demuestran la importancia de los manipuladores como transmisores de *Salmonella sp* (Sandrea & Paz, 2011).

### **2.3.7. Evaluación sensorial**

#### **2.3.7.1. Definición**

La evaluación sensorial definida por NTP (2008), es un examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos. El tipo de jurado que se tomó para esta investigación fue jurado panel que da referencia a un grupo de personas seleccionadas para participar en una prueba sensorial.

La evaluación sensorial es “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”, otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, la secuencia de percepción que tiene un consumidor hacia un alimento, es en primer lugar hacia el



color, posteriormente el olor, siguiendo la textura percibida por el tacto, luego el sabor y por último el sonido al ser masticado e ingerido (Baños et al., 2014).

### **2.3.7.2. Tipos de prueba**

Las pruebas de aceptabilidad o grado en que gusta un producto se conocen como pruebas orientadas al consumidor (POC), ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados por lo que existen tres dimensiones en este tipo de investigación (Ramirez, 2014):

- a. Sensorial o hedónica
- b. Conveniencia (facilidad para comprar, transportar, conservar, etc.)
- c. Beneficios del producto relacionados con la salud.

En esta investigación se optó por la dimensión “a” debido a que la prueba hedónica es una prueba de aceptación donde a los consumidores se presentan los productos y se les pide que indiquen su nivel de agrado en una escala a hedónica de cinco puntos, la cual abarco desde “excelente” asociado al número 5, hasta “Malo” correspondiente al número 1, descrita por Lawless & Heymann (2010).

Las escalas de intervalo permiten ordenar muestras, de acuerdo a la magnitud de una sola característica del producto o de acuerdo a la aceptabilidad o preferencia, además indican el grado de diferencia entre muestras (Flores & Villalobos, 2022).



## 2.4. ACEITES ESENCIALES

Son sustancias obtenidas de plantas que presentan una amplia composición química, un olor fuertemente aromático y son las que concentran una gran cantidad de esencias siendo la materia prima para la obtención de estos aceites esenciales, los cuales son volátiles por naturaleza, la acumulación del aceite esencial y su composición en plantas aromáticas depende de varios factores tales como estructura genética, los factores ambientales y las prácticas agronómicas (Orellana, 2017).

Constituyen los elementos volátiles contenidos en varios órganos de diferentes plantas y se denominan así debido a la composición lipofílica que presentan, químicamente diferente a la composición glicérido de los aceites y grasas (Serra et al., 2021).

Los aceites esenciales son constituidos por centenares de sustancias distintas como los hidrocarburos terpénicos, aldehídos, ácidos, alcoholes, fenoles, ésteres, cetonas y los otros componentes no están relacionados con su aroma (ceras, ácidos, etc.) pero si pueden tener su importancia para determinadas aplicaciones y pueden actuar como conservantes, antibióticos o fijadores del aroma del aceite esencial además el perfil aromático del aceite esencial puede variar según condiciones climáticas, origen geográfico, variedad de la planta, edad, etc.; observándose diferencias considerables entre aceites de distintos orígenes (Orellana, 2017).

### 2.4.1. Aplicación de los aceites esenciales en la industria alimentaria

Los aceites esenciales (AE), son líquidos hidrofóbicos concentrados, aromáticos y volátiles obtenidos de las plantas, están constituidos por terpenoides, sesquiterpenos, alcoholes, ácidos, ésteres acíclicos, aldehídos y lactonas, los AE reciben atención por su actividad antimicrobiana contra diferentes tipos de



bacterias y hongos, citostática e insecticida, también se usan como aromas alimenticios, como aditivos naturales en alimentos. Los compuestos fenólicos presentes en los AE les otorgan sus propiedades antioxidantes (Castro & Auquiñivín, 2019).

Perú es uno de los 12 países con diversidad biológica mayor, con aproximadamente 10% de la flora mundial, estimada en 25000 especies; 30% de ellas son endémicas donde los aceites esenciales son usados como conservantes en la industria de alimentos, debido a sus características fisicoquímicas y actividad antioxidante (Aparco et al., 2021).

#### **2.4.2. Aplicación de los aceites esenciales en la industria cárnica**

Comúnmente en la industria se usan antioxidantes sintéticos, como el hidroxitolueno butilado (BHT) y el hidroxianisol butilado (BHA) para minimizar el deterioro de los productos cárnicos y mejorar la vida útil de los mismos. Sin embargo, su utilización ha sido asociada con problemas de toxicidad y efectos negativos sobre la salud, además, los consumidores exigen cada vez más productos naturales o libres de aditivos, debido a esto, actualmente se ha dado gran importancia al uso de antioxidantes extraídos de Notas naturales tales como frutas, hierbas y especias (romero, cereza, salvia, té verde, laurel, albahaca, guayaba, entre otros), debido a su composición rica en compuestos químicos tales como ácidos fenólicos, tocoferoles, antocianinas, flavonoides, vitamina C y vitamina E, que además de inhibir la oxidación lipídica, pueden tener efectos positivos sobre la salud (Franco et al., 2021).

Las estrategias antioxidantes basadas en el uso de Notas naturales pueden ser una opción viable para enriquecer la carne con compuestos bioactivos que



promueven la salud y que, a su vez, evitarían el deterioro por la oxidación, los fitoquímicos antioxidantes se pueden aplicar a través de la formulación de alimentos o estrategias dietéticas, la inclusión de antioxidantes naturales en los productos cárnicos ha sido reportada por diferentes autores con un efecto positivo en términos de control de procesos oxidativos (Graciano et al., 2022).

A continuación, se enumeran los aceites esenciales seleccionados para agregar a las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy debido a su potencial para inhibir el crecimiento de microorganismos, controlar hongos y actuar como antioxidantes.

#### **2.4.3. Orégano (*Origanum vulgare*)**

El aceite esencial de orégano se utiliza como conservante en la industria alimentaria debido a su capacidad para inhibir el crecimiento de microorganismos. Sus componentes principales, el timol y el carvacrol, pueden constituir hasta el 80% de su composición y son los responsables de su actividad biológica (Ibarra et al., 2020).

La clasificación taxonómica del orégano (*Origanum vulgare*) según Abalco (2020).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae, nepetoideae

Tribu: Mentheae

Género: *Origannum*

La composición del aceite esencial de orégano se detalla en la Tabla 10 este puede variar según su procedencia generalmente contiene fenoles (timol y carvacrol); hidrocarburos monoterpénicos (limoneno, a y b-pineno, pcimeno); sesquiterpénicos (b-cariofileno y bbisaboleno); linalol y terpinen-4-ol, por lo que el orégano procedente del centro de Europa, produce un aceite esencial pobre, o incluso privado de fenoles (Muñoz, 2002).

### Tabla 11

*Composición química de orégano (Origanum vulgare).*

Composición	%
Energía kcal	48
Agua g	85.1
Proteínas g	1.6
Grasa	0.5
Carbohidratos totales	11.3
Cenizas	1.5
Calcio	312
Fosforo	46
Hierro	9.3
Vitamina A	1750
Tiamina	0.08
Riboflavina	0.3
Niacina	0.65
Vitamina C	10

**Nota:** Reyes et al. (2017).

#### 2.4.3.1 Usos del orégano (*Origanum vulgare*)

Algunos de los usos para el orégano según Mora (2014).

- Industria alimenticia: Es el potenciador del sabor y conservador natural industrial, se usa la hoja seca, es inhibidor de crecimiento



de hongos contaminantes y bacterias patógenas relacionadas con los alimentos y en alimentos procesados se emplea como antioxidante para la elaboración de embutidos así conservar alimentos como el salmón, atún y sardinas (aceite esencial: timol, carvacrol).

- Industria refresquera y licorera: Fijador y saborizante (aceite esencial).
- Medicinal: Poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antisépticas y antiparásitas, se usa en forma de aceite esencial.
- Cosmético: Es esencia y fijador de olor de perfumes de marcas comerciales reconocidas manufactura de jabones y productos de aromaterapia (aceite esencial).

#### **2.4.3.1. Composición química del orégano (*Origanum vulgare*)**

Actualmente muchas especias y hierbas, en particular de la familia Lamiaceae, a la que pertenece el orégano, han sido evaluadas como antioxidantes y conservantes en alimentos, aumentando así su importancia en la industria alimentaria por ser una alternativa a los aditivos sintéticos. En el *Origanum vulgare* se ha comprobado el alto contenido en compuestos polifenólicos, que proveen una efectiva protección en todas las fases de la oxidación lipídica, contiene el timol y el carvacrol que son los compuestos principales para la actividad antibacteriana (Miralles et al., 2011).





#### **2.4.4. Hierba buena (*Mentha spicata*)**

Es una planta herbácea que posee un tallo alargado que crece arrastrado sobre el suelo es decir rastrero, emergen tallos laterales de la base de cada hoja; la planta puede alcanzar un tamaño variable según la frecuencia de cosecha; si esto no sucede se desarrollarán más tallos que cubrirán todo el suelo impidiendo el crecimiento de otros cultivos asociados (Orellana, 2017).

Clasificación taxonómica de hierba buena (*Mentha spicata*)

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Subfamilia: Nepetoideae

Género: *Mentha*

Especie: *Mentha spicata*

##### **2.4.4.1. Usos de la hierba buena (*Mentha spicata*).**

La hierba buena es utilizada ampliamente en el tratamiento de diversos padecimientos como náuseas, vómito y desordenes gastrointestinales, en el pasado la hoja seca en polvo se llegó a utilizar para emblanquecer los dientes, de la misma planta se obtiene el aceite esencial de hierba buena que ha sido utilizado como repelente de hormigas, mosquitos y avispas además de antioxidante (Guzmán & González, 2017).



#### **2.4.4.2. Composición química de la hierba buena (*Mentha spicata*).**

Los principales componentes químicos de la hierba buena y su aceite esencial incluyen compuestos fenólicos como el carvone y el limoneno. El aceite esencial de hierba buena exhibe actividad antibacteriana contra microorganismos, mostrando una mayor eficacia contra bacterias Gram-positivas (*Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Listeria*, *Staphylococcus*) en comparación con las bacterias Gram-negativas (*Neisseria gonorrhoeae*, *N. meningitidis*, *Moraxella catarrhalis*). Tanto las hojas como el aceite de hierba buena funcionan como agentes antibacterianos. Además, la hierba buena es reconocida por sus excelentes propiedades antioxidantes (Guzmán et al., 2017).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio microbiológico de la aplicación de aceites esenciales en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*), se llevó a cabo en la ciudad de Puno a 3827 m.s.n.m. en la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIAI) y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) en los laboratorios de:

- Taller de carnes, ubicados en el pabellón de EPIAI; se llevó a cabo la elaboración de las hamburguesas.
- Laboratorio de microbiología e inmunología, ubicados en el pabellón de FMVZ; se llevó a cabo la determinación de pH, acidez y la siembra-conteo de microorganismos.
- Laboratorio de postcosecha ubicados en el pabellón de EPIAI; se realizó el control del color.
- Cabinas sensoriales, ubicados en el pabellón de EPIAI; se llevó a cabo la evaluación sensorial.

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

##### 3.2.1. Materia prima

La carne utilizada como materia prima fue de cuy (*Cavia porcellus*), raza andina, seleccionada entre ejemplares hembras y machos de 3 a 4 meses de edad, con un peso entre 800 a 900 g y aproximadamente con 25 cm de longitud, que fue adquirida en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno.



### 3.2.2. Insumos

- Polifosfato
- Glutamato monosódico (aji no moto)
- Azúcar
- Sal
- Almidón de maíz
- Cebolla roja
- Pimentón
- Hielo en escarcha
- Ajo en polvo

### 3.3. EQUIPOS Y MATERIALES

#### 3.3.1. Equipos

- Autoclave marca Eurotech, modelo YX-18LDJ, capacidad 18 Litros, rango de Presión: 0.14 ~ 0.16MPa
- Refrigeradora marca ICECROWN modelo 456C.009.
- Balanza de laboratorio electrónica modelo Sartorius.
- Balanza analógica modelo gramera.
- Cuenta colonias marca Bio Technology.
- pH metro digital Mi 150, marca Milwaukee.
- Termómetro de cristal de -10 a 110°C.
- Colorímetro SC20, modelo cromático CIE L\*a\*b\* de lectura directa.
- Mechero de bunsen.
- Gradillas de plástico capacidad de 60 tubos.
- Piseta de laboratorio (PVC).



- Horno eléctrico marca Scarlett.
- Moledora de carne eléctrico acero inox.
- Mesa de trabajo acero inox

### **3.3.2. Materiales de vidrio**

- Probetas de 100 y 250 ml
- Matraz de 250, 300 y 500ml
- Pipetas de 1, 5 y 10 ml
- Tubos de ensayo PIREX
- Placas Petri PIREX
- Vasos precipitados de 20, 40, 50 y 100 ml
- Licuadora de kit mini vaso marca ÓSTER

### **3.3.3. Reactivos**

- Alcohol de 70°.
- Agua destilada.
- Hidróxido de sodio 0.1 N.
- Reactivo Kovács, (Merck peruana SAC).
- Solución de fenolftaleína 2%.

### **3.3.4. Medios de cultivo**

- Caldo Verde Brillante Bilis 2% (CVBB), (Merck peruana SAC).
- Agar Salmonella Shigella (SS), (Merck peruana SAC).
- Agar Baird Parker (Merck peruana SAC).
- Agar EMB (Merck peruana SAC).



- Agar Plate Count (PCA) (Merck peruana SAC).

### **3.3.5. Otros materiales**

- Manta de cielo
- Papel aluminio y papel Kraft.
- Bolsas pequeñas de polietileno y herméticas.
- Lapiceros, Marcadores y cuaderno de apuntes
- Tabla de picar, cuchillo y sartén.
- Caja de plástico, Film plástico.
- Campanitas, pinza de aluminio.
- Bandejas de espuma de poliestireno.
- Pabilo y fosforo de cocina.

### **3.3.6. Software**

- Programa estadístico MINITAB v.19.1.

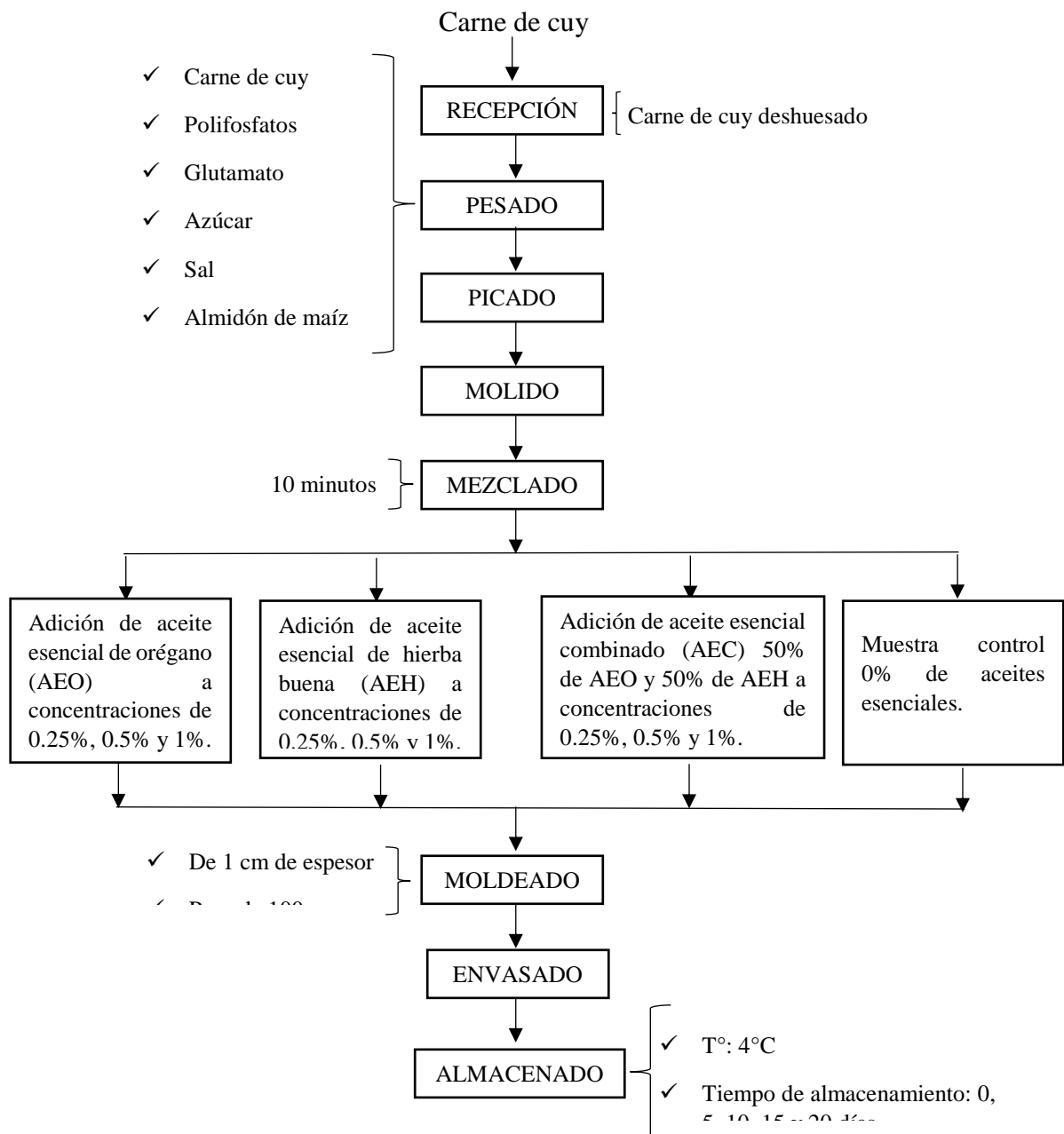
## **3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **3.4.1. Proceso de la obtención de hamburguesa**

En la Figura 2, se muestra el procedimiento que se ha seguido para obtener las muestras de estudio que se usaron para llevar a cabo este trabajo de investigación.

**Figura 2**

*Diagrama de flujo de la elaboración de hamburguesas a partir de carne de cuy.*



**Nota:** Adaptado de Quispe (2017).

Descripción del proceso:

- Carne de cuy: la carne de cuy deshuesado fue adquirida del Mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno.

- Recepción: La recepción de la carne de cuy fue en el laboratorio de taller de carnes de la EPIAI.
- Pesado: Se peso la carne de cuy y demás insumos de acuerdo a la formulación que se muestra en la Tabla 11.

**Tabla 12**

*Formulación de ingredientes para la elaboración de hamburguesa a base de carne de cuy.*

Ingredientes	Cantidad
Carne de cuy	13100 g
Polifosfatos	372 g
Glutamato	372 g
Azúcar	372 g
Sal	1116 g
Almidón de maíz	10044 g
Cebolla roja	3720 g
Pimentón	3720 g
Hielo en escarcha	3720 g
Ajo en polvo	744 g
Aceite esencial de orégano (AEO)	0.25%, 0.5% y 1%. Total 78.75 ml
Aceite esencial de hierba buena (AEH)	0.25%, 0.5% y 1%. Total 78.75 ml
Aceite esencial combinado (AEC), compuesto por el 50% de AEO y 50% de AEH	0.25%, 0.5% y 1%. Total 78.75 ml

**Nota:** Elaboración propia.

- Picado: Se cortó en trozos de 1 cm aproximadamente la carne de cuy el cual permitió introducirlos fácilmente a la tolva del molino.
- Molido: Se realizó la molienda en el laboratorio de taller de carnes de la (EPIAI). En cuanto al diámetro de orificio interior de disco fue de 6 mm.
- Mezclado: En la mezcladora, se mezcló la carne y los insumos durante 10 minutos, luego en recipientes se separó muestras para las diferentes concentraciones (0.25%, 0.5% y 1%) de los tres aceites esenciales (AEO, AEH y AEC), así también las muestras control (0% de aceites esenciales).





- Moldeado: Se usó un molde doble de 1 cm de espesor integrando plástico film para evitar que quedaran trozos de hamburguesas en el molde. El peso de las hamburguesas fue de 100 gramos.
- Envasado: Se envasó en bandejas de espuma de poliestireno envolviendo en plástico film.
- Almacenado: Las hamburguesas una vez rotuladas y envasadas se llevaron a refrigeración a 4°C y las hamburguesas para el tercer objetivo se llevaron a congelación.

#### **3.4.2. Evaluación fisicoquímica**

Para esta etapa se evaluó el pH, acidez y color en las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy, añadiendo AEO, AEH y AEC a diferentes concentraciones (0%, 0.25%, 0.5% y 1%), la evaluación fue cada 5 días desde el día 0 hasta el día 20, para ello se tomó en cuenta el método seguido por Medina M., (2009) y Alvis et al., (2017).

#### **3.4.3. Análisis microbiológico**

Durante esta etapa se evaluó hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos con AEO, AEH y AEC a diferentes concentraciones cada uno (0%, 0.25%, 0.5% y 1 %) la evaluación fue cada 5 días hasta el día 20, realizando un recuento de *Aerobios mesófilos*, *Salmonella sp.* *Staphylococcus aureus* y *Escherechia coli*, durante el almacenamiento a 4°C, para ello se siguió el método usado por Yousef & Carlstroom (2006).



#### **3.4.4. Evaluación sensorial**

Para esta etapa las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy y añadidas con aceites esenciales fueron almacenadas a congelación para luego tomar la muestra de concentración óptima en el día 20.

En referencia al tamaño del panel se necesitan como mínimo 10 personas para que los resultados sean significativos (los evaluadores deben ser consumidores habituales del producto evaluado, tomados al azar) (Surco & Alvarado, 2011), para esta investigación se tomó 20 evaluadores semientrenados al azar, pertenecientes a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Se tuvo como indicadores; apariencia general, color, olor, sabor y textura, se aplicó una cartilla con una escala hedónica de 5 puntos (Lawless & Heymann, 2010).

- Excelente = 5 puntos
- Muy bueno = 4 puntos
- Bueno = 3 puntos
- Regular = 2 puntos
- Malo = 1 punto

### **3.5. FACTORES EN ESTUDIO**

#### **3.5.1. Para el objetivo 1**

Evaluar el pH, acidez y color de la hamburguesa elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*) durante el almacenamiento.



### 3.5.1.1. Factores en estudio

- Tratamientos: AEO 0%, AEO 0.25%, AEO 0.5%, AEO 1%, AEH 0%, AEH 0.25%, AEH 0.5%, AEH 1%, AEC 0%, AEC 0.25%, AEC 0.5% y AEC 1%.
- Tiempo: 0, 5, 10, 15, 20 días

### 3.5.1.2. Variables de respuesta

- pH
- Acidez
- Color

## 3.5.2. Para el objetivo 2

Analizar el tiempo de vida útil mediante la evaluación microbiológica en la hamburguesa a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*) con adición de aceites esenciales almacenado en refrigeración.

### 3.5.2.1. Factores en estudio

- Tratamientos: AEO 0%, AEO 0.25%, AEO 0.5%, AEO 1%, AEH 0%, AEH 0.25%, AEH 0.5%, AEH 1%, AEC 0%, AEC 0.25%, AEC 0.5% y AEC 1%.
- Tiempo: 0, 5, 10, 15, 20 días

### 3.5.2.2. Variables de respuesta

- *Aerobios mesófilos* UFC/g
- *Staphylococcus aureus* UFC/g
- *Salmonella sp.* UFC/g
- *Echerechia coli* UFC/g



### **3.5.3. Para el objetivo 3**

Evaluar las características sensoriales de la hamburguesa elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*) con la aplicación de aceites esenciales de concentración óptima.

#### **3.5.3.1. Factores en estudio**

- Panelistas
- Muestras

#### **3.5.3.2. Variables de respuesta**

- Apariencia general
- Olor
- Sabor
- Aroma
- Textura

## **3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

### **3.6.1. Para el objetivo 1**

#### **3.6.1.1. pH**

Para la determinación de pH, se pesó 10 g de muestra luego se colocó en un vaso de licuadora con 100 ml de agua destilada se licuo aproximadamente por un minuto. Se estandarizó el pH en el potenciómetro con buffer de fosfatos con  $\text{pH} = 7.0$ . la muestra homogenizada se filtró en manta de cielo para eliminar el tejido conectivo, posterior a ello se



introdujo el electrodo para poder leer el pH, finalmente se lavó el electrodo con agua destilada, método seguido según Medina (2009).

### 3.6.1.2. Acidez

Para la determinación de acidez, se pesó 10 g de muestra para colocarlo en un vaso de licuadora juntamente con 200 ml de agua destilada, posterior a ello se filtró la muestra homogenizada en manta de cielo para eliminar el tejido conectivo colocando el filtrado en un matraz de 250 ml. Se tomo 25 ml de esta solución para colocarla en un matraz erlenmeyer de 150 ml luego se añadió 75 ml de agua destilada. Se tituló la solución con NaOH 0.01 N, usando fenolftaleína como indicador. Finalmente se informó como porcentaje de ácido láctico, método seguido según Medina (2009).

$$\% \text{Ácido Láctico} = \frac{(V(\text{NaOH}) \times N(\text{NaOH}) \times \text{Meq}(\text{ac.láctico}) \times F)}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

En donde:

- V NaOH = ml gastados en la titulación
- N = Normalidad del NaOH
- Meq = mili equivalente del ácido predominante en la muestra (Meq = 90/1000 = 0.09).
- F = factor de dilución

### 3.6.1.3. Color

Se determinó de acuerdo a la metodología seguido por Alvis et al. (2017), por lo que, se utilizó el colorímetro SC20, en la escala CIE L\* a \* y b\* donde L\*: luminosidad (negro- blanco), a\* (verde -rojo), b\* (azul-



amarillo). La diferencia de color entre muestras se evaluó mediante los tres valores que se obtienen del colorímetro.

Para esto se tomó muestras en triplicado con un corte rectangular, aproximadamente 4 cm de largo por 2 cm de ancho y un espesor de 1 cm, obtenidas de las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy.

### **3.6.2. Para el objetivo 2**

Los microorganismos a analizar se consideraron de acuerdo a los Criterios-Microbiológicos-RM-591-2008-MINSA, para analizarlos se tomó en cuenta la metodología descrita por Yousef & Carlstrom (2006).

#### **3.6.2.1. Análisis de *Aerobios mesófilos*.**

- Preparación de diluciones: Se pesaron en un vaso previamente tarado, 1 +/-0.1 gramos representativos de hamburguesa a base de carne de cuy, seguidamente se añadió un volumen de diluyente igual a 9 veces la muestra (9 ml), homogenizándolo en la licuadora y finalmente se obtuvo una dilución  $10^{-1}$ . Luego se tomó 1 ml del homogenizado y se colocó en un tubo con 9 ml de diluyente, obteniéndose así la dilución  $10^{-2}$ , prosiguiendo hasta obtener dilución  $10^{-3}$ .
- Siembra: Se pipetearon alícuotas de 1 ml de las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , sobre placas Agar Plate Count previamente temperada. Seguidamente se mezclaron las alícuotas con el agar, mediante movimientos de vaivén y rotación para su posterior incubación a 35-37°C durante 48 horas.



- Conteo de colonias: Transcurridas las 48 horas de incubación se procedió al conteo de colonias en las placas, haciendo el cálculo correspondiente, expresando el número de colonias por gramo de muestra.

$$\frac{UFC}{g} = \frac{\text{Número de colonias contadas} * \text{inverso de factor de dilución}}{\text{ml sembrados}}$$

### 3.6.2.2. Análisis de *Staphylococcus aureus*

- Preparación de diluciones: Se pesó en un vaso previamente tarado, 1+/-0,1 gramos representativos de hamburguesa de carne de cuy, seguidamente se añadió un volumen de diluyente igual a 9 veces la muestra (9ml), homogenizándolo en la licuadora y finalmente se obtuvo una dilución 10<sup>-1</sup>. Luego se tomó 1 ml de lo homogenizado y se colocó en un tubo con 9 ml de diluyente, obteniéndose así la dilución 10<sup>-2</sup>, prosiguiendo hasta la dilución 10<sup>-3</sup>.
- Siembra: Se pipeteó alícuotas de 1 ml de las diluciones 10<sup>-2</sup> y 10<sup>-3</sup>, sobre placas previamente temperadas. Seguidamente se mezcló las alícuotas con el agar, mediante movimientos de vaivén y rotación para su posterior incubación a 37 +/-1 °C durante 72 horas
- Conteo de colonias: Transcurridas 72 horas de incubación se procedió al conteo de colonias en las placas, haciendo el cálculo correspondiente, expresando el número de colonias por gramo de muestra.

$$\frac{UFC}{g} = \frac{\text{Número de colonias contadas} * \text{inverso de factor de dilución}}{\text{ml sembrados}}$$



### 3.6.2.3. Análisis de *Escherichia coli*.

- Preparación de diluciones: Se pesó en un vaso previamente tarado 1 +/- 0.1 gr representativos de hamburguesa elaborados a partir de carne de cuy, seguidamente se añadió 1 volumen de diluyente igual a 9 veces la muestra (9 ml), homogenizándolo hasta conseguir 15.000 a 20.000 revoluciones en la licuadora y se obtuvo una dilución de  $10^{-1}$ . Luego se tomó 1 ml del homogenizado y se colocó en un tubo con 9 ml de diluyente obteniéndose así la dilución de  $10^{-2}$ , prosiguiendo hasta la dilución  $10^{-3}$ .
- Procedimiento de prueba presuntiva: Se pipeteó 1 ml de cada dilución decimal de la muestra, a cada uno de los tubos conteniendo caldo verde brillante- BRILLA 2% ( $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ) para incubarlos a 35-37°C por 24 horas. Después de este periodo, se seleccionaron los tubos gas- positivos para continuar con el procedimiento de determinación de bacterias coliformes de origen fecal.
- Procedimiento de prueba confirmativa: A partir de los tubos de caldo brillante- brilla positivos, se realizó la prueba confirmativa usando 1 ml de la muestra positiva en un tubo del mismo caldo verde brillante brilla. A continuación, se incubó a 44.5°C durante 24 horas concluido el tiempo se observó si hay tubos de caldo verde brillante brilla positivos (gas), se añadió 0.2 ml de reactivo de KOVACS en los tubos de caldo brilla brillante. La aparición de color rojo en la parte superficial del cultivo indica que es positivo para la presencia de *E. coli*. La confirmación se sembró en agar EMB que se incubó por 24 horas a 37°C. Las colonias de *E. Coli*





son de 2-3 mm de diámetro de color oscuro y con un brillo verde metálico muy característico en agar EMB.

$$\frac{UFC}{g} = \frac{\text{Número de colonias contadas} * \text{inverso de factor de dilución}}{\text{ml sembrados}}$$

#### 3.6.2.4. Análisis de *Salmonella sp.*

- Preparación de diluciones: Se pesó en un vaso previamente tarado, 25 +/-0.1 gr representativos de hamburguesa elaboradas a partir de carne de cuy, seguidamente se añadió 1 volumen de diluyente igual a 9 veces la muestra (225 ml), homogenizándolo en la licuadora y se obtendrá una dilución de 10<sup>-1</sup>. Luego se tomó 1 ml de homogenizado y se colocó en un tubo con 9 ml de diluyente, obteniéndose así la dilución 10<sup>-2</sup>, prosiguiendo hasta la dilución 10<sup>-3</sup>.
- Siembra: Se pipeteó alícuotas de 1 ml de las diluciones 10<sup>-2</sup> y 10<sup>-3</sup>, sobre placas SS Agar previamente temperadas. Seguidamente se mezclaron las alícuotas con el agar mediante movimientos de vaivén y rotación para su posterior incubación a 37°C durante 72 horas.
- Conteo de colonias: Transcurridas 72 horas de incubación se procedió al conteo de colonias en las placas, haciendo el cálculo correspondiente, expresando el número de colonias por ml de muestra.

$$\frac{UFC}{g} = \frac{\text{Número de colonias contadas} * \text{inverso de factor de dilución}}{\text{ml sembrados}}$$



### **3.6.3. Para el objetivo 3**

#### **3.6.3.1. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se realizó con la cocción de la hamburguesa tomando en cuenta atributos importantes (apariencia general, color, sabor, olor y textura), para obtener una mejor degustación en cada uno de sus atributos.

Se tomaron de la congeladora hamburguesas de concentración optima de acuerdo al primer y segundo objetivo se dejó descongelar para poder llevarlos a cocción, en horno convencional en donde la transferencia térmica ocurre por convección, por 10 a 15 minutos a una temperatura de 175 °C.

Todos los atributos sensoriales fueron evaluados por 20 panelistas semientrenados de ambos sexos (estudiantes de la EPIAI, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano), quienes tomaron una ficha de evaluación con una escala hedónica de cinco puntos (ver ANEXO 4), metodología aplicada por Lawless & Heymann (2010). En el desarrollo se brindó a los panelistas 4 muestras de hamburguesas buscando conocer el grado de aceptabilidad de cada muestra.

## **3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **3.7.1. Para el objetivo 1**

Se evaluó las características fisicoquímicas en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy con la agregación de aceite esencial de orégano (AEO), aceite esencial de hierba buena (AEH) y aceite esencial combinado (AEC)



compuesta de 50% de AEO y 50% de AEH, a diferentes concentraciones; 0%, 0.25%, 0.5%, 1%, almacenados a 4 °C durante 0, 5, 10, 15 y 20 días. Para el análisis de los datos se utilizó ANOVA de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) la prueba de comparación de Tukey a una medida de significancia ( $p \leq 0.05$ ).

### **3.7.2. Para el objetivo 2**

Se evaluó la vida útil mediante el análisis microbiológico en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy con la agregación de AEO, AEH y AEC a concentraciones de 0%, 0.25%, 0.5% y 1%, almacenados a 4 °C durante 0, 5, 10, 15 y 20 días. Para la proyección de vida útil se realizó un ajuste de regresión lineal simple. Para el análisis de los datos se utilizó ANOVA de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Para determinar la existencia de diferencias significativas entre cada factor se procesó los datos obtenidos aplicando la prueba de comparación Tukey a una medida de significancia ( $p \leq 0.05$ ).

### **3.7.3. Para el objetivo 3**

Se realizó la evaluación sensorial para los atributos de apariencia general, color, sabor, olor y textura de hamburguesas con AEO, AEH y AEC al 1% y la muestra control, considerando los resultados de los objetivos 1 y 2. Para el análisis de los datos se utilizó ANOVA con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Para determinar la existencia de diferencias de aceptabilidad entre cada factor se procesó los datos obtenidos aplicando la prueba de comparación Tukey a una medida de significancia ( $p \leq 0.05$ ).



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LA HAMBURGUESA DE CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*).

Se evaluaron muestras de hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos aceite esencial de orégano (AEO), aceite esencial de hierba buena (AEH) y aceite esencial combinado (AEC) compuesto por el 50% de AEO y 50% de AEH, a concentraciones de 0%, 0.25%, 0.5% y 1%, almacenados a temperatura de refrigeración (4°C) en un tiempo de 0, 5, 10, 15 y 20 días.

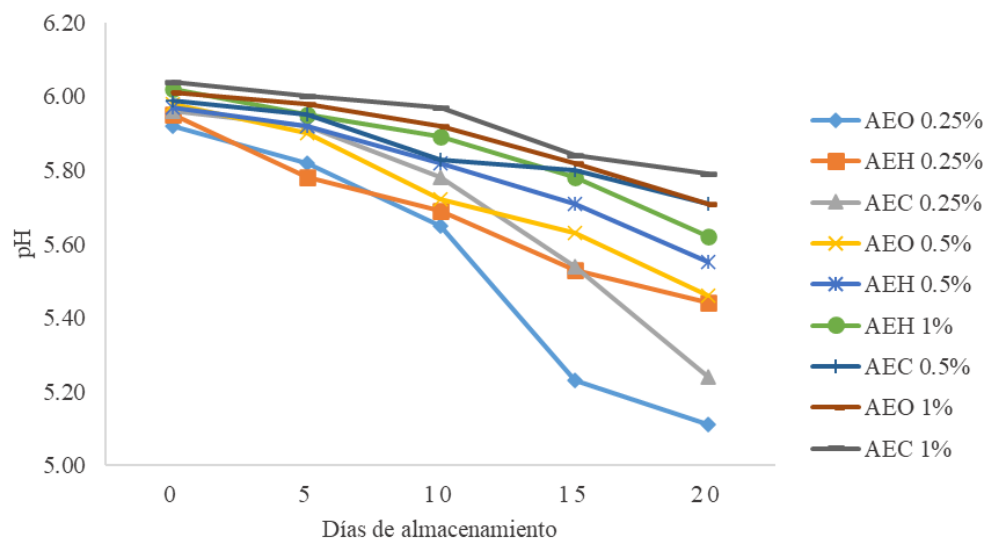
##### 4.1.1. Comportamiento del pH

En la Figura 3, se observa el comportamiento que tuvo el pH con las concentraciones óptimas de aceites esenciales en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy. De acuerdo con el ANOVA en la Tabla 15 del ANEXO 1, existe una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), tanto para los tratamientos como para los días de almacenamiento con respecto al pH, por lo que se realizó una comparación con la prueba Tukey ( $p \leq 0.05$ ) que se encuentra en la Tabla 16 y 17 respectivamente, en donde los tratamientos se reportan similares a diferencia de

la muestra control y en cuanto a los días se reporta que el pH se mantiene dentro los límites permitidos por la NTP 201-058 (5.5-6.4) hasta el día 10.

### Figura 3

*Comportamiento del pH en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos aceites esenciales, durante el almacenamiento.*



Las muestras con aceites esenciales evitan la disminución acelerada, Angarita (2005) menciona que la adición de conservantes naturales (aceites esenciales) en productos cárnicos previene el crecimiento bacteriano manteniendo un pH superior a 4.6, es por ello que las muestras con este conservante natural arrojaron datos de pH por arriba de 4.6, a diferencia de la muestra control. Así mismo Pasachova et al., (2019), indica que la ausencia de conservantes o la baja concentración de la misma, junto con la temperatura ambiente durante el envasado y la toma de muestras, facilitan el crecimiento bacteriano lo que estaría generando la disminución del pH, teniendo en cuenta que las bacterias suelen reproducirse por bipartición, un proceso que puede ocurrir cada 20 minutos. Además IVAMI (2018), indica que las bacterias causantes del pH bajo pueden ser los microorganismos psicrófilos que prosperan en ambientes húmedos y a temperaturas inferiores a 15°C.



En comparación con investigaciones previas; Ramos (2019), evaluó al aceite esencial de orégano como conservante natural en salchicha de pollo a tres concentraciones 0.2%, 0.5% y 0.8%, reportó al último día de estudio 5.66 de pH en muestra control, 5.89 en la muestra con 0.8% de concentración siendo la mayor concentración de su estudio durante un mes cada 7 días. Así mismo Balcázar et al., (2018), evaluó el pH de la carne de cobayos faenados para el consumo humano, para ello la carne fue evaluada a 0, 1, 6, 12 y 24 horas post sacrificio, reportando 6.79, 6.74, 6.59, 6.45 y 5.96, respectivamente, los valores de pH son mayores al del presente estudio esto se debe a la frescura de la carne evaluada por dicho autor. Además Piñón (2015), analizó el pH en la carne de pollo tratada durante 42 días con aceite esencial de orégano, al finalizar su investigación reportó como valor máximo de pH=5.98 para la pierna y pH=5.81 para la pechuga.

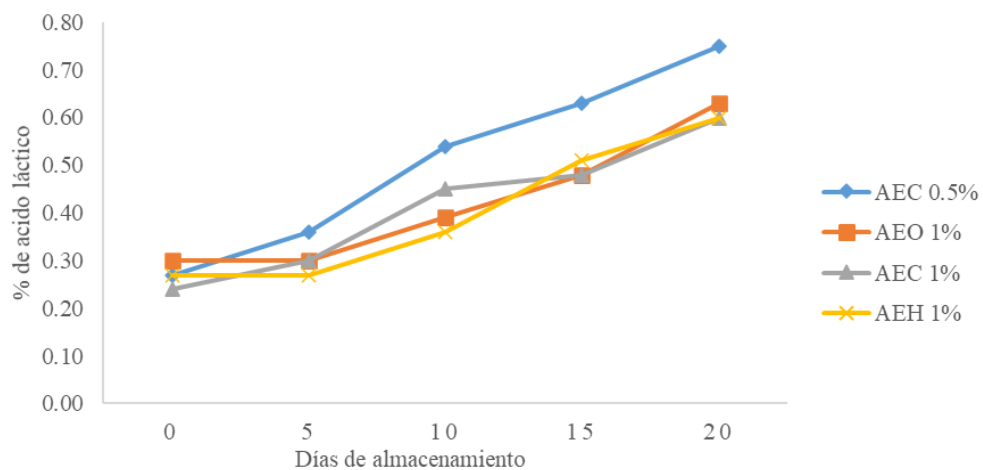
#### **4.1.2. Comportamiento de acidez**

En la Figura 4, se observa el comportamiento del % de ácido láctico en las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy con las concentraciones de 0.5% de AEC y 1% de AEO, AEH, AEC durante los días de estudio. De acuerdo con ANOVA de la Tabla 18 del ANEXO 1, se tiene que los tratamientos y los días de estudio resultaron ser significativamente diferentes, por lo cual se realizó la prueba de comparación Tukey ( $p \leq 0.05$ ) presentado en las Tablas 19 y 20 del ANEXO 1 donde los tratamientos AEC=0.05%, AEO=1%, AEC=1% y AEH=1% se mantienen similares indicando eficacia durante los días 0 y 5 del estudio. Mientras que desde el día 10 a 20 se presenta un aumento acelerado, la acidez esta relacionado con el pH es decir si los resultados de pH presentan disminución significa que hay producción de ácido láctico por lo tanto un incremento del mismo (Sánchez, 2003). Resultados similares reportó Gudiño (2001), determinó

el ácido láctico y la capacidad de retención de agua en muestras de carne fresca y madurada de bovino, cerdo y pollo, el informe de sus datos obtenidos fue de la siguiente forma; para carne fresca (bovino=0.45%, cerdo=1.41% y pollo=0.59%) y para carne madurada (bovino=0.81%, cerdo=1.92% y pollo=1.28%). Los cuales son similares a lo obtenido en el presente estudio con respecto a la carne bovina.

#### Figura 4

*Comportamiento del % ácido láctico en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento.*



Por otro lado, Ramos (2019), en su investigación sobre el aceite esencial de orégano como conservante natural en salchichas de pollo, evaluados durante un mes cada 7 días y reportó que la muestra control obtuvo mayor acidez (0.17% ácido láctico) y el tratamiento con 0.8% de aceite esencial de orégano obtuvo menor acidez (0.12% de ácido láctico), los cuales son bajos en comparación con lo obtenido en las hamburguesas. Puede deberse a la diferente composición que tiene la carne de pollo en comparación, con la carne de cuy, por ende, los resultados son diferentes.

Otros investigadores a mencionar; Osorio (2022), quien determinó el ácido láctico en carne madura, en el cual informa haber obtenido 0.16 % de acidez láctica y también menciona que la cantidad de ácido láctico depende de la cantidad de glucógeno presente; Así mismo Torres (2017), determinó acidez titulable en productos cárnicos para lo cual reportó 0.45% de ácido láctico. Además, Fisher (2008), menciona que existen estudios sobre aceites esenciales en las que se reportan que dichos aceites pueden modificar la estructura lipídica de la membrana celular de los microorganismos lo que causa la desnaturalización de proteínas y destrucción de la membrana celular, esto aumenta su permeabilidad, ocasionando la ruptura o escape del contenido citoplasmático y lisis celular de esta forma causa la muerte del microorganismo.

#### **4.1.3. Comportamiento del color**

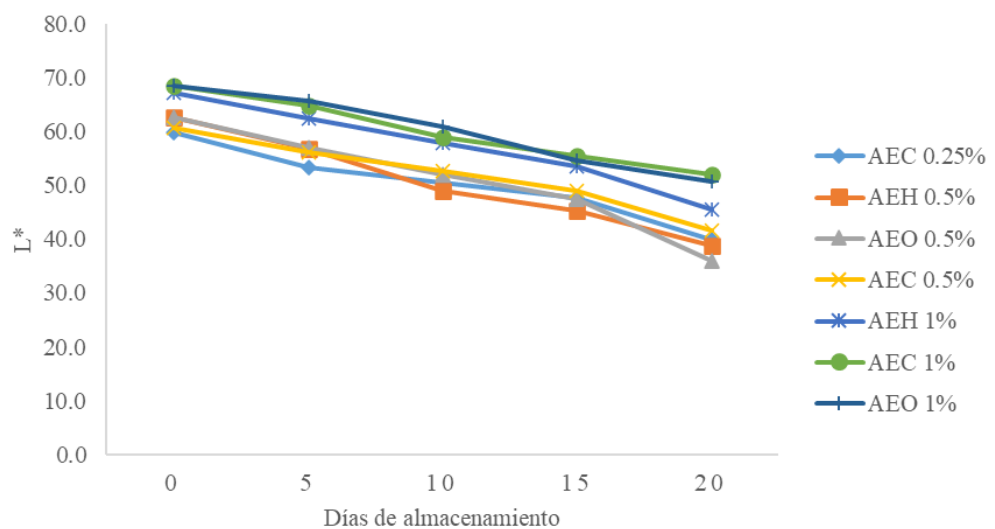
En la Figura 5, se observa el comportamiento de  $L^*$  (Luminosidad que va de 0=negro a 100=blanco) en las hamburguesas añadidos aceites esenciales a diferentes concentraciones evaluados durante los días de almacenamiento. En el ANOVA de la Tabla 21 se tiene que el factor tratamiento y factor días son significativamente diferentes, para ello se realizó la prueba de comparación Tukey ( $p \leq 0.05$ ) donde las concentraciones: 0.25% de AEC, 0.5% y 1% de aceites esenciales cambian a lo largo del tiempo significativamente es decir la luminosidad varía desde el primer día de estudio. En cambio Naves et al. (2014), evaluó efecto de la luz sobre los parámetros de color de la carne porcina en exhibición refrigerada a 4°C durante 7 días, en sus resultados reportó que no hubo cambios perceptibles para los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en carne expuesta a la luz y oscuridad. Sin embargo, la carne expuesta al oxígeno (envasada en filme de PVC) indujo al pardeamiento, resaltado por la reducción de los valores de  $L^*$



que fue cambiando a partir del cuarto día. Además, Ripoll et al., (2012), realizó una investigación en 24 terneros durante 8 días la apreciación de la carne bovina, para lo cual en sus resultados mencionó que no se encontró variación en los valores de  $L^*$ . La obtención de resultados diferentes para  $L^*$  puede ser a consecuencia del tipo de muestra y que en este estudio se añadió aceites esenciales. Además, Talero (2019), menciona que el aceite esencial de orégano tiene componentes como carvacrol (40%) y timol (11%) los que provocan cambio de color en el alimento de manera natural, así como también el estar en refrigeración o congelación producen cambios organolépticos propios de la fisicoquímica de los alimentos. estos conceptos hacen referencia a los valores obtenidos en el día 20 de estudio, donde las muestras perdieron la luminosidad de fresca, color rosado característico y empezaron a tornarse pálidas el cual es significado del inicio de la degradación.

### Figura 5

*Comportamiento de  $L^*$  en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento.*

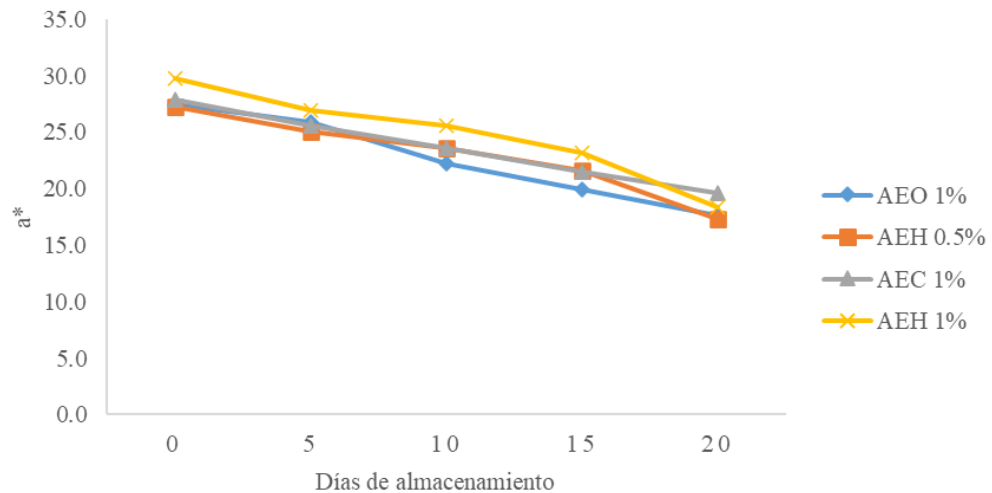




En la Figura 6, se observa cómo va disminuyendo los valores de  $a^*$  (que va de -verde a + rojo) en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy añadido aceites esenciales a concentraciones de 0%, 0.25%, 0.5% y 1%, a lo largo del tiempo de estudio solo las concentraciones óptimas logran mantener el color inicial. De acuerdo con ANOVA de la Tabla 24 del ANEXO 1 indica que existe diferencia significativa tanto en los tratamientos como en los días de almacenamiento para su comprobación se realizó la prueba comparativa Tukey ( $p \leq 0.05$ ) donde los tratamientos del 1% de aceites esenciales y el 0.5% de AEH presentan valores de  $a^*$  mayores al resto de los tratamientos, de la misma forma que  $L^*$  cambia a lo largo del tiempo de estudio, es decir existe diferencia significativa entre los días evaluados que  $a^*$  va disminuyendo cada día. Así mismo, Amensour (2010), indica que la coordenada  $a^*$  en carnes es afectada por factores tecnológicos (como la emulsión en frío o caliente, el tipo de picado, etc.), composición (como la relación entre la fracción magra y la fracción grasa, entre otros).

**Figura 6**

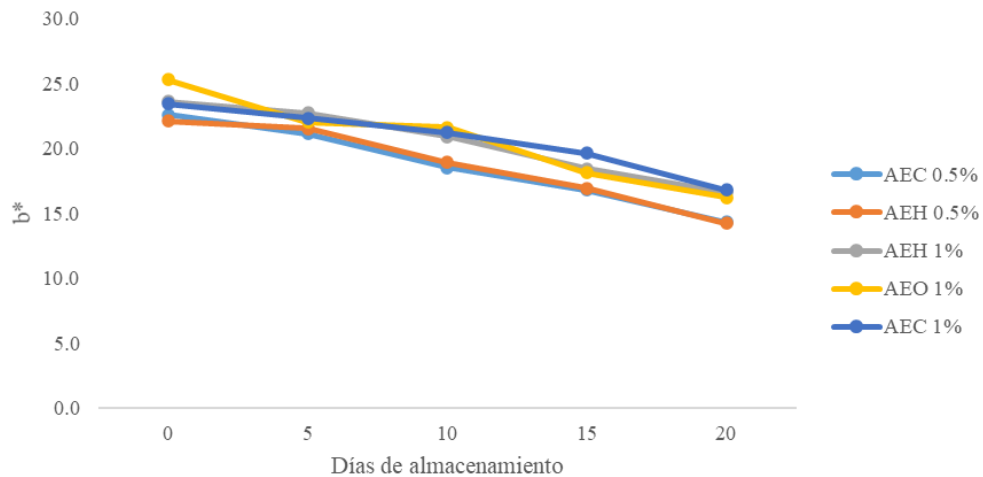
*Comportamiento de  $a^*$  en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento.*



En la Figura 7, se observa el comportamiento de los valores de  $b^*$  (que va de - azul a + amarillo) con respecto a los días de almacenamiento en donde indica que la hamburguesa disminuyó la intensidad de su color característico a lo largo del tiempo de estudio. Verificando el ANOVA en la Tabla 27 del ANEXO 1 si existe diferencia significativa entre tratamientos y entre días de almacenamiento para ello se realizó una prueba de comparación Tukey ( $p \leq 0.05$ ) donde los tratamientos al 0.5% y 1% de AEH, AEC y 1% de los tres aceites esenciales en estudio se mantuvieron similares entre sí, pero existe diferencia significativa entre los días de almacenamiento es decir los valores de  $b^*$  disminuyen cada día. Escalante (2008), afirma que hay factores que influyen en la estabilidad del color de la carne como el pH, la temperatura, la humedad relativa, la iluminación, las bacterias y la oxidación de lípidos.

**Figura 7**

*Comportamiento de  $b^*$  en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy durante el almacenamiento.*



Respecto a otros investigadores del color; Alvis et al., (2017), quien evaluó color, propiedades texturales y sensoriales en la carne de babilla, en sus resultados reportó valores positivos de  $L^*$  y  $b^*$ , negativo para  $a^*$  por lo que denominó a la carne de babilla como carne blanca. En el presente estudio los valores obtenidos para  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  son positivos los primeros días de estudio y fue disminuyendo a lo largo del tiempo lo que indica un color rojo claro cambiando a oscuro al finalizar el estudio, este caso puede deberse a la variación del tipo de carne, también menciona que los cambios de color se presentan normalmente a causa de las reacciones químicas producidas de manera natural como es el contacto con el oxígeno y la luz los cuales no tienen mucha interferencia con la composición nutricional del alimento.



## 4.2. ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL MEDIANTE LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA

Se realizó el análisis de vida útil mediante la evaluación microbiológica en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos AEO, AEH, AEC y almacenados a temperatura de refrigeración (4°C) durante un tiempo de 0, 5, 10, 15 y 20 días. Para la proyección de vida útil se realizó un ajuste lineal simple. Es necesario mencionar que para los resultados mostrados en las figuras siguientes de microorganismos se aplicó la fórmula 2, posterior a ello reportado en decimales  $\times 10^x$  y la dilución fue  $10^{-2}$ .

### 4.2.1. *Aerobios mesófilos*

En la Figura 8, se muestra el comportamiento de *Aerobios mesófilos* en las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy a las que se añadió aceites esenciales (AEO, AEH y AEC) a diferentes concentraciones (0%, 0.25%, 0.5% y 1%) y almacenados a refrigeración de 4°C durante 20 días. El análisis se realizó cada 5 días. Se realizó un ajuste con regresión lineal simple. Al verificar diferencias con ANOVA Tabla 30 del ANEXO 2 se encontró que tanto los tratamientos como los días son significativamente diferentes por lo tanto se procedió a realizar la prueba de comparación Tukey ( $p \leq 0.05$ ) presentados en las Tablas 31 y 32 del ANEXO 2 en donde los tratamientos; AEO al 0.5% y el 1% de los tres aceites esenciales inhibieron la proliferación microbiana a diferencia de los demás tratamientos pero a lo largo del tiempo de estudio todos los tratamientos fueron incrementando presentando diferencia significativa entre días de almacenamiento. El tratamiento con mayor incremento fue el de 0%.



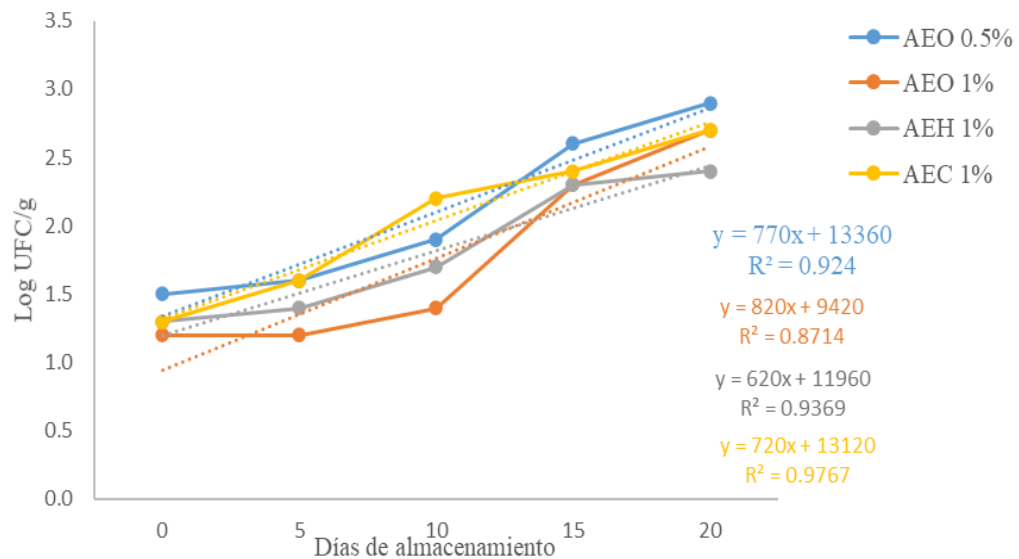
Estos resultados coinciden con Mamani (2016), evaluó 3 concentraciones de AE de orégano 0.4%, 0.8% y 1.2% en carne de cuy almacenados a 4°C, el conteo lo realizó cada dos días durante 12 días, donde la mayor concentración de AE de orégano mostró efectividad inhibitoria durante los doce días de estudio, Quispe (2017), incluyó orégano al 0.5% y 1% de concentración durante doce días donde el de mayor concentración (1%) resultó mejor conservante frente a microorganismos y de esta forma se corrobora que el orégano es efectivo como conservante en su mayor concentración, así mismo Salvá (2016), evaluó el efecto de aceite esencial de *Mentha spicata* sobre la estabilidad oxidativa y microbiológica durante (0, 3, 7, 10 y 15) días de almacenamiento a 4°C de un embutido cocido de vísceras rojas de cuy, donde el aceite esencial de hierba buena tuvo un efecto positivo sobre la carga microbiana *Aerobia mesófila*, coliformes totales y presencia de *Salmonella sp*, en las tres concentraciones aplicadas (0.10%, 0.20% y 0.30%), Huamán (2020), evaluó el AE de huacatay en hamburguesa de carne de res, para *Aerobios mesófilos* al 0 % encontró  $1.1 \times 10^7$  Ufc/g y (0.5 %)  $1.1 \times 10^6$  Ufc/g en un tiempo de 12 días confirmando que a mayor concentración mayor inhibición microbiano. Murillo & Soncco (2017), evaluó el aceite esencial de chacha koma en hamburguesa de carne de vacuno durante 20 días con concentraciones de 0.1 %, 0.125 % y 0.15 %, obteniendo en el día 10 un límite máximo de Ufc/g, mientras que en el día 15 reportó por debajo del límite máximo.

Según González (2018), la presencia de carga microbiana de *Aerobios mesófilos*, significa que pudo haberse dado condiciones favorables de temperatura ya que se adaptan a 37°C. Así mismo, Flores & Villalobos (2022), mencionan que

podría deberse a la contaminación de la materia prima en el proceso de deshuesado y elaboración de hamburguesas, debido a la deficiente manipulación.

### Figura 8

*Comportamiento de Aerobios mesófilos en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy agregados aceites esenciales y almacenados en refrigeración.*



Con respecto a otros investigadores con estudio similar; Condori (2011), realizó un estudio evaluando al orégano como conservante en la carne de cuy, el cual fue a 0.33% de concentración durante 42 días, el aceite esencial de orégano fue efectiva hasta el día 28, así mismo Quispe (2017), evaluó el efecto del aceite esencial de hierba buena en hamburguesas de llama durante 12 días de estudio obteniendo resultados positivos de las dos concentraciones que se evaluó (0.5 – 1%). Además Moran & Perez (2020), indica que el aceite esencial de hierba buena tiene capacidad antimicrobiana habiendo evaluado su efectividad en diferentes microorganismos. Indica que su efecto es debido a sus componentes fenólicos como el carvone y el limoneno.

En la Tabla 12, se observa la proyección de vida útil en hamburguesas mediante el recuento microbiano de UFC/g con ajuste de regresión lineal simple, donde hasta el día 45 con aceites esenciales de mayor concentración del estudio aún están dentro de lo permitido por la NTS. N°071 publicada por MINSA, (2008), en donde se establece que el límite permitido para *Aerobios mesófilos* en hamburguesas refrigeradas es de  $10^6$  UFC/g. Además, Miralles et al. (2011), menciona que a mayor concentración existe mayor concentración de las propiedades (carvacrol y timol) del orégano convirtiéndola en un potencial aditivo alimentario.

**Tabla 13**

*Proyección de vida útil en hamburguesas mediante la proliferación de Aerobios mesófilos.*

Muestra	Población microbiano día 0	Ecuación	Tiempo de estudio (días)	N° de microorganismos proyectados a diferentes días			
				30	35	40	45
AEO 0.5%	$1.5 \times 10^4$	$770x + 13360$	20	$3.6 \times 10^4$	$4.0 \times 10^4$	$4.4 \times 10^4$	$4.8 \times 10^4$
AEO 1%	$1.2 \times 10^4$	$820x + 9420$	20	$3.4 \times 10^4$	$3.8 \times 10^4$	$4.2 \times 10^4$	$4.6 \times 10^4$
AEH 1%	$1.3 \times 10^4$	$620x + 11960$	20	$3.1 \times 10^4$	$3.4 \times 10^4$	$3.8 \times 10^4$	$4.0 \times 10^4$
AEC 1%	$1.3 \times 10^4$	$720x + 13120$	20	$3.5 \times 10^4$	$3.8 \times 10^4$	$4.2 \times 10^4$	$4.6 \times 10^4$

#### 4.2.2. *Staphylococcus aureus*

En la Figura 9, se muestra que para este caso la mayoría de los tratamientos tuvieron eficacia frente al *Staphylococcus aureus* que estuvieron presentes en las hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos aceites esenciales a diferentes concentraciones y fueron almacenados a 4°C durante 20 días. De acuerdo con el ANOVA Tabla 33 del ANEXO 2 se muestra que el tratamiento y

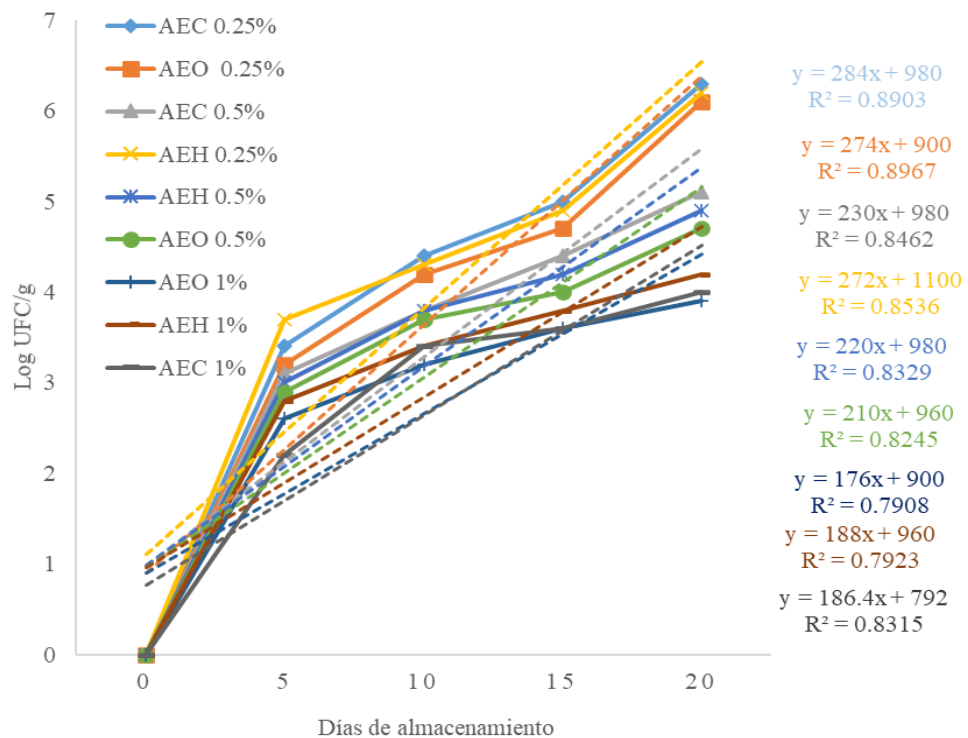




los días son significativamente diferentes cada uno para lo cual se realizó la prueba de comparación Tukey ( $p \leq 0.05$ ) en donde todos los tratamientos excepto la muestra control fueron eficientes en inhibir el incremento de *Staphylococcus aureus*, con respecto al factor día el primer día fue significativamente diferente a los días 5, 10, 15 y estos días fueron diferentes al día 15 y 20 lo que quiere decir que hubo incremento lento hasta el día 10. Resultados similares reportó Tapia & Quintana (2022), evaluaron el aceite esencial de orégano en la conservación de hamburguesa de res a concentraciones de 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% durante 30 días, almacenados a refrigeración a 4°C, en la cual para *S. aureus* obtuvo que a medida que aumenta la concentración del aceite esencial se incrementa la acción antimicrobiana. Orellana (2017), concluyó que el AE de orégano es efectivo inhibiendo el crecimiento de microorganismos, por el contenido de sus componentes timol y carvacrol.

**Figura 9**

*Comportamiento de Staphylococcus aureus en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy agregados aceites esenciales y almacenados en refrigeración.*



En la Tabla 13 se observa la proyección de vida útil en hamburguesas mediante el recuento microbiano de UFC/g con un ajuste de regresión lineal simple, la muestra control supera la carga microbiana en todos los días proyectados en comparación con los demás tratamientos. Los aceites esenciales presentan mayor efecto frente a la inhibición del crecimiento microbiano hasta el día 45 de proyección, en cambio los demás tratamientos superan el límite permitido de carga microbiana.

Los resultados obtenidos en el día 20 de las muestras con la adición de aceites esenciales de orégano, hierba buena y combinado, se encuentran dentro de los límites establecidos por la NTS 071 publicado por MINSA (2008), que está en

$10^2 - 10^3$  UFC/g excepto la muestra control que en el día 20 supera el límite permitido.

**Tabla 14**

*Proyección de vida útil en hamburguesas mediante la proliferación de Staphylococcus aureus.*

Muestra	Población microbiana		Tiempo de estudio (días)	N° de microorganismos proyectados a diferentes días			
	día 5	Ecuación		30	35	40	45
AEC 0.25%	$3.4 \times 10^3$	$284x + 980$	20	$9.5 \times 10^3$	$1.2 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$	$1.4 \times 10^4$
AEO 0.25%	$3.2 \times 10^3$	$274x + 900$	20	$9.1 \times 10^3$	$1.0 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$	$1.3 \times 10^4$
AEC 0.5%	$3.1 \times 10^3$	$230x + 980$	20	$7.9 \times 10^3$	$9.3 \times 10^3$	$1.0 \times 10^4$	$1.1 \times 10^4$
AEH 0.25%	$3.7 \times 10^3$	$272x + 1100$	20	$9.2 \times 10^3$	$1.2 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$	$1.3 \times 10^4$
AEH 0.5%	$3.0 \times 10^3$	$220x + 980$	20	$7.6 \times 10^3$	$8.7 \times 10^3$	$9.8 \times 10^3$	$1.2 \times 10^4$
AEO 0.5%	$2.9 \times 10^3$	$210x + 960$	20	$7.3 \times 10^3$	$8.1 \times 10^3$	$9.4 \times 10^3$	$1.0 \times 10^4$
AEO 1%	$2.6 \times 10^3$	$176x + 900$	20	$6.2 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$8.0 \times 10^3$	$8.8 \times 10^3$
AEH 1%	$2.8 \times 10^3$	$188x + 960$	20	$6.6 \times 10^3$	$7.5 \times 10^3$	$8.5 \times 10^3$	$9.4 \times 10^3$
AEC 1%	$2.3 \times 10^3$	$186.4x + 792$	20	$6.4 \times 10^3$	$7.3 \times 10^3$	$8.2 \times 10^3$	$9.2 \times 10^3$

Según Alejo (2011), puede deberse a que dicho microorganismo está presente en carnes crudas o cocidos de origen animal en este caso (carne de cuy), así mismo, Elika (2022) menciona que es porque dicho microorganismo está ampliamente distribuida en la naturaleza, puede encontrarse en el aire, agua, residuos, maquinaria y superficies de la industria alimentaria, también puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo en un ambiente seco, y es muy persistente en alimentos con contenido alto en sales y azúcares. La presencia de esta bacteria a pesar de los conservantes también se debe a la higiene en la manipulación que tuvo la carne para la elaboración (Pasachova et al., 2019).

Con respecto a otros investigadores; Castillo (2017), evaluó en hamburguesas de carne vacuna las propiedades antioxidantes y antimicrobianas del uso de aceite esencial de orégano al 0.8%, el cual fue almacenada cruda a 4°C



durante 9 días, al terminar reportó que *S. aureus* es muy sensible al AE de orégano. Además, Talero (2019), analizó las CMI de aceites esenciales dentro de ellos el orégano, al finalizar reportó que las concentraciones mínimas inhibitorias de aceite esencial de orégano para *E. coli*, *Salmolnella sp* y *Staphylococcus aureus* es de 0.12%, 0.25% y 0.25% respectivamente, se coincide con la concentración mínima aplicada en este estudio.

Por otra parte Castro (2016), realizó un estudio donde evaluó la eficacia del aceite esencial de menta, romero y amoxicilina 250g frente a las cepas de *S. aureus* in vitro, para lo cual encontró que con el aceite esencial de mentha al 25 % tuvo un promedio de halos de inhibición de  $2,600 \pm 2,8479$  mm; al 50%  $1,783 \pm 2,5854$ mm, al 75% de  $3,000 \pm 3,0822$ mm y al 100%  $5,567 \pm 2,0583$  mm, indicando que no hubo eficacia con ninguno de los aceites más si con la amoxicilina 250g. en el presente estudio el AEH si tuvo efecto inhibitorio, además Huamán (2020), en su investigación de aceite esencial de huacatay en hamburguesa de carne de res almacenados durante 12 días, encontró para 0%  $= 3.95 \times 10^2$  Ufc/g, 0.5%  $= 2 \times 10^2$  Ufc/g y 1%  $= 9.45 \times 10^1$  Ufc/g. de *Staphylococcus aureus* indicando que si hubo efecto inhibitorio a mayor concentración.

#### **4.2.3. *Escherechia coli***

Para esta parte del estudio en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy, se agregó AEO, AEH, AEC a tres concentraciones cada uno (0.25%, 0.5% y 1%) como conservantes y una muestra control almacenadas a refrigeración 4°C, en la cual se puede observar que no hubo presencia de *Escherechia coli* desde el inicio hasta el último día de estudio. Estos resultados indican ausencia de dicho



microorganismo en las muestras por lo que estaría dentro de los límites establecidos por NTS 071 publicado por MINSA (2008), donde indica el límite para hamburguesas refrigeradas debe de ser ausencia/25g.

La ausencia indica que los aceites esenciales agregados en el estudio tienen gran efecto sobre la bacteria logrando inhibir la proliferación además que en el presente estudio se tuvo precaución en cada proceso de elaboración del producto. También Rodríguez et al. (2006), evaluaron el efecto antioxidante de cinco plantas aromáticas dentro de ellas el aceite esencial del orégano, en lo que reportó un efecto positivo. Además, Araujo (2016), ha estudiado el efecto bactericida del aceite esencial de orégano en productos envasados que no son esterilizados, demostrando su efecto antimicrobiano frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

En el trabajo realizado por Chunga et al. (2022) , quienes evaluaron el efecto antibacteriano de *Mentha spicata* frente a *Escherichia coli* enteropatógeno a concentraciones de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, observó que en la concentración de aceite esencial al 100 % obtiene mayores halos de inhibición, siendo su valor máximo de 20 mm, seguido de la concentración al 80 %, teniendo como valor máximo de 18 mm, de esta forma reporta que *E. coli* es más sensible a mayores concentraciones de menta. Granados et al. (2013), investigaron el efecto de extractos de romero en hamburguesas con carne roja de atún en donde indicó que no hubo presencia de *Escherichia coli* durante el tiempo de estudio.

#### **4.2.4. *Salmonella Sp.***

Para esta parte del estudio en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy, se agregó AEO, AEH, AEC a tres concentraciones cada uno (0.25%, 0.5%



y 1%) como conservantes y una muestra control, almacenadas en refrigeración a 4°C, en donde se puede observar que no hubo presencia de *Salmonella sp* desde el inicio hasta el último día de estudio. Al igual que los resultados para *E. coli* se reportó ausencia teniendo en cuenta la NTS 071 publicado por MINSA (2008), el cual indica el límite para *Salmonella sp* en hamburguesas refrigeradas, debe ser ausencia/25g.

El motivo de la ausencia de *Salmonella sp* según (Sandrea et al., 2011), es porque este microorganismo se transmite a través de alimentos contaminados, además, de estar muy extendida en el medio ambiente debido a su capacidad para sobrevivir y adaptarse incluso en condiciones extremas y en el presente estudio se tuvo precaución en cada proceso de elaboración del producto además de haber añadido aceites esenciales a las muestras.

Celestino et al. (2014), probaron la actividad antimicrobiana de aceite esencial de orégano en carne cruda de cerdo a concentraciones de 1.5 a 2 mg/ml contra las bacterias *Salmonella sp* obteniendo resultados positivos. Así mismo se coincide con Quispe (2017), quien evaluó el efecto antioxidante, antimicrobiano del AE de orégano en jamón de carne de alpaca a dos concentraciones (0.5%, 1%), en sus resultados obtuvo que la concentración al 1% fue de mayor efectividad inhibiendo *Salmonella sp* y *Escherichia coli* con un reporte de ausencia/25g UFC/g, Murillo & Soncco (2017), en su investigación reportó ausencia de *Salmonella sp* al igual que esta investigación. También Chambi & Quiroz (2017), reportó ausencia de *Salmonella sp* en su investigación sobre el embutido tipo chorizo con agregación de aceite esencial de tomillo. Además, Lambert et al. (2001), en su investigación detectó que el aceite esencial de (*O. vulgare*) tiene efecto contra bacterias gram-positivas y gram-negativas. Por lo tanto, existe una

creciente demanda de conocimiento exacto de la concentración inhibitoria mínima (CIM) de los aceites esenciales para permitir un equilibrio entre la aceptabilidad sensorial y la eficacia antimicrobiana.

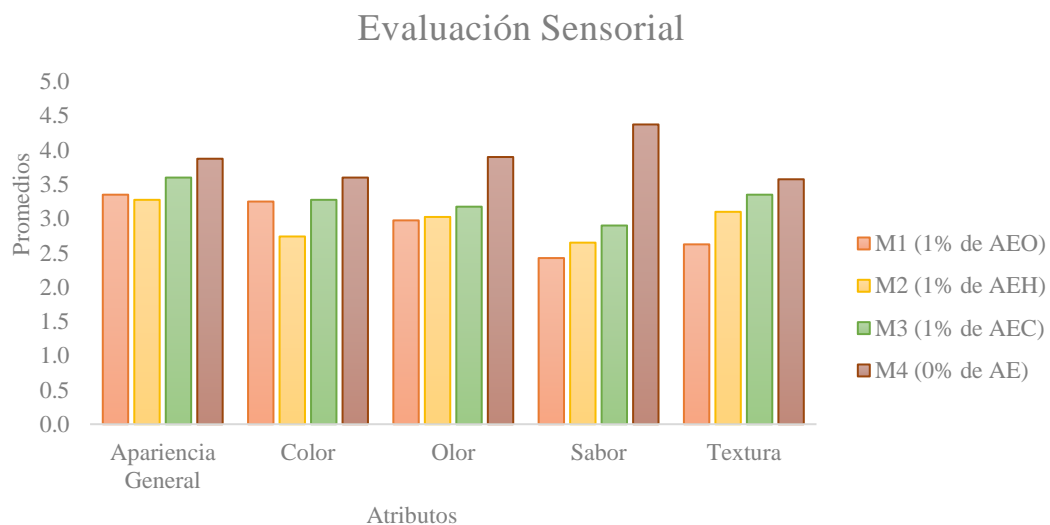
Por otro lado, Enriquez et al. (2024), en su artículo mencionan que se ha demostrado que el aceite esencial de hierba buena ejerce un efecto antibacteriano significativo en hamburguesas de carne de alpaca almacenado a  $-4^{\circ}\text{C}$  durante 7 días, inhibiendo el crecimiento de *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y *Staphylococcus aureus*, aclarando que la disminución de la proliferación microbiana es a medida que se incrementa la concentración del aceite esencial.

### 4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

En la Figura 10, se muestra el promedio de los atributos evaluados por 20 panelistas semientrenados fueron cuatro muestras; Hamburguesa con AEO 1% (M1), Hamburguesa con AEH 1% (M2), Hamburguesa con AEC 1% (M3) y Hamburguesa sin AE 0% (M4). De acuerdo con ANOVA Tabla 36 del ANEXO 3 para el atributo apariencia general hubo diferencia significativa en ambos factores (panelistas, muestras) en este caso se requería saber que muestras fueron diferentes o similares de manera que se realizó la prueba Tukey ( $p \leq 0.05$ ) donde resultó que M1, M2, M3 fueron similares perteneciendo al grupo B y M3 con M4 también fueron similares entre sí perteneciendo al grupo A. En el atributo color Tabla 38 del ANEXO 3 el factor de interés no fue significativo. Atributo olor Tabla 39 presentó diferencia significativa en el factor muestra por lo que se realizó comparaciones con la prueba Tukey ( $p \leq 0.05$ ) donde M4 fue significativamente diferente de las demás muestras. De igual forma resultó para el atributo sabor en cambio el atributo textura ANOVA Tabla 43 muestra que hay diferencia en el factor muestra y al realizar la prueba Tukey se obtuvo que M2, M3, M4 fueron similares y M1 con M2 también fueron similares entre sí.

**Figura 10**

*Evaluación sensorial al 1% de AEO, AEH, AEC y una muestra control.*



La baja puntuación de las muestras con AEO en atributo olor y sabor, puede deberse a la presencia de sus componentes carvacrol y timol de igual forma para las muestras con AEH que contiene carvone y limoneno, estos componentes de ambos aceites son de sabor y aroma fuerte, lo son aún más a mayor concentración. Es decir, la aplicación de aceites esenciales está parcialmente limitada debido a su intenso aroma, que puede causar en algunos casos efectos organolépticos negativos (Muñoz, 2002), por ello la muestra control resulta más agradable.

Estos resultados coinciden con Quispe (2017) quien evaluó la hamburguesa de carne de llama con aceites esenciales, en la cual obtuvo para el atributo color=3.9, olor=1.7, sabor=1.6 y textura=3.0 de puntuación, dando a conocer que las muestras no fueron de agrado para los evaluados, debido a la agregación de aceites esenciales, Mamani (2016) reportó algo similar a estos resultados en su investigación indicando baja aceptación por el fuerte aroma del aceite esencial de orégano. Ore et al. (2020), realizó una evaluación sensorial en hamburguesa de carne de alpaca a la cual añadió aceite





esencial de romero al 1% de concentración. La puntuación de los atributos para la hamburguesa de romero al 1% los reportó de la siguiente forma; 2.07 (color), 1.87 (olor), 1.80 (sabor) y 3.93 (textura) indicando que la muestra no fue del agrado de los jueces debido al fuerte olor y sabor del romero, y Murillo & Soncco (2017), reportó para el atributo color que no hubo diferencias entre las muestras testigo tanto hamburguesas con nisina y hamburguesas con AE. Por otra parte, Huamán (2020), en su investigación sobre la conservación de hamburguesas de carne de res con aceite esencial de huacatay, informo que resultó de mayor agrado para los panelistas las muestras con 0.5% de concentración.



## V. CONCLUSIONES

- El aceite esencial de orégano (AEO), el aceite esencial de hierbabuena (AEH) y el aceite esencial combinado (AEC), compuesto por un 50% de AEO y un 50% de AEH, en una concentración del 1%, resultaron adecuados para mantener estable el pH, la acidez y el color (preservando un tono rojo claro equilibrado), con cambios mínimos al final del estudio en comparación con la muestra de control (0% de aceite esencial).
- A medida que se incrementó la concentración de los aceites esenciales, tienen mayor efecto inhibitorio en la proliferación de *Aerobios mesófilos* y *Staphylococcus aureus* durante los 20 días de almacenamiento, mientras que la muestra control incrementó significativamente el número de microorganismos. Sin embargo, no se detectó la presencia de *Escherichia coli* ni *Salmonella sp.*
- En la evaluación sensorial, las muestras con una concentración de aceites esenciales al 1% no fueron significativamente diferentes, sin embargo, existe una ligera ventaja respecto al resto para la muestra control (M4) dado que resultó ser más atractiva y apetecible.



## VI. RECOMENDACIONES

- Investigar el rendimiento y el costo de producción de hamburguesas a base de carne de cuy.
- Investigar el uso de aceite esencial combinada de hierba buena y orégano para conservar otros derivados de productos cárnicos procedentes de la carne de cuy.
- Investigar otra combinación de aceites esenciales que puedan tener mayor efectividad frente a los microorganismos y que mantenga la calidad sensorial del producto y no presente consecuencias negativas.
- Explorar el uso de concentraciones más altas de menta y orégano en productos cárnicos para obtener mejores resultados en estudios microbiológicos y fisicoquímicos, mejorando la apariencia general, el olor, el sabor, el aroma y la textura.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalco, T. C. (2020). *Caracterización fitoquímica del aceite esencial de orégano (O. vulgare L.) por cromatografía de gases procedente de dos provincias del Ecuador. Trabajo* (Quím. Iván Samaniego, Ed.; Vol. 21, Número 1). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Abdul, M., Shahzadi, S. K., Bashir, A., Munir, A., & Shahzad, S. (2017). Evaluation of phenolic compounds and antioxidant and antimicrobial activities of some common herbs. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3475738>
- Acevedo, D., Navarro, M., & Monroy, L. (2013). Composición química del aceite esencial de hojas de orégano (origanum vulgare). *Informacion Tecnologica*, 24(4). <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400005>
- Aguilera, N., & Zapata, L. (2018). Composición nutricional de hamburguesas de vacuno, pollo y cerdo. *Organización de consumidores y usuarios de Chile*.
- Alarcón, L., & Olivas, E. (2001). *Manual de prácticas de microbiología de alimentos*. Universidad Autónoma, S.A.
- Alejo, J. C. (2011). *Evaluación de riesgos de Staphylococcus aureus enterotoxigénico en alimentos preparados no industriales en Colombia*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/I A/INS/Er-staphylococcus.pdf>



- Alfaro, R. H., Jiménez Badillo, Ma. del R., Braña Varela, D., Guadalupe Torres, M., & del Razo Rodríguez, O. E. (2013). *Evaluación Sensorial de la Carne de Cabra y Cabrito* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1). <https://studylib.es/doc/7925059/evaluaci%C3%B3n-sensorial-de-la-carne-de-cabra-y>
- Alvarez, M. A., & Casas Sierra, L. F. (2016). *Elaboración de hamburguesas a base de pota (*Dosidicus gigas*) y carragennina* [Experimental, Universidad Nacional del Callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/1766>
- Alvariñas, J., Antonucci, R., Burlando, G., Calvagno, M., & Carduz, M. I. (2020). *Guía temática para la asignatura Orientación en Nutrición, de la Carrera de Medicina de la Universidad de Buenos Aires*. <https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2020-06/grado-2020.pdf#page=43>
- Alvis, A., Romero, P., Granados, C., Torrenegra, M., & Pajaro Castro, N. (2017). Evaluación del color, las propiedades texturales y sensoriales de salchicha elaborada con carne de babilla (*Caiman Crocodilus Fuscus*). *Revista Chilena de Nutricion*, 44(1), 89-94. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000100012>
- ANDINA. (2023). *Razas de cuyes generadas por INIA incrementan en 20% la productividad*.
- Angarita, R. C. (2005). *Manual para la elaboración artesanal de productos cárnicos utilizando carne de cuy (*Cavia Porcellus*)*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecniaC>.



- Aparco, R., Delgado, M. del C., Tapia Tadeo, F., & Nolasco Carbajal, G. (2021). Perfil químico y actividad antioxidante de aceites esenciales de hierbas aromáticas altoandinas del Perú. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 153-165. <http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v5n14/2664-0902-arca-5-14-153.pdf>
- Arana, I., Orruño, M., & Barcina, I. (2022). *Como abordar y resolver aspectos prácticos de microbiología*.
- Araujo, F. E. (2016). *Efecto antibacteriano del aceite esencial de Origanum vulgare sobre Coliformes y Mesófilos en carnes de hamburguesas preparadas artesanalmente*. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/622/araujo\\_sf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/622/araujo_sf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Azabache, N. (2016). Recuento de Aerobios Mesófilos en alimentos método de película seca rehidratable. *SENASA*. [https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2016/12/MET-UCCIRT-Lma-01\\_0-Recuento-de-aerobios-mes%C3%B3filos-en-alimentos-m%C3%A9todo-de-pel%C3%ADcula-seca-rehidratable.pdf](https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2016/12/MET-UCCIRT-Lma-01_0-Recuento-de-aerobios-mes%C3%B3filos-en-alimentos-m%C3%A9todo-de-pel%C3%ADcula-seca-rehidratable.pdf)
- Balcázar, S., Tirado, O., Rodríguez, A., & Lucas, J. R. (2018). El pH de la carne de cobayo (*Cavia porcellus*) para consumo humano en los andes centrales del Perú. *Revista Veterinaria*, 29, 65-67. [www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage)



- Baños, E. J., Urrutia Albisua, E., Rodríguez Regordosa, H., Olmos López, J., & Días Vásquez, A. (2014). *Análisis sensorial* (M. Á. Carretero Domínguez, Ed.; 1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1). [https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial\\_final.pdf](https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf)
- BBC. (2019, febrero 15). *Científicos aseguran que la manteca de puerco es más saludable para freír que el aceite*. British Broadcasting Corporation.
- Beretta, A. N., Bassahun, D., Torres, D., Musselli, R., & García, L. (2017). Acidez titulable a pH = 7 estimada a partir del pH de una mezcla suelo:buffer. *Agrociencia*, 21(1), 105-108. <https://doi.org/10.31285/agro.21.1.12>
- Braña, D., Ramírez Rodríguez, E., Rubio Lozano, M. de la S., Sánchez Escalante, A., Torrescano Urrutia, G., Arenas de Moreno, M. L., Partida de la peña, J. A., Ponce Alquicira, E., & Ríos Rincón, F. G. (2011). *Manual de análisis de calidad en muestras de carne* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1). <https://docplayer.es/7102044-Manual-de-analisis-de-calidad-en-muestras-de-carne.html>
- Castillo, M. P. (2017). Efecto combinado del aceite esencial de orégano y extracto de ajo, en la conservación de hamburguesas de carne vacuna refrigerada. *Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina*.
- Castro, E. M., Chávez quintana, S. G., & Auquiñivín silva, E. A. (2019). Aceites esenciales de plantas nativas del Perú: Efecto del lugar de cultivo en las características fisicoquímicas y actividad antioxidante.



*Scientia Agropecuaria*, 10(4), 479-487.

<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.04>

Castro, Y. B. (2016). *Eficacia antibacteriana de los aceites esenciales de Mentha piperita «menta» y Rosmarinos officinalis «romero», sobre Staphylococcus aureus, estudio en vitro*. Universidad Cesar Vallejo.

Celestino A, J. B., Luevano R, S. L., & Heredia N. (2014). Reducton of foodbone pathogens in parsley by an improved formulation containing lime and oregano extracts. *J.Food Agric.*, 1, 6-12.

Cervantes, E., García González, R., & Salazar Schettino, P. M. (2014). *Características generales del Staphylococcus aureus*. 61(1), 28-40.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2014/pt141e.pdf>

Chambi C., & Quiroz T. (2017). *Extracción de aceite esencial de tomillo (thymus vulgaris l.) y su Evaluación Aplicada a la Conservación de Embutidos Tipo Chorizo*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Chunga, F. V., Guzman Gutierrez, S. L., & Luque Mendoza, C. C. (2022). *Efecto antibacteriano del aceite esencial de Mentha spicata sobre Escherechia coli realizado en el laboratorio de Blue Medical, Arequipa 2022*. Universidad Continental.

Condori, J. C. (2011). *Efecto del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare) como conservante en la carne de cuy (Cavia porcellus)*.

Costa, S. S., Garipey, Y., Rocha, S. C., & Raghavan. (2014). Extracción de aceite esencial de menta por microondas – Calibración de temperatura





- para el horno. *Journal of Food Engineering, Journal of Food Engineering*, 126, 1-6.
- Culqui, C. A. (2018). *Determinación de vida útil de carne de cuy empacado al vacío utilizando aceites esenciales nativos de la región Amazonas*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez Mendoza de Amazonas.
- De Landeta, M. C., Pighín, A. F., Marchesich, C., Cabrera, M. M., & Marchini, M. (2012). Composición centesimal y contenido de minerales en comidas rápidas: hamburguesas y salchichas de viena de primeras marcas crudas y cocidas. *Scielo.com*, 30(140), 18-24. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-73372012000300003&lang=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372012000300003&lang=es)
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. P. (2010). El color en los alimentos: Determinación de color en mieles. *Redalyc.org*, 1, 145-152. <https://www.redalyc.org/pdf/877/87715116010.pdf>
- Elika. (2022, abril 25). *Staphylococcus Aureus*. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/staphylococcus-aureus/?print=pdf>
- ENA. (2022). Consumo nacional de carne de cuy asciende a 400 gramos por persona al año. *Agencia Agraria de Noticias*.
- Enriquez, M., Serrano, G., Cuadrado, D., & Ricaurte, P. (2024). Efecto de los aceites esenciales de plantas aromáticas en la conservación de embutidos. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 29(1), 196-225. <https://doi.org/10.32480/rscp.2024.29.1.196>



- Enriquez, K. Y. (2019). *Evaluación de la calidad de la carne de cuy (Cavia porcellus) suplementada con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento* [Experimental, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].  
[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11520/Enriquez\\_mk.pdf?sequence=3](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11520/Enriquez_mk.pdf?sequence=3)
- Escalante, A. S., U. G. R., A. J. P., M. N. F., & W. G. H. (2008). *Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos*. 124-159.
- Fisher, K. & P. C. (2008). Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is citrus the answer. *Trends in Food Science & Technology*, 156-164.
- Flores, S., & Villalobos Infante, E. M. (2022). *Numeración de microorganismos aerobios mesófilos viables*.  
[https://www.sanipes.gob.pe/archivos/ensayos\\_aptitud/INFORME%20FINAL%202022-III.pdf](https://www.sanipes.gob.pe/archivos/ensayos_aptitud/INFORME%20FINAL%202022-III.pdf)
- Flores, C. I., Duarte, C., & Salgado Tello, I. P. (2017). Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. En *Revista Ciencia y Agricultura (Rev. Cien. Agri.)* Vol. (Vol. 14, Número 1).  
[https://www.researchgate.net/publication/328435600\\_Caracterizacion\\_de\\_la\\_carne\\_de\\_cuy\\_Cavia\\_porcellus\\_para\\_utilizarla\\_en\\_la\\_elaboracion\\_de\\_un\\_embutido\\_fermentado](https://www.researchgate.net/publication/328435600_Caracterizacion_de_la_carne_de_cuy_Cavia_porcellus_para_utilizarla_en_la_elaboracion_de_un_embutido_fermentado)
- Franco, J., Realini, C., Goyeneche, A., De Los Santos, C., Horta, C., & Delpiazzo, R. (2021). *Efecto del té verde y extractos de romero en la*



- vida útil de hamburguesas de cordero.* 57(215), 1-7.  
<https://doi.org/10.29155/VET.57.215.1>
- Garcia, F. M. (2017). *La conservación de los alimentos: nitratos, nitritos y la seguridad de los 'curados' (V)*. [www.restauracioncolectiva.com](http://www.restauracioncolectiva.com)
- Geornaras, I., & Sofos, J. N. (2011). Animal Source Foods (ASFs): Quality and Safety of Milk and Eggs. En *Encyclopedia of Animal Science, Second Edition* (pp. 30-32). CRC Press. <https://doi.org/10.1081/e-eas2-120034144>
- Giler, I. E., & Pérez, T. K. (2020). *Evaluación de la capacidad antimicrobiana y antioxidante de la mezcla de aceites esenciales, hierba buena (Mentha Spicata) y hierba luisa (Cymbopogon Citratus), frente a Salmonella Typhimurium, Listeria Monocytogenes y Escherichia Coli.*  
<http://www.fiq.ug.edu.ec>
- González, C. (2018). *Análisis de la calidad microbiológica de los alimentos procedentes de cadenas de comida rápida.*  
[https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21542/GonzalezRodriguez\\_Cristina\\_TFG\\_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21542/GonzalezRodriguez_Cristina_TFG_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Graciano, M. J., Rodriguez, J. G., Sumaya, M. T., Baloís, R., Jiménez, E. I., & Bautista, P. U. (2022). *Efecto de extractos naturales sobre la estabilidad oxidativa de hamburguesas de carne de cerdo durante el almacenamiento refrigerado.* 323-339.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242022000200323&lang=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242022000200323&lang=es)



- Granados, C., Guzmán, L. E., & Acevedo, D. (2013). Análisis proximal, sensorial y de textura de salchichas elaboradas con subproductos de la industria procesadora de atún (*Scombridae thunnus*). *Información Tecnológica*, 29-34.
- Gudiño, Y. (2001). *Determinación de acidez total titulable*.
- Guzmán, S. H., Díaz Huacus, R. S., & González Chavira, M. M. (2017). *Plantas medicinales la realidad de una tradición ancestral* (D. Coyocan, Ed.; Instituto). Noviembre 2017. <https://doi.org/C. P. 04010>,
- Hilvay, L. R. (2015). *Efecto de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon*), albahaca (*Ocimum basilicum L.*) y orégano (*Origanum vulgare*), en la conservación de carne de cuy (*Cavia porcellus*)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Huamán, M. (2020). *Evaluación de la influencia del aceite esencial de huacatay (*Tagetes minuta*) en la conservación de la hamburguesa de carne de res (*bos taurus*)*.
- Huamani, F. C., & Amaya, M. del C. (2022). La carne de Cuy como tratamiento potencial para la recuperación de pacientes Post Covid en la provincia de Huancayo - Perú. En *Repositorio UPH*. <https://repositorio.uoosevelt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14140/790/TESIS - HUAMANI - AMAYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INDECOPI. (2006). *Norma Técnica Peruana 201-058 para carne, productos cárnicos, definiciones, requisitos, carcasas, carne de cuy, cavia porcellus*. 7.



- IVAMI. (2018). *Microorganismos psicrófilos y psicrotróficos en alimentos y agua: Cultivo cualitativo y cuantitativo; identificación molecular (secuenciación)*.
- K, M. R., & Ah Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57-66.  
<https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J. Y., & Nychas, G. J. E. (2001). *A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol*. *Journal of Applied Microbiolog.*
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory Evaluation of Food. En D. R. Heldman (Ed.), *Food Science Text Series* (Second Edi).  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7843-7>
- Londoño, M., & Gómez, B. D. (2021). Nitratos y nitritos, la doble cara de la moneda. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 4(1).  
<https://doi.org/10.35454/rncm.v4n1.202>
- Mamani, R. S. (2016). *Efecto antimicrobiano del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare) sobre Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes y Salmonella spp. en la carne de cuy (Cavia porcellus)*.
- Mariezcurrena, M. A., Braña, D., Partida de la Peña, J. A., Ramírez, E., & Domínguez Vara, I. (2010). Estandarización de la metodología para la determinación de grasa en la carne de cerdo. *Revista Mexicana de*



*Ciencias Pecuarias*, 1, 269-275.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265620271006>

Martínez de la Torre, M. R., & Ocampo Rojas, I. G. (2017). *Carnes rojas y sus tipos de cocción* [Instituto Politecnico nacional].  
<https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/TIPOS-DE-COCCION-DE-CARNES.pdf>

Mead, G. C. (2009). *Análisis microbiológico de carne roja, aves y huevos* (G. C. Mead, Ed.; 1.<sup>a</sup> ed.). Zaragoza Acribia.

Medina M, L. A. (2009). *Determinación de humedad pH y acidez en carne fresca y productos cárnicos*. <https://ingenieria-alimentaria.blogspot.com/2009/12/carnicos-practica-01.html>

MINAGRI. (2019). *Potencial del Mercado Internacional para la Carne de cuy 2019*. *Agencia Peruana de Noticias Andina*.

MINSA. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*.

Miralles, S., Zimmermann, M. É., Amadio, C., Medina, R., & Dediol, C. (2011). *Aceite esencial de orégano: un potencial aditivo alimentario* (FCA UNCUYO). ISSN 0370-4661.  
[https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/3927/amadio.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3927/amadio.pdf)

Mora, I. (2014, noviembre). Usos e importancia del orégano. *Curso Propedéutico* Eje 4, 42.



<https://morapuentes.wordpress.com/2014/11/25/ usos-e-importancia-del-oregano/>

Muñoz, L. M. (2002). Plantas medicinales españolas: *Origanum Vulgare* L. (Lamiaceae) (Orégano). *Acta Botanica Malacitana*, 273-280. [http://www.biolveg.uma.es/abm/Volumenes/vol27/27\\_MunozCenteno.pdf](http://www.biolveg.uma.es/abm/Volumenes/vol27/27_MunozCenteno.pdf)

Murillo, B. M., & Soncco Arque, C. (2017). *Evaluación del efecto antimicrobiano del aceite esencial de chacha koma (senecio nutans schultz-bip) de Patahuasi - Arequipa durante el almacenamiento de la hamburguesa de carne de vacuno*. Universidad Nacional de San Agustín.

Navarro, J. (2020). *Determinación de nitritos y nitratos en hamburguesas de carne expandidas en el mercado Huamantanga – Puente Piedra , Junio-Diciembre 2019*. [https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/4413/T061\\_46954305\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/4413/T061_46954305_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Naves, C., Pereira Cardoso, G., Teixeira de Siqueira, L., & Méndes Ramos, E. (2014). *Efecto de la luz sobre los parámetros de calidad de la carne porcina en exhibición refrigerada*.

Norma Técnica Peruana-ISO 5492. (2008). Análisis sensorial. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 1*.

Oliva, O. H., & Fragoso Díaz, S. (2015). Consumo de comida rápida y obesidad, el poder de la buena alimentación en la salud. *RIDE Revista*



*Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 4(7).

<https://doi.org/10.23913/ride.v4i7.93>

Ore, F., Aguirre Huayhua, L. L., & Ticsihua Huaman, J. (2020). Acción del aceite esencial de romero y perejil en la aceptabilidad de la hamburguesa de carne de alpaca. *Polo del conocimiento*.

<https://doi.org/10.23857>

Orellana, A. C. (2017). Caracterización del aceite esencial de Hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) obtenido por el método de arrastre con vapor.

*Repositorio UNC*, 3, 17-22.

[http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3612/Orellana Salazar\\_\\_titulo quimica\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3612/Orellana%20Salazar__titulo%20quimica_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ortiz, A., Sánchez, M., García-Torres, S., León, L., López-Parra, M. M., Barraso, C., Martín-Mateos, M. J., & Tejerina, D. (2022). Feasibility of near infrared spectroscopy to classify lamb hamburgers according to the presence and percentage of cherry as a natural ingredient. *Applied Food Research*, 2(1).

<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100069>

Osorio, A. (2022). *Determinación del ácido láctico de la carne compress*.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Palmer, P. H. (2010). *Embutidos crudos y cocidos* [Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios].

<https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/embutidos-crudos-y-cocidos/embutidos-crudos-y-cocidos.pdf>

Partearroyo, T. (2018). *Carnes blancas, ¿cómo distinguirlas y cuáles son sus propiedades?*





- Pasachova, J., Ramirez, S., & Munoz, L. (2019). Staphylococcus aureus : generalidades , mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Scielo.com*, 25-38. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-25.pdf>
- Piñón, J. R. , M. A. L. , M. L. A. , M. A. C. , R. A. D. , P. N. G. , & V. R. S. (2015). Efecto del aceite esencial de orégano en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de pollo. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 5-11.
- Quispe, R. (2017). *Efecto antimicrobiano y antioxidante del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare), en el jamón de carne de alpaca (Vicugna Pacos)*.
- Quispe, D. D. (2017). *Efecto de los aceites esenciales de romero (Rosmarinus officinalis) y hierba buena (Mentha spicata) en hamburguesa de carne de llama (Lama glama)*”. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Ramirez, J. S. (2014). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *ResearchGate*, May. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-25.pdf>
- Ramos, C. (2019). *Elaboración de salchicha de pollo (Gallus domesticus L.), empleando aceite esencial de orégano (Origanum vulgare L.), como conservante natural, Pucallpa - Ucayali*. Universidad Nacional de Ucayali.



- Restrepo, D. A., Arango, C. M., Amézquita, A., & Restrepo, R. A. (2001). *Microbiología de la carne*. Universidad Nacional de Colombia.
- Reyes, M., Gómez, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*.  
<https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf>
- Ripoll, G., Panea, B., & Albertí, P. (2012). *Apreciación de la carne bovina y su relación con el espacio de color CIELab* (Vol. 108). Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.
- Rodríguez, J. L., Valdés, O., & Alemán, A. (2006). Evaluación de la actividad antioxidante de cinco hierbas aromáticas. *Instituto de investigaciones para la industria alimenticia. Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 14.
- Salvá, E. D. (2016). *Estabilidad oxidativa y microbiológica de un embutido cocido de vísceras rojas de Cavia porcellus con extracto etanólico de Mentha spicata*.
- Sánchez, MT. (2003). *Procesos de Elaboración de Alimentos y Bebidas. A.M.V.* (primera edición, Vol. 1). Editorial Mundi – Prensa.
- Sandrea, L. B., Piña Reyes, E. J., & Paz Montes, A. (2011). Salmonella spp. among Food Handlers in the Dining Room at a Venezuelan University. En *K asmera* (Vol. 38, Número 2).  
<https://ve.scielo.org/pdf/km/v39n2/art03.pdf>
- Serra, P. V., Santos, P. S., Pereira de Sousa, I. T., Santos da Silva, I., dos Santos Farias, K. W., dos Santos Souza, L., & Oliveira Everton, G. (2021).



- Chemical constituents , larvicidal activity and molluscicidal from fresh leaves of *Alpinia zerumbet* ( Pers .) and *Cymbopogon citratus* ( DC .) Stapf Resumen Constituyentes químicos, actividad larvicida y molusquida Resumo Constituintes químicos, ativid. *Scientific research article*, 50(2), 571-589.
- Surco, J. C., & Alvarado, J. A. (2011). *Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. Revista Boliviana de Química*, 28(2), 79-82.  
<http://www.scribd.com/bolivianjournalofchemistry>
- Talens, P. (2014). *Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB*.
- Talero, M. C. (2019). *Utilización de aceites esenciales en combinación con ácido láctico para extender la vida útil de carnes bovinas*.
- Tapia, J. A., & Quintana, K. M. (2022). *Conservación de hamburguesa de res con aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*)*.
- Torres, E. (2022). *Hamburguesa de carne con la adición de aloe vera para reducir el nivel de grasa* [Universidad Nacional San Luis Gonzaga].
- Torres, R. (2017). *Determinación de acidez titulable en productos cárnicos*.
- Varnam, A, & Sutherland. J. (1987). *Carne y Productos Cárnicos: tecnología, química y microbiología*. (S. A. Editorial Acribia, Ed.; segunda edición, Vol. 1).
- Vizcaino, A. (2023). *Consumo de hamburguesas en Perú, Chile, Brasil*. 16.



Yousef, A. E., & Carlstroom, C. (2006). *Microbiología de los alimentos. Manual de laboratorio.* (Editorial Acribia S.A, Ed.).

Yupa, A. S. (2017). *Evaluación sensorial a fin de vida útil de la carne de cuy (Cavia Porcellus) condimentada envasada al vacío.* Universidad del Azuay.

Zimmerman, M. (2005). *ph de la carne y factores que lo afectan.* 141-152.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina\\_carne/146-carne.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf)



## ANEXOS

**ANEXO 1.** Cuadros de análisis estadístico para evaluar pH, acidez y color en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy añadidos AEO, AEH y AEC.

**a. pH**

**Tabla 15**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar pH de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

<b>Nota</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamientos	11	6.642	0.60381	7.08	0.000
Días	4	5.657	1.41425	16.58	0.000
Error	44	3.753	0.08531		
Total	59	16.052			

**Tabla 16**

*Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos.*

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
AEC 1	5	5.928	A	
AEO 1	5	5.888	A	
AEC 0.5	5	5.856	A	
AEH 1	5	5.852	A	
AEH 0.5	5	5.794	A	
AEO 0.5	5	5.738	A	
AEC 0.25	5	5.688	A	
AEH 0.25	5	5.678	A	B
AEO 0.25	5	5.546	A	B C
AEH 0.0	5	5.046	B	C
AEC 0.0	5	5.040		C
AEO 0.0	5	5.038		C

**Tabla 17**

*Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días.*

Días	N	Media	Agrupación	
0 días	12	5.96000	A	
5 días	12	5.81500	A	
10 días	12	5.71083	A	
15 días	12	5.32583		B
20 días	12	5.14333		B



**b. Acidez**

**Tabla 18**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar acidez de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC.	Valor F	Valor p
Tratamientos	11	1.6677	0.151608	28.41	0.000
Días	4	1.8172	0.454290	85.12	0.000
Error	44	0.2348	0.005337		
Total	59	3.7197			

**Tabla 19**

*Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos.*

Tratamientos	N	Media	Agrupación					
AEO 0.0	5	0.864	A					
AEH 0.0	5	0.864	A					
AEC 0.0	5	0.852	A					
AEO 0.25	5	0.738	A	B				
AEH 0.25	5	0.678		B	C			
AEC 0.25	5	0.642		B	C	D		
AEO 0.5	5	0.606		B	C	D		
AEH 0.5	5	0.576			C	D	E	
AEC 0.5	5	0.510				D	E	F
AEO 1	5	0.420					E	F
AEC 1	5	0.414						F
AEH 1	5	0.402						F

**Tabla 20**

*Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días.*

<b>Días</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
20 días	12	0.8875	A
15 días	12	0.7675	B
10 días	12	0.5925	C
5 días	12	0.4825	D
0 días	12	0.4225	D

**c. Color**

- **L\***

**Tabla 21**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color L\* de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

<b>Nota</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamientos	11	4733.3	430.30	20.00	0.000
Días	4	5928.9	1482.24	68.90	0.000
Error	44	946.6	21.51		
Total	59	11608.8			



**Tabla 22**

*Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos.*

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
AEO 1	5	60.02	A	
AEC 1	5	59.96	A	
AEH 1	5	57.30	A	
AEC 0.5	5	51.96	A	B
AEO 0.5	5	51.00	A	B
AEH 0.5	5	50.44	A	B
AEC 0.25	5	50.20	A	B
AEH 0.25	5	44.38	B	C
AEO 0.25	5	42.70	B	C
AEO 0.0	5	35.56		C
AEC 0.0	5	35.20		C
AEH 0.0	5	34.66		C

**Tabla 23**

*Prueba de comparación Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días.*

Días	N	Media	Agrupación	
0 días	12	61.0167	A	
5 días	12	55.0250	B	
10 días	12	48.1083	C	
15 días	12	42.3750		D
20 días	12	32.3833		E



- a\*

**Tabla 24**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color a\* de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamientos	11	436.66	39.696	19.17	0.000
Días	4	1095.66	273.915	132.27	0.000
Error	44	91.12	2.071		
Total	59	1623.44			

**Tabla 25**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos.*

Tratamientos	N	Media	Agrupación						
AEH 1	5	24.78	A						
AEC 1	5	23.64	A	B					
AEH 0.5	5	22.98	A	B					
AEO 1	5	22.62	A	B	C				
AEC 0.0	5	21.34		B	C	D			
AEC 0.5	5	21.30		B	C	D	E		
AEC 0.25	5	19.62			C	D	E	F	
AEO 0.5	5	19.28				D	E	F	
AEH 0.25	5	18.32				D	E	F	G
AEO 0.25	5	18.18					E	F	G
AEO 0.0	5	16.58						F	G
AEH 0.0	5	16.08							G

**Tabla 26**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días.*

<b>Días</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
0 días	12	26.5333	A
5 días	12	23.1083	B
10 días	12	20.5250	C
15 días	12	17.6083	D
20 días	12	14.1917	E

- **b\***

**Tabla 27**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color b\* de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

<b>Nota</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamientos	11	417.83	37.985	29.22	0.000
Días	4	650.23	162.558	125.05	0.000
Error	44	57.20	1.300		
Total	59	1125.26			

**Tabla 28**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos.*

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
AEC 1	5	20.66	A	
AEO 1	5	20.64	A	
AEH 1	5	20.44	A	
AEH 0.5	5	18.72	A	B
AEC 0.5	5	18.46	A	B
AEC 0.0	5	18.42	A	B
AEO 0.5	5	17.84		B
AEH 0.25	5	17.36		B
AEC 0.25	5	16.94		B
AEO 0.25	5	16.40		B
AEH 0.0	5	12.60		C
AEO 0.0	5	12.38		C

**Tabla 29**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días.*

Días	N	Media	Agrupación	
0 días	12	22.0333	A	
5 días	12	20.0833		B
10 días	12	17.6833		C
15 días	12	15.2250		D
20 días	12	12.8333		E

**ANEXO 2.** Cuadros de análisis estadístico para el análisis de vida útil mediante la evaluación microbiológica en hamburguesas añadidos AEO, AEH y AEC.

**a. Aerobios mesófilos**

**Tabla 30**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar Aerobios mesófilos de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	11	21.498	1.95435	28.29	0.000
Días	4	25.552	6.38808	92.47	0.000
Error	44	3.040	0.06908		
Total	59	50.090			

**Tabla 31**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos.*

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
AEC 0.0	5	3.50	A	
AEH 0.0	5	3.48	A	
AEO 0.0	5	3.46	A	
AEC 0.25	5	2.82	B	
AEH 0.25	5	2.72	B	
AEC 0.5	5	2.52	B	C
AEH 0.5	5	2.48	B	C
AEO 0.25	5	2.48	B	C
AEO 0.5	5	2.10	C	D
AEC 1	5	2.04	C	D
AEH 1	5	1.82		D
AEO 1	5	1.76		D

**Tabla 32**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días.*

Días	N	Media	Agrupación
20 días	12	3.55833	A
15 días	12	3.02500	B
10 días	12	2.59167	C
5 días	12	2.10000	D
0 días	12	1.71667	E

**b. *Staphylococcus aureus*****Tabla 33**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar Staphylococcus aureus de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	11	208.23	18.930	10.14	0.000
Días	4	322.73	80.682	43.20	0.000
Error	44	82.17	1.867		
Total	59	613.12			

**Tabla 34**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los tratamientos.*

<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
AEC 0.0	5	7.50	A
AEH 0.0	5	7.36	A
AEO 0.0	5	7.30	A
AEC 0.25	5	3.82	B
AEO 0.25	5	3.64	B
AEC 0.5	5	3.30	B
AEH 0.25	5	3.22	B
AEH 0.5	5	3.18	B
AEO 0.5	5	3.06	B
AEH 1	5	2.84	B
AEO 1	5	2.66	B
AEC 1	5	2.66	B

**Tabla 35**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los días.*

<b>Días</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
20 días	12	6.92500	A
15 días	12	5.40000	A B
10 días	12	4.77500	B
5 días	12	3.95833	B
0 días	12	0.00000	C



**ANEXO 3.** Tablas estadísticas para la evaluación sensorial en hamburguesas añadidas AEO, AEH, AEC y la muestra control.

**a. Apariencia general**

**Tabla 36**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar apariencia general de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC.	Valor F	Valor p
Panelista	19	36.825	1.9382	6.24	0.000
Muestra	3	4.425	1.4750	4.75	0.005
Error	57	17.700	0.3105		
Total	79	58.950			

**Tabla 37**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras.*

Muestra	N	Media	Agrupación
M4	20	3.875 A	
M3	20	3.600 A	B
M1	20	3.350	B
M2	20	3.275	B





## b. Color

**Tabla 38**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar color de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Panelista	19	29.988	1.5783	5.31	0.000
Muestra	3	1.562	0.5208	1.75	0.167
Error	57	16.937	0.2971		
Total	79	48.487			

## c. Olor

**Tabla 39**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar olor de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Panelista	19	13.53	0.7123	1.67	0.071
Muestra	3	11.06	3.6865	8.62	0.000
Error	57	24.38	0.4277		
Total	79	48.97			

**Tabla 40**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras.*

Muestra	N	Media	Agrupación
M4	20	3.900	A
M3	20	3.175	B
M2	20	3.025	B



M1 20 2.975 B

**d. Sabor**

**Tabla 41**

*Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar sabor de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nota	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Panelista	19	12.76	0.6717	1.31	0.212
Muestra	3	46.46	15.4875	30.27	0.000
Error	57	29.16	0.5116		
Total	79	88.39			

**Tabla 42**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras.*

Muestra	N	Media	Agrupación
M4	20	4.375	A
M3	20	2.900	B
M2	20	2.650	B
M1	20	2.425	B

**e. Textura****Tabla 43**

Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar textura de la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.

<b>Nota</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Panelista	19	17.762	0.9349	2.21	0.011
Muestra	3	9.962	3.3208	7.83	0.000
Error	57	24.163	0.4239		
Total	79	51.888			

**Tabla 44**

*Prueba de comparación de Tukey con un 95% de intervalo de confianza y una significancia de ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las muestras.*

<b>Muestra</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
M4	20	3.575	A
M3	20	3.350	A
M2	20	3.100	A B
M1	20	2.625	B



**ANEXO 4.** Ficha de evaluación sensorial.

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL															
NOMBRE DEL PANELISTA															
PRODUCTO															
FECHA															
<p><b>INSTRUCCIONES</b></p> <p>Frente a Ud. se presentan 4 muestras M1, M2, M3 y M4 en la que se le pide observar y evaluar la apariencia general, color, olor, sabor y textura, asignando un puntaje a las muestras en el orden de su preferencia o aceptación, de acuerdo al puntaje escriba los números. Siga la siguiente escala:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Excelente</td> <td style="padding: 2px;">5 puntos</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Muy bueno</td> <td style="padding: 2px;">4 puntos</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Bueno</td> <td style="padding: 2px;">3 puntos</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Regular</td> <td style="padding: 2px;">2 puntos</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Malo</td> <td style="padding: 2px;">1 punto</td> </tr> </tbody> </table>						Excelente	5 puntos	Muy bueno	4 puntos	Bueno	3 puntos	Regular	2 puntos	Malo	1 punto
Excelente	5 puntos														
Muy bueno	4 puntos														
Bueno	3 puntos														
Regular	2 puntos														
Malo	1 punto														
MUESTRAS	APARIENCIA GENERAL	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA										
M1															
M2															
M3															
M4															
<p>Pruebe la muestra e indique en la escala con una (x) en cuál de las circunstancias que se presentan ¿usted consumiría el producto?</p> <p>Siempre.....</p> <p>Frecuentemente.....</p> <p>En ocasiones.....</p> <p>Casi nunca.....</p> <p>OBSERVACIONES:.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>															



**Tabla 45**

*Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo apariencia general en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

N° de panelistas	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
1	3	2	2	3
2	4	4	5	5
3	4	4	4	3
4	3	2	3	2
5	4	5	4	5
6	2	2	4	3
7	3	4	3	4
8	3	2	4	3
9	3	3	2	4
10	4	2	4	4
11	3	3	3	4
12	2	3	4	3
13	4	4	5	5
14	3	4	4	4
15	4	3	3	4
16	4	4	4	4
17	5	4	5	5
18	4	4	4	5
19	4	4	4	5
20	4	4	4	5
Promedio	3	3	4	4



**Tabla 46**

*Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo color en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

Nº de panelistas	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
1	2	3	2	3
2	5	5	4	4
3	4	5	4	3
4	4	4	3	4
5	4	4	5	4
6	3	2	3	4
7	3	3	3	4
8	3	2	3	3
9	3	4	3	3
10	3	3	2	3
11	3	3	3	4
12	3	3	3	3
13	5	5	5	5
14	3	3	4	5
15	3	3	3	4
16	3	4	4	4
17	4	4	4	3
18	4	4	5	4
19	4	4	4	4
20	4	4	4	4
Promedio	3	3	3	4



**Tabla 47**

*Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo olor en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

N° de panelistas	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
1	3	3	2	3
2	4	3	4	5
3	4	4	5	4
4	3	2	2	4
5	3	4	2	4
6	3	3	3	3
7	4	3	2	4
8	4	3	4	3
9	4	4	3	4
10	3	2	3	3
11	4	2	3	4
12	3	3	4	4
13	3	4	5	5
14	3	4	4	4
15	3	3	4	4
16	2	4	4	4
17	2	4	4	5
18	3	4	4	4
19	3	3	3	4
20	3	3	3	5
Promedio	3	3	3	4



**Tabla 48**

*Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo sabor en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

N° de panelistas	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
1	2	3	4	4
2	4	3	2	5
3	3	3	3	5
4	2	1	2	5
5	2	4	3	5
6	3	3	3	4
7	2	3	2	4
8	3	3	4	4
9	3	4	3	4
10	3	3	4	4
11	2	2	2	5
12	2	3	3	4
13	3	2	5	5
14	4	1	1	4
15	2	2	2	5
16	2	3	3	5
17	2	4	3	5
18	3	3	4	5
19	3	3	4	4
20	3	3	4	5
Promedio	2	3	3	4





**Tabla 49**

*Puntuación que se obtuvo en la evaluación sensorial del atributo textura en la hamburguesa elaborada a partir de carne de cuy.*

N° de panelistas	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
1	1	3	4	2
2	3	4	4	4
3	3	4	5	5
4	2	3	4	2
5	2	4	4	5
6	2	3	3	4
7	3	3	3	4
8	3	2	3	4
9	3	3	3	4
10	3	2	4	4
11	2	3	3	4
12	3	3	2	4
13	2	4	5	3
14	3	3	2	3
15	3	3	3	3
16	3	3	3	4
17	3	4	3	4
18	4	3	4	4
19	4	4	4	5
20	4	3	3	4
Promedio	3	3	3	4



## ANEXO 5. Ficha técnica del aceite esencial de orégano.

### FICHA TÉCNICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA

Nombre Comercial: aceite esencial de orégano

Nombre científico: *Origanum vulgare l.*

ID Producto: EOP – 14 - 5213

#### 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Parte de la planta utilizada: Hojas

Método de extracción: Destilación por arrastre de vapor.

#### 3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Color: Amarillo pálido a intenso

Olor: Característico

Aspecto: Líquido

#### 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Densidad a 20°C (g/ml): 0.935 – 0.971 g/ml.

Índice de refracción 20°C: 1.508 – 1.52

#### 5. ESTABILIDAD Y ALMACENAJE

Guardar en recipientes llenos y cerrados, en lugar fresco y seco al abrigo de la luz directa.

Superados los 24 meses de almacenaje.



## ANEXO 6. Ficha técnica del aceite esencial de hierba buena.

### FICHA TÉCNICA DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBA BUENA

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA

Nombre Comercial: aceite esencial de Hierba Buena

Nombre científico: *Mentha spicata l.*

ID Producto: EOP – 05 - 9116

#### 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Parte de la planta utilizada: Hojas

Método de extracción: Destilación por arrastre de vapor.

#### 3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Color: Transparente a amarillo pálido.

Olor: Fresco, mentolado.

Aspecto: Líquido

#### 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Densidad a 20°C (g/ml): 0.917 g/ml

Índice de refracción 20°C: 1.480 – 1.495

#### 5. ESTABILIDAD Y ALMACENAJE

Guardar en recipientes llenos y cerrados, en lugar fresco y seco al abrigo de la luz directa.

Superados los 24 meses de almacenaje.

## ANEXO 7. Panel fotográfico

**Figura 11**

*Molienda de la carne de cuy.*



**Figura 12**

*Pesado de la muestra.*



**Figura 13**

*Moldeado de las muestras.*



**Figura 14**

*Análisis del pH.*



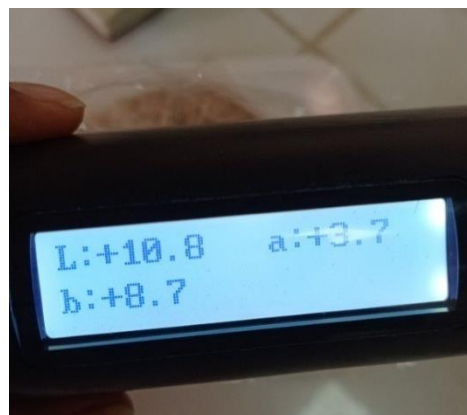
**Figura 15**

*Titulación de la acidez.*



**Figura 16**

*Determinación del color.*



**Figura 17**

*Pesado de la muestra para el análisis microbiológico.*



**Figura 20**

*Preparado del agar genérico para la siembra de la muestra.*



**Figura 18**

*Licuada de la muestra para el análisis microbiológico.*



**Figura 21**

*Siembra de las muestras en placas Petri y tubos de ensayo.*



**Figura 19**

*Pesado del agar genérico para el preparado.*



**Figura 22**

*Incubación de las muestras rotuladas a temperatura requerida.*

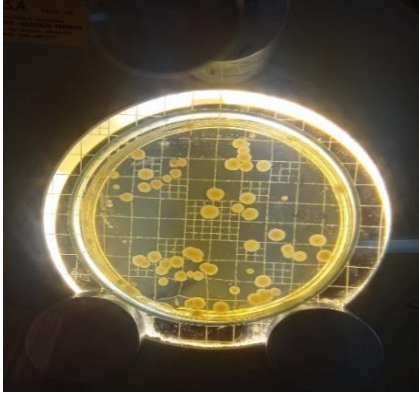




**Figura 23**  
*Incubación de las muestras para*  
*Escherechia coli.*



**Figura 24**  
Conteo de UFC de microorganismos.



**Figura 25**  
*Muestras y cartilla para la evaluación*  
*sensorial.*



**Figura 26**  
Evaluación sensorial.





## ANEXO 8. Análisis microbiológico de alimentos



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

MUESTRA : Hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy.  
 PROCEDENCIA : Puno  
 INTERESADA : Elys Leonela Quispe Capajaña  
 MOTIVO : Tesis: Estudio microbiológico de la aplicación de aceites esenciales en hamburguesas elaboradas a partir de carne de cuy (*Cavia porcellus*).

FECHA DE MUESTREO : 5 de junio del 2023

FECHA DE ANÁLISIS : 5 de junio del 2023

### RESULTADOS

#### DETERMINACIÓN DE BACTERIAS *AEROBIOS MESÓFILOS*

Muestras con aceite esencial de orégano (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).

0 días				5 días				10 días				15 días				20 días			
215	185	150	120	265	215	159	119	368	230	195	149	390	279	259	230	492	333	290	271
218	180	152	122	268	216	157	124	367	228	184	136	392	274	268	229	495	332	291	270
210	168	152	119	271	215	160	120	368	230	184	136	396	283	264	228	496	335	292	272

UFC/g; Repeticiones 3; Dilución:  $10^{-2}$

Muestras con aceite esencial de hierba buena (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).

0 días				5 días				10 días				15 días				20 días			
216	195	174	122	267	242	215	144	369	260	247	162	396	297	278	230	498	367	324	242
215	194	178	132	267	240	214	140	370	261	244	168	396	295	277	228	495	365	328	240
210	192	169	132	268	245	214	148	368	264	250	165	397	292	276	225	489	370	326	244

UFC/g; Repeticiones 3; Dilución:  $10^{-2}$

Muestras con aceite esencial combinado (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).

0 días				5 días				10 días				15 días				20 días			
215	183	165	125	268	238	214	165	365	279	256	216	398	334	286	245	498	369	324	267
216	185	168	123	264	240	214	160	366	270	255	218	399	334	288	240	496	369	326	266
216	185	169	130	264	240	218	168	362	279	254	214	398	335	287	248	492	370	322	266

UFC/g; Repeticiones 3; Dilución:  $10^{-2}$



**DETERMINACIÓN DE BACTERIAS *STAPHYLOCOCCUS AUREUS***

Muestras con aceite esencial de orégano (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).

0 días				5 días				10 días				15 días				20 días			
0	0	0	0	67	30	29	27	76	40	37	30	98	45	39	36	126	62	48	37
0	0	0	0	68	34	31	25	73	45	37	33	96	48	42	33	122	60	45	39
0	0	0	0	68	32	28	26	78	42	36	32	99	49	40	40	120	61	49	40

UFC/g; Repeticiones 3; Dilución:  $10^{-2}$

Muestras con aceite esencial de hierba buena (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).

0 días				5 días				10 días				15 días				20 días			
0	0	0	0	69	36	30	30	76	42	40	36	99	49	41	39	126	65	49	45
0	0	0	0	68	38	31	29	70	46	37	34	99	48	45	35	132	60	45	42
0	0	0	0	68	38	28	26	78	42	36	32	99	50	40	40	120	61	54	40

UFC/g; Repeticiones 3; Dilución:  $10^{-2}$

Muestras con aceite esencial combinado (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).

0 días				5 días				10 días				15 días				20 días			
0	0	0	0	69	33	32	27	76	46	38	36	102	50	47	36	130	62	52	42
0	0	0	0	70	34	31	28	80	45	39	33	96	52	45	34	122	60	51	39
0	0	0	0	68	35	30	29	81	42	36	32	99	49	40	39	132	66	49	40

UFC/g; Repeticiones 3; Dilución:  $10^{-2}$

DETERMINACIÓN DE BACTERIAS *ESCHERECHIA COLI*: Negativo

DETERMINACIÓN DE BACTERIAS *SALMONELLA SP*: Negativo

**DETERMINACIÓN DE pH**

Muestras con aceite esencial de orégano (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).

0 días				5 días				10 días			
5.89	5.92	5.98	6.01	5.51	5.81	5.90	5.99	5.41	5.65	5.73	5.92
5.86	5.93	5.99	6.01	5.53	5.82	5.90	5.98	5.40	5.65	5.73	5.92
5.91	5.92	5.98	6.01	5.50	5.82	5.91	5.98	5.41	5.65	5.71	5.93

Repeticiones; 3.





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



15 días				20 días			
4.36	5.25	5.64	5.76	4.02	5.11	5.46	5.81
4.38	5.21	5.59	5.86	4.04	5.11	5.51	5.74
4.33	5.22	5.66	5.83	4.01	5.12	5.42	5.59

**Muestras con aceite esencial de hierba buena (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días				5 días				10 días			
5.91	5.95	5.97	6.02	5.52	5.78	5.99	5.94	5.40	5.69	5.82	5.89
5.87	5.95	5.97	6.02	5.51	5.79	5.97	5.95	5.45	5.69	5.82	5.88
5.93	5.95	5.98	6.03	5.50	5.76	5.97	5.97	5.42	5.68	5.81	5.89

Repeticiones; 3.

15 días				20 días			
4.36	5.53	5.71	5.78	4.04	5.44	5.54	5.61
4.35	5.52	5.71	5.78	4.05	5.44	5.58	5.62
4.35	5.55	5.71	5.79	4.05	5.45	5.54	5.63

**Muestras con aceite esencial combinado (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días				5 días				10 días			
5.89	5.96	5.98	6.04	5.50	5.92	5.96	5.99	5.43	5.77	5.83	5.96
5.89	5.96	5.99	6.04	5.58	5.93	5.95	6.01	5.42	5.78	5.83	5.96
5.88	5.95	5.99	6.05	5.54	5.92	5.94	6.01	5.43	5.78	5.82	5.98

Repeticiones; 3.

15 días				20 días			
4.33	4.54	5.79	5.84	4.02	5.24	5.70	5.79
4.32	4.54	5.80	5.84	4.02	5.23	5.71	5.78
4.32	4.54	5.80	5.83	4.02	5.24	5.72	5.79

**DETERMINACIÓN DE ACIDEZ**

**Muestras con aceite esencial de orégano (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días				5 días				10 días			
0.60	0.51	0.51	0.30	0.69	0.66	0.48	0.30	0.78	0.75	0.60	0.39

% de ácido láctico.

15 días				20 días			
1.05	0.84	0.69	0.48	1.20	0.90	0.75	0.63



**Muestras con aceite esencial de hierba buena (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días				5 días				10 días			
0.54	0.45	0.42	0.27	0.63	0.57	0.45	0.27	0.75	0.60	0.51	0.36

% de ácido láctico.

15 días				20 días			
1.11	0.84	0.69	0.51	1.29	0.93	0.81	0.60

**Muestras con aceite esencial combinado (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días				5 días				10 días			
0.57	0.36	0.27	0.24	0.63	0.45	0.36	0.30	0.78	0.60	0.54	0.45

% de ácido láctico.

15 días				20 días			
1.05	0.84	0.63	0.43	1.23	0.96	0.75	0.60

**DETERMINACIÓN DE COLOR**

**Muestras con aceite esencial de orégano (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días											
L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
58.3	27.2	20.3	58.9	24.9	21.0	62.8	26.4	22.3	68.4	27.4	25.3
58.2	26.4	19.2	58.9	24.8	20.2	62.9	25.6	22.2	68.6	27.5	25.4
56.2	26.7	19.2	58.8	24.3	20.1	62.0	25.7	22.2	68.5	27.6	25.1

Repeticiones; 3.

5 días											
L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
48.9	18.4	15.4	51.2	20.2	18.9	57.2	21.3	19.9	66.6	26.6	21.9
47.9	20.7	15.4	51.1	21.5	18.2	56.7	22.1	19.8	65.1	24.9	22
48.9	19.5	15.4	51.2	19.5	18.9	57.2	21.2	19.9	65.2	26.1	22.1

Repeticiones; 3.

10 días											
L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
36.4	15.4	10.2	46.2	18.7	17.2	52.0	18.8	18.1	60.9	22.1	21.3
35.2	15.2	10.1	46.2	19.7	17.1	52.0	19.0	19.1	61.4	22.3	22.5
35.2	15.6	10.2	45.9	17.6	17.1	52.1	19.2	17.4	60.1	22.2	21

Repeticiones; 3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



15 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
25.6	12.3	9.4	37.8	15.8	15.4	47.5	16.8	16.6	54.6	20.8	18.7
25.8	11.9	9.4	38.1	15.6	15.2	47.4	15.9	16.1	54.6	19.8	17.9
25.9	12.6	8.9	36.7	15.9	16.2	47.6	16.8	16.4	54.6	19.2	17.8

Repeticiones; 3.

20 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
10.1	8.9	6.9	19.9	12.1	10.3	35.9	14.2	12.6	50.7	18.4	16.1
9.9	8.9	8.5	19.7	11	10.1	36.1	13.2	12.9	49.6	17.2	1.6.1
10.5	8.9	7.2	19.8	10.9	10.2	35.6	13.2	11.9	51.4	17.2	16.2

Repeticiones; 3.

**Muestras con aceite esencial de hierba buena (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
54.5	24.3	19.2	56.7	25.1	20.2	63.1	27.8	22.1	68.2	29.8	24.2
55.1	25.6	17.5	55.6	24.8	22.5	61.8	27.7	20.4	66.2	29.8	23.8
53.9	27.9	18.3	56.9	24.8	21.2	62.8	26.4	23.8	67.1	29.8	22.9

Repeticiones; 3.

5 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
48.6	17.8	14.6	50.8	21.6	20.8	55.9	24.6	21.4	63.2	29.6	22.6
47.9	17.9	16.2	51.9	21.1	18.9	56.7	25.3	21.6	61.4	25.8	22.9
49.8	17.7	15.4	49.9	21.3	19.9	57.4	25.4	21.4	62.6	25.4	22.7

Repeticiones; 3.

10 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
34.5	14.8	10.8	44.9	18.1	17.9	48.9	22.8	19.8	58.2	26.3	20.6
33.9	14.5	11.4	43.6	19.2	17.1	49.9	24.2	18.9	57.6	24.8	21.2
35.2	13.9	10.4	42.5	17.9	18.8	47.9	23.9	17.9	57.6	25.8	20.8

Repeticiones; 3.

15 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
23.6	11.9	9.8	39.8	14.9	14.5	46.2	21.4	16.2	53.2	23.8	19.1
25.2	12.8	10.8	40.2	14.5	15.6	44.2	22.2	17.8	54.2	23.5	18.1
24.8	12.8	8.9	39.5	14.2	15.2	45.1	21.3	16.8	53.4	22.4	18.1

Repeticiones; 3.





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



20 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
11	9.6	8.2	30.9	12.2	12.4	38.7	17.2	14.1	45.8	19.2	16.2
10.9	10.1	8.6	31.6	12.6	12.2	38.8	18.2	14.2	45.9	19.8	16.9
11.2	9.8	9.2	31.1	12.7	13.2	38.9	16.6	14.2	44.9	19.9	16.6

**Muestras con aceite esencial combinado (0%, 0.25%, 0.5% y 1%).**

0 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
54.2	28.5	22.9	59.9	25.3	21.9	61.2	25.2	23.4	68.5	28.3	23.1
55.9	27.4	23.6	58.9	24.6	21.9	60.4	24.3	22.3	68.4	27.9	23.9
55.2	27.5	24.8	60.8	23.9	21.9	60.1	26.4	22.1	68.2	27.5	23.1

Repeticiones; 3.

5 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
45.2	25.2	22.3	52.4	22.6	19.6	56.4	24.1	21.2	64.9	26.2	22.3
44.9	27.5	22.4	53.2	22.6	20.1	55.8	24.3	21.1	65.2	25.4	23.1
44.6	26.8	23.1	54.1	22.5	18.9	56.2	24.3	20.9	64.5	25.1	21.6

Repeticiones; 3.

10 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
35.9	23.4	19.6	50.2	20.8	15.6	52.8	22.8	18.6	58.7	24.8	21.8
36.1	21.8	20.8	50.6	20.4	18.4	52.4	22.3	18.4	58.8	23.5	19.8
36.1	22.6	20.5	50.4	20.6	15.6	52.6	21.6	18.5	59.2	22.5	21.9

Repeticiones; 3.

15 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
27.8	17.3	13.9	46.4	16.8	14.2	49.2	18.9	17.5	56.2	22.1	20.5
28.1	18.1	13.6	47.8	17.2	14.2	48.9	19.8	16.4	55.1	21.5	19.1
28.2	16.2	13.4	48.5	17.2	14.2	48.5	18.9	16.6	55.2	20.9	19.2

Repeticiones; 3.

20 días

L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
12.1	12.9	11.8	39.4	13.2	12.6	41.2	15.6	14.2	52.1	19.2	16.8
11.8	12.6	11.3	40.4	12.9	12.2	41.8	15.9	14.1	52.1	19.6	17.4
12.1	12.2	12.4	39.9	13.4	12.9	41.9	15.2	14.6	52.1	20.1	16.2

Repeticiones; 3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Observaciones: Las muestras fueron recepcionadas en el Laboratorio.

Puno, 30 de junio del 2023



Dr. Alberto Ccama Sulca

Docente Lab de Microbiología FMVZ



## ANEXO 9. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ELYS LEONELA QUISPE CAPAJAÑA,  
identificado con DNI \_\_\_\_\_ en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EN HAMBURGUESAS  
ELABORADAS A PARTIR DE CARNE DE CUY (Cavia porcellus) ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 18 de diciembre del 2024

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 10. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ELYS LEONELA QUISPE CAPAJAÑA,  
identificado con DNI 73 813403 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL,  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EN HAMBURGUESAS  
ELABORADAS A PARTIR DE CARNE DE CUY (Cavia porcellus) ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 18 de diciembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella