

KARLA - TESIS

by Karla Castro

Submission date: 31-Jul-2023 12:33PM (UTC-0500)

Submission ID: 2139613026

File name: Borrador_1_CASTRO.pdf (1.18M)

Word count: 34315

Character count: 172018

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

POSGRADO



MAESTRÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Evaluación del efecto del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*) en la calidad de un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*)”

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Magister en ciencia y tecnología de alimentos

Autora: Castro Nazate Karla Aracely

Tutor: Paredes Pita Carlos Arturo, Msc

Tulcán, 2023

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el maestrante ¹ Castro Nazate Karla Aracely con el número de cédula 0402004576 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación del efecto del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*) en la calidad de un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*)”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en el Reglamento de la Unidad de Titulación de Postgrado con RESOLUCIÓN N° 150-CSUP- 2020, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva

.....
Paredes Pita Carlos Arturo, Msc.

TUTOR

Tulcán, -----

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Ciencia y tecnología de alimentos.

Yo, Castro Nazate Karla Aracely con cédula de identidad número 0402004576 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Castro Nazate Karla Aracely

AUTORA

Tulcán, -----

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Castro Nazate Karla Aracely declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: "Evaluación del efecto del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*) en la calidad de un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*)" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Castro Nazate Karla Aracely

AUTORA

Tulcán, -----

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la salud y vida, por la fortaleza y sabiduría para cumplir mi objetivo de ser Magister en Ciencia y tecnología de alimentos.

¹
*A mis padres Fernando Castro y Aracely Nazate que son **el pilar fundamental en mi formación académica, no dejaré de agradecerles todo lo que han hecho** y seguirán haciendo **por mí, por su apoyo incondicional para cumplir** con todos mis objetivos.*

Al Msc. Carlos Paredes por aceptar ser mi tutor y guía para mi trabajo de titulación, por la paciencia brindada, por sus consejos durante toda esta etapa.

A mi mejor amiga Paola Chamorro por acompañarme de forma incondicional en este trayecto.

A mi amiga Erika Endara por confiar en mí y por brindarme su apoyo.

Para ellos mi más sincero agradecimiento.

Karla Aracely Castro Nazate

DEDICATORIA

Este logro está dedicado para mi abuelita María Mercedes Lomas Rodríguez que desde el cielo me cuida y me bendice en cada paso que doy, y sé que está feliz festejando mis triunfos.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRAC.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
I. PROBLEMA.....	5
1.1. Planteamiento del problema	5
1.1 Planteamiento del problema	6
1.2 Preguntas de investigación	6
1.3 Objetivos de la investigación	6
1.4 Justificación	6
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1 Antecedentes de investigación	8
2.2 Marco teórico	11
2.1.1 Embutidos cárnicos fermentados-curados	11
2.1.1.1 Elaboración de productos crudo-curados.....	12
2.1.1.1.1 Maduración de los embutidos crudos-curados	13
2.1.1.1.2 Fermentación en productos crudo-curados	14
2.1.1.1.3 Proceso de curado	15
2.1.1.2 Clasificación de embutidos fermentados	15
2.1.1.3 Problemas de los embutidos crudo-curados	15
2.1.2 Cultivos iniciadores utilizados en la industria cárnica	18
2.1.2.1 Cultivos iniciadores	18
2.1.2.2 Microorganismos que componen los cultivos iniciadores	18
2.1.2.2 <i>Pediococcus pentosaceus</i> y <i>Pediococcus acidilactaci</i> en la industria	
cárnica	20
2.1.3 Características del cerdo criollo ecuatoriano	21
2.1.3.1 Generalidades	21
2.1.3.2 Características de calidad en la carne de cerdo	22

2.1.3.2.1 pH de la carne	22
2.1.3.2.2 Color de la Carne	23
2.1.3.2.3 Capacidad de Retención de Agua	24
2.1.3.2.4 Dureza.....	25
2.1.3.2.5 Composición química de la carne	26
2.1.3.2.6 Composición de la grasa	28
2.1.4 Características del embutido fuet.....	28
2.1.4.1 Generalidades	28
2.1.4.2.1 Materias primas	29
2.1.4.2.2 Condimentos y especias	29
2.1.4.2.3 Aditivos.....	30
2.1.4.2.4 Cultivos iniciadores	30
2.1.4.2.5 Tripas	30
2.1.4.2 Proceso de elaboración embutido fuet	30
2.1.4.2.1 Fermentación	31
2.1.4.2.2. Secado.....	31
2.1.4.2 Características de calidad del embutido fuet	32
2.1.4.2.1 pH	32
2.1.4.2.2 Actividad de agua	32
2.1.4.2.3 Humedad	32
2.1.4.2.3 Porcentaje de ácido láctico	33
2.1.4.2.3 Pérdida de peso	33
2.1.4.2.4 Características sensoriales	33
2.1.5 Probióticos en alimentos cármicos	34
2.1.4.1 Efectos beneficiosos del consumo de probióticos	35
2.1.4.2 Incorporación de probióticos en embutidos.....	36
2.1.5 Propiedades de calidad de embutidos crudo-curados	37

2.1.5.1 Requisitos	37
2.1.6 Funciones de los nitritos y nitratos	38
2.1.6.1 Efecto en el color	38
2.1.6.2 Efecto en el aroma y sabor.....	39
2.1.6.3 Actividad antimicrobiana de los nitritos.....	39
2.1.7 Alimentos funcionales	40
2.1.8 Perspectivas futuras y tendencias de embutidos cárnicos.....	41
2.3 Marco legal	43
III METODOLOGÍA.....	44
3.1 Descripción del área de estudio	44
3.2 Enfoque y tipo de investigación	45
Enfoque.....	45
Tipo de investigación.....	45
3.4 Procedimientos	49
Tratamientos	57
Formulación.....	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
4.1 RESULTADOS	58
4.2 DISCUSIÓN.....	69
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1 Conclusiones	74
5.2 Recomendaciones	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica centro experimental San Francisco	45
Figura 2. Ubicación geográfica Universidad Politécnica Estatal del Carchí.....	45

Figura 3. Diagrama de flujo embutido tipo fuet	49
Figura 4. Pérdida de peso en tres diferentes semanas	59
Figura 5. Curva de pH en diferentes etapas de fermentación	61
Figura 6. Aumento de ácido láctico a partir de tres semanas	62
Figura 7. Valores descendientes de actividad de agua	63
Figura 8. Mejor tratamiento	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de embutidos crudo-curados.....	15
Tabla 2. Especies usadas como cultivos iniciadores	19
Tabla 3. Datos Fisiológicos de Cultivo <i>Pedicoccus acidilactaci</i> y <i>pentosaceus</i>	20
Tabla 4. Composición química de la carne de cerdo	26
Tabla 5. Composición de ácidos grasos y características de las grasas	27
Tabla 6. Contenido de nutrientes de la carne de cerdo a nivel del músculo L, dorsi	27
Tabla 7. Cantidad de lípidos presentes en diferentes cortes de carne por 100 g	28
Tabla 8. Principales probióticos usados en alimentos	35
Tabla 9. Probióticos usados en algunas infecciones	35
Tabla 10. Requisitos bromatológicos para productos crudo-curados.....	37
Tabla 11. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos crudos- madurados.....	38
Tabla 12. Mecanismos de acción de antimicrobianos	39
Tabla 13. Operacionalización de variables en embutido tipo fuet.....	48
Tabla 14. Requisitos fisicoquímicos NTE INEN 1338	51
Tabla 15. Esquema de análisis de varianza (ANOVA)	57
Tabla 16. Definición de variables y tratamientos para elaboración del embutido tipo fuet	57
Tabla 17. Esquema del experimento para la elaboración del embutido tipo fuet.....	57
Tabla 18. Porcentaje de materia prima e ingredientes	58
Tabla 19. pérdida de peso tres semanas del embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo	59
Tabla 20. Valores de pH en tres semanas diferentes del embutido tipo fuet	60
Tabla 21. Valores acidez titulable en tres semanas diferentes del embutido tipo fuet ...	61
Tabla 22. Valores actividad de agua en tres semanas diferentes del embutido tipo fuet	62
Tabla 23. Valores de ceniza para el embutido tipo fuet	63
Tabla 24. Valores de humedad del embutido tipo fuet.....	64

Tabla 25. Resultados porcentaje de grasa del embutido tipo fuet	64
Tabla 26. Resultados porcentaje de proteína del embutido tipo fuet.....	65
Tabla 27. Escala hedónica	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 28. Test Tukey para el parámetro color	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 29. Test Tukey para el parámetro olor.....	66
Tabla 30. Test Tukey para el parámetro sabor	66
Tabla 31. Test Tukey para el parámetro textura	67
Tabla 32. Test Tukey para el parámetro aceptación global	67
Tabla 33. Mejor tratamiento para el embutido tipo fuet.....	68

RESUMEN

Los cultivos iniciadores son microorganismos vivos que aplicados en adecuadas dosis proporcionan beneficios al huésped, en los embutidos fermentados estos microorganismos mejoran las características sensoriales, reducen el pH debido a la producción de ácido láctico y ayudan a la conservación del producto. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*) en la calidad de un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*). Para el diseño experimental se aplicó una prueba de Tukey con nivel de confianza del 95%, la elaboración del embutido consto de dos factores el primero con tres niveles los cuales fueron la cantidad del cultivo iniciador *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici* (0,01%, 0,02 % y 0,03 %) respectivamente y el segundo con dos niveles de temperatura de 8 °C y 12 °C obteniendo así una combinación de 6 tratamientos por triplicado con un total de 18 unidades experimentales. Los resultados de pérdida de peso, pH, porcentaje de ácido láctico, actividad de agua, humedad, grasa, proteína, se encuentran dentro de lo establecido en la norma INEN 1338 para embutidos fermentados, todos los tratamientos son aptos para la conservación. Mediante un análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento para el parámetro de color, olor, sabor y textura fue T6 (Porcentaje de cultivo iniciador de 0,03% + temperatura de fermentación 12°C). El análisis microbiológico indicó la ausencia de *Salmonella* y un valor menor a 10 UFC/ g para *Staphylococcus aureus* indicando que el embutido es apto para el consumo humano. En conclusión, la aplicación del cultivo iniciador *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici* permitió obtener un producto con buenas características sensoriales, además todos los tratamientos cumplen con los parámetros tanto fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la norma INEN 1338.

Palabras clave: Cultivo iniciador, Fermentación, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, ácido láctico.

ABSTRAC

The starter cultures are live microorganisms that, applied in adequate doses, provide benefits to the host. In fermented sausages, these microorganisms improve sensory characteristics, reduce the pH due to the production of lactic acid and help preserve the product. The objective of the research was to evaluate the effect of the starter culture (*Pediococcus pentosaceus* and *Pediococcus acidilactici*) on the quality of a fuet-type sausage made from Creole pork (*Sus scrofa domesticus*). For the experimental design, a Tukey test was applied with a 95% confidence level, the preparation of the sausage consisted of two factors, the first with three levels, which were the amount of the starter culture *Pediococcus pentosaceus* and *Pediococcus acidilactici* (0.01%, 0.02 % and 0.03 %) respectively and the second with two temperature levels of 8 °C and 12 °C thus obtaining a combination of 6 treatments in triplicate with a total of 18 experimental units. The results of weight loss, pH, percentage of lactic acid, water activity, moisture, fat, protein, are within the provisions of the INEN 1338 standard for fermented sausages, all treatments are suitable for conservation. Through sensory analysis, it was determined that the best treatment for the color, smell, flavor and texture parameters was T6 (0.03% starter culture percentage + 12°C fermentation temperature). The microbiological analysis indicated the absence of *Salmonella* and a value of less than 10 CFU/g for *Staphylococcus aureus*, indicating that the sausage is suitable for human consumption. In conclusion, the application of the starter culture *Pediococcus pentosaceus* and *Pediococcus acidilactici* allowed to obtain a product with good sensory characteristics, in addition, all the treatments comply with the physicochemical and microbiological parameters established in the INEN 1338 standard.

Keywords: Starter culture, Fermentation, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, lactic acid.

INTRODUCCIÓN

Bouhzam (2020) manifiesta que el embutido fermentado fuet contiene una mezcla de carne de cerdo y grasa, su combinación posee especias y aditivos, este tipo de embutidos son sometidos a un proceso de secado para obtener buenas características sensoriales tales como: olor, color, sabor y textura. En un embutido cármico fermentado la etapa de maduración es un punto crítico, debido a que se deben conocer y controlar la temperatura y fermentación del producto, al no existir un control de estos parámetros se obtiene un producto de mala calidad, afectándose principalmente sus características sensoriales y siendo susceptibles a proliferación de microorganismos patógenos.

Beldarraín *et al.*, (2008) dice que los cultivos iniciadores son microorganismos que al ser aplicados en embutidos ayudan a mejorar las características sensoriales, además producen ácido láctico importante factor para reducir el pH y evitar la proliferación de microorganismos patógenos, este tipo de cultivos se encuentran en estado puro o en mezcla, la combinación de este tipo de microorganismos depende de las características sensoriales que se requiera mejorar en los alimentos, las principales composiciones de cultivos son del género BAL (bacterias ácido lácticas), *Estafilococos*, *Micrococos*, *Pediococcus*. Por su parte Escobar & Alquicira (2019) mencionan que las bacterias del género ácido láctico ayudan a mejorar las características tanto de olor, sabor y textura, reduce el pH por la producción de ácido láctico, la función de inhibición de microorganismos patógenos se debe a la acumulación de ácidos como: láctico, acético, fórmico otros productos tales como: etanol, amonio, peróxido de hidrógeno, bacteriocinas y antibióticos.

García *et al.*, (2017) dicen que las cepas del género *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici* son usadas para elaborar suplementos probióticos para alimentación humana y animal, en procesos fermentativos este cultivo es utilizado con la finalidad de producir bacteriocinas para evitar contaminaciones microbiológicas. Escobar & Alquicira (2019) mencionan que este tipo de mezclas de cepas en embutidos cármicos fermentados ayudan a reducir el tiempo de fermentación, cumplen la función de estandarizar las características organolépticas, la aplicación de este cultivo liofilizado en los productos crudo-curados ayuda a mejorar el olor, sabor y textura del producto, el pH disminuye de 4,6 a 5,9, el cambio de color en el embutido se debe a que en las condiciones ácidas se produce óxido nítrico a partir del nitrito luego de generarse reacciones con la

mioglobina, la inhibición de microorganismos patógenos se debe a la acumulación de ácidos como acético, láctico y fórmico.

Vicente y Abalco (2013) dice que en el Ecuador existen 9 razas de cerdos entre ellas se encuentran los criollos los cuales fueron introducidos en la conquista de los españoles. La ventaja del cerdo criollo es su fácil adaptación a cambios climáticos y la resistencia a diferentes enfermedades, en la actualidad este cerdo es consumida únicamente en pequeñas comunidades de la provincia de Imbabura, Carchi, Tungurahua, la carne de este cerdo contiene un porcentaje del 7% de grasa, aportando ternura y sabor a la carne, además contiene finos veteados y un color típicamente intenso. El objetivo de la presente investigación es Evaluar el efecto del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*) en la calidad de un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*).

I. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Laranjo *et al.*, (2019), manifiestan que los principales peligros microbiológicos en los productos cárnicos fermentados son: *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *L. monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica* y *Yersinia pseudotuberculosis*, así como las toxinas de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Clostridium botulinum*. Además, Rebaño *et al.*, (2022), afirman que *Clostridium perfringens* es un patógeno formador de esporas que causa enfermedades de gastroenteritis en los humanos, Por su parte Grameros *et al.*, (2017), indican que para la elaboración de embutidos se usan otros aditivos antimicrobianos como: benzoato de sodio, propinato de sodio y ácido benzoico, que son usados para evitar la proliferación de microorganismos alterantes.

Rubio (2014), menciona que la aplicación de los cultivos iniciadores en embutidos cárnicos no se encuentra muy desarrollado, por la falta de investigaciones sobre las formas de aplicación y debido, al desconocimiento de las propiedades y efectos de los cultivos iniciadores en la elaboración de embutidos madurados. Además, se desconoce los beneficios que aportan al proceso de maduración y las condiciones óptimas para su desarrollo. Sarabia (2015), por su parte, dice que en el Ecuador el proceso elaboración de embutidos madurados es empírica debido al desconocimiento de normas y procesos de elaboración; por lo tanto, se incrementa el riesgo de proliferación de microorganismos patógenos, porque no hay un adecuado control durante las etapas críticas de fermentación y secado.

Según el Instituto de investigaciones agropecuarias (INIAP) en Ecuador existen 9 razas de cerdos los cuales son: Duroc, Hampshire, Spotted, Poland China, Chester White son originarios de Estados Unidos, Yorkshire originario de Inglaterra, Landrace de Dinamarca, Tamworth de origen inglés y Criollo introducido en la conquista española. Por su parte Castillo (2015), dice que en el país para la elaboración de embutidos las razas más usadas son: Hampshire, Yorkshire, Landrace, Poland China, Duroc. Además, Vargas *et al.*, (2015), manifiestan que en Ecuador el cerdo criollo no es usado para la industrialización de embutidos, únicamente es consumido de forma directa por pequeñas comunidades de la sierra. Esto es debido a que se han incrementado los sistemas de producción de nuevas razas mejoradas, por otro lado, en las zonas rurales ha sido poco común la introducción de nuevas razas lo que hace que aún exista producción del cerdo

criollo. Así mismo Pérez (2016), menciona que los cerdos ibéricos y los criollos ecuatorianos son vinculados genéticamente entre sí, pero morfológicamente han ido cambiando debido a que han pasado 500 años de adaptación e introducción de genotipos como el Hampshire del cual se ha notificado un importante flujo de genes hacia razas criollas americanas. Smith *et al.*, (2021), manifiestan que los embutidos a partir de carne de cerdo Ibérico tienen un gran prestigio debido a su calidad sensorial ya sea en forma natural o en productos fermentados, debido a su carne magra y sus veteados de grasa; también posee un mayor rendimiento al ser procesado.

1.1 Planteamiento del problema

La falta de investigaciones científicas referente a los **parámetros técnicos** de elaboración de embutidos crudo-curados no permite diversificar la producción de alimentos cárnicos madurados en el Ecuador utilizando materias primas endémicas.

1.2 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los **parámetros óptimos** del **proceso de** elaboración y maduración del embutido crudo curado?
- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del producto?
- ¿Cuál es el nivel de aceptación del embutido tipo fuet?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*) en la calidad de un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*).

1.3.2 **Objetivos específicos**

- Determinar **los parámetros óptimos** del **proceso de** elaboración y maduración del embutido crudo curado.
- Analizar las características fisicoquímicas del producto.
- Determinar el nivel de aceptación del embutido tipo fuet a través de un análisis sensorial.

1.4 Justificación

Pérez y Chavarín (2017), manifiestan que los cultivos iniciadores son microorganismos vivos que, administrados en adecuadas cantidades, ejercen un efecto beneficioso sobre el huésped. Además, poseen beneficios para el organismo ya que su consumo puede reducir

el riesgo de enfermedades como: alergias, cáncer, diabetes, infecciones del sistema urinario e intolerancia a la lactosa entre otras. Además, Valdez (2020), menciona que en los embutidos crudo-curados los cultivos iniciadores generan las características propias de este tipo de alimentos; además, las bacterias lácticas son responsables de disminuir el pH evitando el desarrollo de microorganismos patógenos. Rubio (2014), dice que en el país los productos cárnicos madurados no son de consumo habitual debido a que no hay desarrollo e innovación de estos productos. Con esta investigación se pretende ampliar el uso del cultivo *Pediococcus acidilactici* y *Pediococcus pentosaceus*, el cual posee propiedades beneficiosas en productos cárnicos mejorando el sabor, textura y vida útil de los embutidos fermentados.

Franco y Basantes (2021), mencionan que las tendencias actuales sobre el consumo de embutidos son enfocadas en alimentos saludables, por lo que varias empresas se han dedicado a investigar y sustituir carnes dañinas para la salud, enfocándose en opciones orgánicas que presenten un menor contenido de transgénicos. Por su parte, Tovar y Vizcaya (2015), dicen que en la actualidad existe una demanda elevada sobre el consumo de productos sanos que aporten beneficios al organismo, por tal motivo la industria alimentaria se ha visto en la necesidad de elaborar alimentos funcionales para cubrir las necesidades de la población, con el objetivo de alargar la vida útil del producto y además brindar beneficios nutricionales. En el área de productos cárnicos se ha generado un gran interés hacia el desarrollo de embutidos funcionales que aporten beneficios a los consumidores.

Correa *et al.*, (2016), manifiestan que el contenido de grasa del músculo L. dorsi en cerdo Landrace 2,33%, Large White 1,62%, Pietrain de 1,65%, Duroc es de 3 y 5%, mientras que el para el cerdo criollo tiene un valor de 7,9% siendo un valor elevado a diferencia de las demás razas. El contenido alto de grasa intramuscular es un factor positivo, debido a que influye en la calidad sensorial del sabor, tempeza, jugosidad y aceptabilidad de la carne. Por su parte Vargas *et al.*, (2015), afirman que la raza de cerdos criollos ecuatorianos tiene origen en las razas ibéricas las cuales son introducidas en la época de la conquista española, además según estudios realizados la raza criolla comparte los mismos genotipos de porcinos españoles, la carne posee un veteado típicamente intenso, con multitud de finas vetas de grasa distribuidas por las distintas masas musculares, su color es intenso y posee una textura agradable y un sabor característico excelente para la elaboración de embutidos. Mayulema (2012), dice que la variedad de cerdos criollo en el

Ecuador es muy importante debido a que se adaptan fácilmente a condiciones climáticas extremas como frío o incluso el calor; además, representa un rol económico en las zonas rurales que se dedican a la crianza de esta variedad porque son resistentes a enfermedades y su fácil adaptabilidad hace que sea una fuente sustentable para algunas comunidades del país.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes de investigación

Los cultivos iniciadores en los embutidos cárnicos fermentados ayudan a mejorar la calidad del producto, aportan al proceso de fermentación y generan excelentes características sensoriales, tal es el caso del estudio realizado por Hinestrosa (2019), en donde evaluó la eficiencia de un cultivo iniciador en la elaboración de un salami de pollo, el objetivo de su investigación fue evaluar el empleo de los microorganismos *Staphylococcus carnosus*, *xylosum* y *Lactobacillus casei* en un salami a partir de pollo. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos como proteína, grasa, nitrito residual y se controló los valores del pH, en cuanto a los análisis microbiológicos se determinó que existe bajo crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Coliformes totales*. Como conclusión se obtuvo que los cultivos iniciadores en cuanto a la elaboración de embutidos fermentados cumplen un papel importante ya que reducen el pH, además todos los datos alcanzados se encuentran dentro de los requisitos señalados por la norma ICONTEC. Así mismo Franciosa *et al.*, (2022), realizaron una investigación sobre la selección de cultivos iniciadores (*Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus sakei* y *Lactobacillus curvatus*; *Staphylococcus xylosum*) para la producción de salame Piemonte, realizaron siete combinaciones diferentes con mezclas de los cultivos, pero al realizar una evaluación sensorial se obtuvieron que los mejores tratamientos eran tres ASC. Por lo tanto, concluyen que el uso de *P. pentosaceus* y *S. xylosum* mejoró significativamente las propiedades sensoriales del producto.

El uso de cultivos iniciadores en embutidos fermentados presenta beneficios como: garantizar la calidad, y la seguridad de los productos. Durante la fermentación, los microorganismos generan ácido láctico ayudando a disminuir el pH y limita el crecimiento de microorganismos patógenos. Además, las características sensoriales del producto final dependen del cultivo utilizado, tal es el caso del estudio realizado por Fuka *et al.*, (2021), hicieron un estudio sobre el uso de *Lactococcus lactis proteolítico* y

Enterococcus durans lipolítico como cultivos iniciadores funcionales de embutidos cárnicos de jabalí. El objetivo de este estudio fue valorar la viabilidad de supervivencia de cultivos en salami por un periodo de maduración de 40 días, en las cuales evaluaron la supervivencia de los probióticos sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Los cultivos indicadores estuvieron presentes en los primeros 15 días, pero al final de la maduración se redujeron en un porcentaje del 80%. En los resultados fisicoquímicos disminuyó de manera rápida el pH y la disminución de microorganismos como *E. coli*, *coliformes* y *Enterobacteriaceae*. En cuanto al análisis sensorial los tratamientos con los cultivos indicadores fueron aceptados por los evaluadores en cuanto a olor, sabor y jugosidad. Concluyendo que los cultivos indicadores mejoran la calidad del salami; además, son seguros para la aplicación en distintos alimentos. Así mismo, Coelho *et al.*, (2019), hicieron un estudio sobre la aplicación de *Lactobacillus paracasei* LPC02 y lactulosa como potencial sistema simbiótico en la elaboración de un salami. El objetivo de su investigación fue evaluar cómo la incorporación del probiótico y el prebiótico afectan a las características tecnológicas, microbiológicas y sensoriales de los productos fermentados. Obteniendo como resultado que los ingredientes funcionales no afectaron ($P > 0,05$) la actividad de agua, pH, humedad, acidez y conteo de bacterias ácido-lácticas durante el proceso de maduración. En el análisis microbiológico se observó un conteo de $7,59 \pm 0,37$ log UFC/g de *L. paracasei*. Además, el probiótico *L. paracasei* agregado en el producto cárnico aporta beneficios nutricionales a los consumidores.

La mayoría de las cepas empleadas como cultivos iniciadores pertenecen a los grupos de bacterias ácido-lácticas (BAL), especialmente a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, estos cultivos son clasificados como microorganismos seguros. Hasan *et al.*, (2019), realizaron un estudio sobre la evaluación de atributos fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos de salchichas fermentadas de camello. El objetivo de su investigación fue elaborar salchicha a partir de carne de camello inoculada con *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus paracasei* y un tratamiento testigo sin adición de probiótico, hicieron un análisis microbiológico en el cual se evidenció la presencia de *L. paracasei* y *L. casei* con un valor de (8,07) log UFC/g en muestras a una temperatura de 4°C durante 45 días. En cuanto a los análisis fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos fueron mejores los tratamientos con *Lactobacillus paracasei* y *Lactobacillus casei* en comparación a la muestra testigo sin adición de probiótico. Por su parte Camargo *et al.*, (2021), en un estudio sobre la determinación de características

fisicoquímicas y sensoriales de coppa con *Bifidobacterium animalis ssp. Lactis (BB12)* evaluaron la viabilidad del probiótico *Bifidobacterium animal ssp. Lactis (BB-12)* aplicado en copa. Colocaron la bacteria en tres tratamientos, el primer tratamiento como testigo sin adición de probiótico, el segundo tratamiento con la adición de probiótico y 0,02% de sal de curado, en el tercer tratamiento se aplicó la reducción del 50% en la sal de curación (0,01%). Obtuvieron como resultado que los análisis fisicoquímicos se encuentran dentro de lo establecido por la legislación brasileña. En el análisis sensorial no obtuvieron diferencias significativas entre los tres tratamientos, por tal motivo la aplicación de *Bifidobacterium animalis ssp. Lactis (BB12)* es una alternativa para obtener un producto con todos los beneficios de los alimentos funcionales.

La fermentación en los productos cárnicos es una de las estrategias más antiguas para mejorar la seguridad y prolongar la vida útil. Los cultivos iniciadores están representados principalmente por bacterias del ácido láctico (BAL), que también pueden ser agentes bioprotectores que controlan el proceso de fermentación. Tal es el caso del estudio realizado por Nikodinoska *et al.*, (2023), sobre la caracterización de bacterias ácido-lácticas en embutidos fermentados, el objetivo de esta investigación fue seleccionar nuevas cepas de bacterias ácido lácticas en salchichas fermentadas. Usaron cepas pertenecientes a la especie *Lactobacillus sakei*, donde se caracterizaron por su capacidad de inhibición de los principales patógenos cármicos. Como resultados se obtuvieron que las cepas de *Sakei* son beneficiosas en la elaboración del embutido ya que no se evidencio la presencia de *Clostridium sporogenes*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* y *Escherichia coli*. Por lo tanto, estas cepas tienen el potencial de futuras aplicaciones para mejorar la seguridad de las carnes fermentadas, incluso en condiciones en las que se reducen o eliminan los conservantes químicos.

Así mismo, Agüero *et al.*, (2020), hicieron un estudio sobre la caracterización tecnológica de bacterias ácido-lácticas probióticas como cultivos iniciadores para embutidos secos fermentado. El objetivo de este estudio fue investigar microorganismos probióticos para su uso como cultivos iniciadores en la producción de salchichas secas fermentadas. Se estudiaron un total de ocho cepas evaluando características tecnológicas y de seguridad que incluyen capacidad de crecimiento, producción de ácido láctico. Obtuvieron como resultados que las cepas más viables para la elaboración de salchichas fermentadas son: *Lactobacillus rhamnosus R0011*, *L. rhamnosus Lr-32*, *Lactobacillus paracasei Lpc-37*, *Lactobacillus casei Shirota* y *Enterococcus faecium* debido a que muestran mejores

propiedades tecnológicas y de seguridad. Además, evitan la proliferación de *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella Dublin* y *Staphylococcus aureus*. *L. rhamnosus* Lr.

La comercialización y producción de cerdos criollos ecuatorianos ha sido reemplazada por nuevas genéticas mejoradas, sin saber las características que poseen los cerdos criollos. Renaudeau y Mourot (2007), realizaron una investigación sobre la comparación de las características de calidad de la canal y la carne de cerdos criollos y grandes blancos sacrificados a 90 kg de peso corporal. El objetivo de su investigación fue evaluar las diferencias entre los cerdos criollos y el cerdo blanco. En la investigación se analizaron un total de 40 criollos y 40 Large White, todos los cerdos fueron sacrificados a unos 90 kg de peso corporal. Como resultado se obtuvo que el peso de la canal y el peso de los cortes de grasa fue mayor en el cerdo criollo, además, presentaron mayor porcentaje de grasa intramuscular, mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados y menor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados en el músculo Longissimus dorsi. Finalmente, el pH final fue mayor en los cerdos criollos en comparación a los cerdos Large White. Así mismo Delgado (2008), en su estudio sobre la caracterización de la carne de cerdo criollo en la elaboración de productos cárnicos. El objetivo de la investigación fue identificar las cualidades y canal de la carne de cerdo criollo en la elaboración de salchichas, cecina y rellena. Obtuvieron como resultados estrategias para elaborar salchichas, sin embargo, es recomendable usar azúcares fermentables para reducir el pH y reducir el aw y además eliminar los microorganismos patógenos y alargar la vida útil del producto.

2.2 Marco teórico

2.1.1 Embutidos cárnicos fermentados-curados

Según la Norma INEN 1338 un producto cárnico crudo curado es sometido a la acción de sales curantes, permitidas, madurados por fermentación o acidificación y que luego pueden ser cocidos, ahumados o secados. Así mismo, Araujo y Reinoso (2017), manifiestan que la estabilidad de estos productos se basa en el descenso de pH debido a la fermentación de los microorganismos de los carbohidratos, también la actividad de agua debido a la adición de solutos y la deshidratación del embutido en la etapa de fermentación, la aplicación de nitritos y nitratos ayuda a los embutidos a evitar la proliferación de microorganismos patógenos. Para la elaboración de estos productos se necesita que la carne esta fresca con un pH de 5,6 a 6, en estos productos no se aplica calor, si no un proceso de fermentación en cámaras controlando la temperatura y humedad

relativa, los embutidos pueden ser jamón serrano o ibérico, pero también pueden presentarse en productos como salchichón, chorizo, fuet.

Por su parte Villalonga (2018), dice que los embutidos picados fermentados son elaborados a partir de una mezcla de carne cerdo y grasas picadas, sal, agentes de curado, azúcares, especias y aditivos autorizados. En este tipo de productos la sal cumple la función de evitar el crecimiento de microorganismos patógenos, además ayuda a la reducción de la actividad de agua hasta valores de 0,96-0,97, es un potencializador del sabor. El nitrito y nitrato previene el crecimiento de microorganismos patógenos en el embutido. El ascorbato es un coadyuvante en el proceso de curado y mejora el color del producto. Además, Rubio (2014), manifiesta que las especias sirven para potencializar el sabor y también sirven como antimicrobianos. La mezcla para los embutidos se la coloca en tripas artificiales o naturales el diámetro depende del tipo de embutido.

2.1.1.1 Elaboración de productos crudo-curados

Samaniego (2014), manifiesta que en la elaboración de productos crudo-curados el principal parámetro es mantener un pH adecuado y la reducción del aw. Para obtener un embutido de calidad fermentado se necesita de un proceso de fermentación que ayude a reducir el pH, además en la etapa de maduración el embutido se generan aromas y buena textura típicos de los procesos químicos y enzimáticos, en la fase de fermentación se disminuye la actividad de agua, cambiando con una reducción de pH, de tal manera que el embutido tiene capacidad de conservación.

Por su parte Mayulema (2012), dice que el proceso de elaboración del embutido se basa en un picado fino, medio o grueso de la carne, cuando se aplica un proceso de picado grueso la carne y grasa son desmenuzados en una máquina picadora. El picado influye en la consistencia del producto final, si la pasta se calienta se debe a que la materia prima no tiene un adecuado proceso de refrigeración, de tal manera que las partículas de grasa se colocan junto a la carne magra, brindando al producto final una consistencia

La adición de la sal común es importante en la elaboración de embutidos fermentados mejora el sabor y ayuda al proceso de maduración y desecación, también reduce la actividad de agua factor importante para evitar la proliferación de microorganismos patógenos. La función de los nitritos y nitratos en los embutidos es inhibir microorganismos patógenos como *Clostridium botulinum*, además ayuda a obtener un color típico de los productos fermentados, el nitrito es el responsable de desarrollar aroma adecuado además ejerce un efecto antioxidante. Los cultivos iniciadores son el

componente decisivo en la fabricación de embutidos debido a que reducen los nitritos a nitratos y además ayudan a la reducción del pH, aroma, color y conservación del embutido.

Una vez mezclado los ingredientes se procede a embutir la pasta, debe ser puesta en tripas para formar el embutido, en este proceso debe salir el aire del interior al exterior de la tripa. Por su parte las tripas deben presentar permeabilidad al vapor de agua y pueden ser naturales o artificiales.

La fermentación se debe realizar en cámaras con aire acondicionado o aire natural, la temperatura debe ser de 12 a 25 °C y una humedad relativa de 90 a 95%, por un lapso de 24 a 72 horas. En este proceso los cultivos iniciadores metabolizan los azúcares convirtiéndolos en ácido láctico, ayudando así a la reducción del pH.

El curado se da después de finalizar el proceso de fermentación en donde los embutidos son puestos en la cámara de curado en donde inicia la maduración y secado del producto, se debe mantener una humedad relativa de 80 a 90. El envasado debe ser en cajas de cartón o en bolsas de plástico al vacío en algunos casos.

2.1.1.1.1 Maduración de los embutidos crudos-curados

Schiffner (1996), manifiesta que el procedimiento de maduración es el punto en donde se desarrollan las características sensoriales adecuadas del producto. Este procedimiento se desarrolla en dos fases, en la primera fase se generan actividades reproductoras y metabólicas de los microorganismos, además se genera la aparición de diferentes ácidos grasos como láctico y pirúvico, en la fase dos se genera la descomposición y transformación de los ácidos grasos que se desarrollaron en la primera fase generándose un aroma característico del producto.

Por su parte Colmenero y Santaolalla (1989), mencionan que la maduración es el punto crítico de la elaboración de los embutidos debido a que la mezcla aún se encuentra fresca y es muy vulnerable a la proliferación de microorganismos patógenos. En esta etapa se produce el enrojecimiento del producto que va desde el interior hacia el exterior produciéndose nitro pigmento que se desarrolla gracias a los nitratos por acción de microorganismos reductores. También se produce el desarrollo de bacterias ácido-lácticas que luego son transformadas en flora dominante elemento que ayuda a la acidificación del producto, también en proceso se modifican las propiedades funcionales de las proteínas y disminuye la capacidad de retención del agua por lo que facilita la

dsecación. La acidificación también protege al embutido de los microorganismos patógenos reduciendo el pH.

El proceso de maduración se lleva a cabo a temperaturas bajas de 5 y 15 °C, medias a partir de 15 a 22°C y alta entre 22 y 27 °C, afirmando que cuando la temperatura es elevada el proceso de maduración será más rápido ya que se aceleran los procesos químicos y microbiológicos. Por su parte los embutidos que se maduran a temperaturas bajas el producto obtienen mejores características sensoriales y mayor vida útil. En las industrias de embutidos se han implementado cámaras de maduración con la finalidad de controlar temperaturas, humedad relativa y la ventilación con el objetivo de obtener productos de calidad. Luego de estar en las salas de maduración los productos son llevados a salas de desecado donde el tiempo depende del tipo y tamaño del embutido, el objetivo de este proceso es lograr la pérdida de peso obteniendo así las características sensoriales deseadas. La temperatura en los secadores debe ser de 10 a 17 °C, se debe mantener constante con el fin de evitar que el producto adquiera cavidades internas o la masa se pudra, la humedad relativa varía de 65 a 80 % dependiendo del tipo de embutido

Los productos deben tener obscuridad y deben permanecer colgados con la finalidad de evitar la aparición de enranciamientos en las cortezas, el colgado debe mantener cierta distancia para que los embutidos tengan ventilación y al no tener una correcta ventilación los productos adquieren humedad por lo que genera enmohecimiento en la superficie.

2.1.1.1.2 Fermentación en productos crudo-curados

Demeyer (2004), manifiesta que la fermentación ácido-láctica produce ácido láctico y algunos ácidos orgánicos, para la producción de ácido-láctico se realizan dos etapas la primera consiste en la glucólisis y en la segunda etapa ya se genera el ácido láctico. Los microorganismos involucrados en la fermentación se encargan de la inhibición de microorganismos patógenos. El proceso de fermentación se realiza a una temperatura de 12 a 24 °C, controlando su temperatura y humedad.

Bacus (1986), dice que después de embutir la mezcla se procede a fermentar los productos, el proceso consiste en colgar los embutidos en las cámaras de fermentación controlando la humedad relativa y temperatura. El uso de cultivos probióticos en los productos fermentados es importante debido a que ayudan a mejorar las características sensoriales del producto, además le agrega valor nutricional para los consumidores. La temperatura de fermentación puede ser de 22 a 26 °C por un lapso de 12 a 14 horas.

2.1.1.1.3 Proceso de curado

El embutido debe presentar un color rojo característico el cual es obtenido a partir de sales curantes como lo es el nitrato, el cual actúa como estabilizador de mioglobina a través de enlaces químicos. Los nitritos pueden ser sustituidos por microorganismos probióticos los cuales ayudan a disminuir el pH y ayudan a dar características sensoriales deseadas en el producto (Frey, 1995).

2.1.1.2 Clasificación de embutidos fermentados

Tabla 1. Clasificación de embutidos crudo-curados

Producto	Definición
Jamón y paleta curados	Son elaborados a partir de las extremidades posterior e inferior del cerdo, son sometidos a un proceso de salazón, adicionado especias y aditivos, sometido a fermentación con la finalidad de obtener características sensoriales deseadas.
Cecina	Es elaborado a partir de los cuartos traseros o delanteros de cerdo, sometidos a salazón y un proceso de fermentación suficiente para obtener características sensoriales deseadas.
Otras piezas cárnicas	Son elaborados a partir de piezas de carne con grasas identificables anatómicamente que son sometidas a salazón, luego se aplica un proceso de curado-maduración para obtener características sensoriales deseables. Este producto se lo fabrica a partir de piezas enteras o deshuesadas obteniendo productos como panceta curada, tocino, panceta, lomo embuchado.
Chorizos	Elaborados a partir de una mezcla de carne y grasa que por lo general es de cerdo, con un proceso de salazón, contienen aditivos, son embutidos en tripas naturales o artificiales
Salchichón	Elaborados con carne y grasa que por lo general son de cerdo o de otros animales, tienen un proceso de salazón, un ingrediente característico es la pimienta, también se le añade otro tipo de condimentos y aditivos. Son embutidos en tripas naturales o artificiales, se aplica un proceso de curado y de manera opcional la aplicación de ahumado. El ahumado le proporciona al salchichón características sensoriales de aroma y sabor, dentro del grupo de salchichón se encuentra: fuet, salchichón de Málaga y salami.
Sobrasada	Son elaborados con carne, tocino y grasa de cerdo, también se puede utilizar grasas de otros animales. Se someten a un proceso de picado y son condimentados con pimentón, sal y especias, son embutidos en tripas naturales o artificiales, tienen un proceso de curado-madurado. Su característica principal es presentar un aspecto rojo marmóreo, en cuanto al aroma y sabor sobresa le el pimentón, pueden ser ahumadas para mejorar sus características sensoriales.
Otros embutidos desecados	Elaborados generalmente con carne de cerdo, tocino y grasa, también se usa carne y grasas de otros animales, lleva como condimentos sal y especias, son embutidos en tripas naturales o artificiales y llevan un proceso de maduración, su corte presenta un aspecto rojo en donde se evidencian las partículas del tocino.

Fuente: (Gómez, 2007)

2.1.1.3 Problemas de los embutidos crudo-curados

Arnau (2011), manifiesta que el embarrado se produce por la ruptura de celdas grasas, generándose el desprendimiento grasas sobre la pasta, lo cual genera un aspecto grasoso y pálido. Las principales causas del embarrado son la adición de grasas blandas, elevada temperatura de la carne y también a que el equipo de procesamiento se encuentre en mal

estado. El color es más pálido y grasoso. El proceso de secado es lento y el color se vuelve menos intenso. En los embutidos que tienen calibre pequeño se puede corregir mediante la aplicación de paprika.

Por otra parte, Mora *et al.*, (2008), dicen que se pueden generar problemas a partir de un mal proceso de embutido principalmente generándose un embarrado de la pasta debido a la fricción de la embutidora. Este inconveniente se genera debido a los defectos de decoloraciones que se generan por la contaminación de las cuchillas del cutter. Este problema es evidente en los embutidos que contienen colorantes azoicos.

Los problemas de nitrificación se dan debido a que se producen coloraciones verde y gris que se debe a que el óxido nítrico reacciona con el oxígeno generando dióxido de nitrógeno generando un color verde en la superficie. Este problema se da por que no se usa nitritos en los embutidos. El color gris también se puede dar por que se produce oxidación a partir de los pigmentos de curado. Para evitar esta contaminación se debe mantener la humedad y utilizar cultivos microbianos adecuados. Este inconveniente se genera en los embutidos que se aplica paprika, para evitar estas coloraciones se debe aplicar antioxidantes para que no se generen estos inconvenientes.

Sánchez *et al.*, (2008), manifiestan que la insuficiente transformación de nitrito a nitrato se debe principalmente cuando se aplica nitritos y el pH reduce de forma rápida hasta un valor de 5,4. La coloración grisácea de las lonchas se debe a que están envasados en atmósferas modificadas este tipo de envasado en este alimento genera oxidación en el producto, un factor clave para evitar este problema es reducir las concentraciones de oxígeno con niveles inferiores del 0,15 %.

Las coloraciones de verde a naranja se deben a que se disminuye el contenido de grasa del músculo y aumenta la capacidad de retención del agua.

Los precipitados de creatina aumentan en el proceso de secado, la carne por lo general contiene un contenido de creatina de 0,4 %. Este precipitado aparece en la capa exterior del embutido de color blanco, en los embutidos que no se aplica una siembra de moho se debe aplicar pequeñas gotas de aceite de oliva para darle brillo y disminuir el aspecto blanquecino. Los precipitados de lactato magnésico aparecen en la superficie del embutido que puede ser confundidos por moho, el lactato puede provenir de las especias, sal, agua y de algún tipo de cultivos iniciadores.

La oxidación del color se debe principalmente a la presencia de oxígeno o por el uso de carnes oxidadas. Por su parte en los embutidos con un elevado pH se genera este

inconveniente. Para evitar este tipo de oxidación es recomendable usar extracto de romero el cual evita la oxidación de la paprika.

Por su parte Arnau *et al.*, (2003), dicen que la reducción de color se debe a la aplicación de colorantes azoicos y la adición de pequeñas cantidades de sulfito. El Exudado de grasa se produce en la parte interna del embutido, este problema se genera por que los embutidos tienen elevadas temperaturas.

El crecimiento indeseado de mohos que se puede dar en algunos productos. En los embutidos crudo-curados el crecimiento de mohos es deseado previo a una siembra de esporas de *Penicillium* el cual evita la proliferación de microorganismos. En algunos productos que no se han realizado la siembra de cepas de moho se produce el crecimiento de flora salvaje, lo cual genera un aroma desagradable, para evitar este tipo de inconvenientes es recomendable mantener una temperatura y humedad controlados.

Las manchas negras se deben a la presencia de mohos como *Cladosporium herbarum* su coloración es oscura y se generan pequeñas manchas negras las cuales se producen por la acción del microorganismo en el medio aerobio. Para evitar este problema se debe aplicar buenas prácticas de fabricación.

Por otra parte, los ácaros se observan por lo general en los embutidos crudo-curados, aunque no existe un método para eliminar este problema lo más recomendable es realizar un correcto proceso de limpieza y desinfección antes de elaborar el embutido.

Los agujeros en el embutido se dan debido a un mal proceso de embutido y la formación de gases por bacterias, o la embutición de pastas muy duras con una temperatura de refrigeración. El encostrado se genera debido a un elevado pH y la coloración violeta se genera debido a la presencia de *pseudomonas fluorescens* y *P. libanensis*. Por otra parte, el arrugado en el embutido se genera debido a que no se realizó de forma correcta el proceso de embutido, lo más recomendable para este evitar este problema evitar arrugas en el proceso de embutido.

En cuanto a los problemas de textura se encuentra el encostrado que se genera por la resequeidad en la parte externa del embutido, pero en la parte interna se encuentra blando. Este problema se debe a que el proceso de secado fue rápido. Por otra parte, la falta de ligado sucede por un proceso incorrecto de extracción de proteínas en el proceso de amasado, para evitar este inconveniente es recomendable aplicar transglutaminasa ya que al ingerirse este embutido hace más fácil la masticación. Los problemas de gomosidad se generan en embutidos que se usa carnes muy magras, este problema también se puede dar

por aplicación de grasas que reduzcan el ligado de la masa, la aplicación de aceite de oliva ayuda a producir un mejor aroma y excelente jugosidad.

Guerrero y Arnau (1995), manifiestan que los problemas de flavor en los embutidos crudo-curados no son de gran necesidad pues necesitan una cantidad mínima, por su parte en los embutidos acidificados es favorable mantener un buen flavor deseando un sabor ácido suave que proviene del ácido láctico. El rancio en los embutidos crudo-curados es indeseado, este problema se genera por que se usan grasas insaturadas y con poca cantidad de antioxidantes, además puede provenir de las tripas por no realizar un correcto proceso de desinfección. El olor floral se debe a que es generado por algún tipo de bacterias ácido-lácticas, estas notas se desprenden cuando el embutido es cortado. El olor a amoníaco se da en se genera en embutidos con un elevado pH. El olor a queroseno se percibe al masticar el producto. El olor a tripa procede del incorrecto proceso de lavado de las tripas. El olor a excremento se da por usar tripas sin un correcto lavado. El olor a viejo se da cuando se aplican tiempos largos de curado en productos fermentados.

2.1.2 Cultivos iniciadores utilizados en la industria cárnica

2.1.2.1 Cultivos iniciadores

Beldarraín *et al.*, (2018), manifiestan que los cultivos iniciadores son microorganismos que ayudan al proceso de fermentación de embutidos cárnicos crudo-curados, evitan la proliferación de microorganismos patógenos y ayudan a mejorar las características sensoriales del producto. En la industria cárnica la aplicación de cultivos iniciadores proporciona beneficios al procesamiento y a los consumidores, la principal ventaja de los cultivos iniciadores es inhibir la proliferación de microorganismos patógenos, por lo tanto, al aplicar un cultivo se asegura su conservación.

2.1.2.2 Microorganismos que componen los cultivos iniciadores

Mata (2011), menciona que las mezclas de cultivos iniciadores son variadas, aunque por lo general se utilizan bacterias ácido lácticas y las micrococáceas, también se usa las especies de levaduras y mohos como flora en la superficie.

En la Tabla 2 se detallan los principales microorganismos usados en la elaboración de embutidos fermentados.

Tabla 2. Especies usadas como cultivos iniciadores

Grupo microbiano	Especies usadas como iniciadores
Bacterias ácido-lácticas	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i> , <i>Lactobacillus sake</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i>
Micrococáceas	<i>Staphylococcus carnosus</i> , <i>Staphylococcus xylosus</i> <i>Micrococcus varians</i>
Levaduras	<i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Candida famata</i>
Mohos	<i>Penicillium nalgiovensis</i> , <i>Penicillium crysogenum</i>

Fuente: (Mata, 2011)

Dentro de las bacterias ácido lácticas (BAL) se engloban cuatro géneros: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Pediococcus*, siendo los más usados en la industria cárnica los *Lactobacillus* y *Pediococcus*.

Los *Lactobacillus* es un género que se encuentra en forma natural en embutidos fermentados y en las carnes envasadas al vacío, las cepas aisladas son usadas como cultivos iniciadores. Por su parte los *Pediococcus* no se encuentran en la flora natural de los embutidos, pero su elevada resistencia al proceso de liofilización les ha convertido en uno de los géneros más utilizados en la elaboración de embutidos cárnicos en Latinoamérica. La función de las BAL en la elaboración de embutidos crudo-curados es producir ácido láctico a partir de los carbohidratos incorporados en la masa. Los cultivos iniciadores son homofermentativos debido a que descomponen los azúcares convirtiéndolos en ácido láctico, por su parte este ácido láctico se acumula produciendo efectos beneficiosos sobre las características sensoriales como: olor, color, sabor y textura, además aporta a la conservación del embutido, también los responsables del color del embutido son los nitritos y nitratos. Al incorporar cultivos iniciadores a un embutido fermentado ayuda a reducir el pH parámetro importante para ayudar a la inhibición de microorganismos patógenos y de tal manera contribuyendo a la conservación. Para que los cultivos iniciadores cumplan sus funciones en los embutidos cárnicos el número debe ser superior a 10⁶ UFC/g. Para aplicar un cultivo iniciador a un embutido primero se debe definir el tipo de producto a fabricarse y de las características que se quiera en el producto final. Por otra parte, una característica principal es la producción deseable de ácido láctico en el inicio de la fermentación para lograr inhibir cualquier tipo de microorganismo patógeno, pero si la formación de ácido láctico es excesiva se pueden generar defectos de

color y la presencia de gas en el embutido. La mezcla de bacterias debe ser capaz de crecer en diferentes temperaturas, además deben ser capaces de sintetizar bacteriocinas.

2.1.2.2 *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactaci* en la industria cárnica

García *et al.*, (2017), manifiestan que las cepas del género *Pediococcus* son anaerobios Gam positivas, además se encuentran en forma de cocos, no esporuladas, su uso es en suplementos probióticos, además para la producción de bacteriocinas en procesos fermentativos con el objetivo de evitar la contaminación de microorganismos patógenos. Dentro de las características *in vitro* se encuentra la tolerancia a pH bajos, alta concentración de sal, susceptibilidad a antimicrobianos. Escobar y Alquicira (2019), afirman que los cultivos iniciadores *P. acidilactaci* y *P. pentosaceus* son microorganismos homofermentativos o heterofermentativos facultativos, producen ácido láctico a partir de la glucosa. Este tipo de cultivos son comunes en la cerveza, vino, chucrut, salchichas fermentadas, productos cárnicos y encurtidos. Los cultivos iniciadores del género *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactaci* con propiedades probióticas genera al producto, color, olor, sabor y textura, además alarga la vida útil del producto. De igual manera la mezcla de este cultivo iniciador en un embutido fermentado genera resistencia a la acidez sales biliares y jugo gástrico, la capacidad de adhesión y la actividad antimicrobiana contra patógenos.

Contreras (2015), dice que la condición óptima de crecimiento para *Pediococcus pentosaceus* es entre 28 y 35 °C, resiste al 10% de concentración de sal además en la industria de alimentos es usada para fermentaciones de cerveza y embutidos fermentados, este tipo de cepa fermentan azúcares como glucosa, galactosa, ribosa. *Pediococcus acidilactaci* su condición óptima de crecimiento es 40°C, pero es capaz de crecer en temperaturas hasta de 50 °C, el pH adecuado para su desarrollo es 6, pero en su crecimiento puede bajar hasta 3,6. Esta cepa es usada para fermentaciones de vegetales y también usado en la industria cárnica. Este cultivo iniciador crece en medios de 4% de sal, son considerados como anaerobios facultativos, pero crecen de forma acelerada en condiciones aerobias.

En la tabla 3 se detallan los datos fisiológicos del cultivo *P. acidilactaci* y *P. pentosaceus*.

Tabla 3. Datos Fisiológicos de Cultivo *Pediococcus acidilactaci* y *pentosaceus*.

Composición del cultivo	<i>Pediococcus acidilactaci</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
Temperatura de crecimiento	43 °C/ 53 °C/ 15 °C	35°C / 48°C / 15°C

Óptima/ máxima/ mínima		
Límite de sal	10 % de sal en agua	7 % de sal en agua
Características	Anaeróbico facultativo DL. (+/-). Productor de ácido láctico.	Anaeróbico facultativo DL. (+/-). Productor de ácido láctico.
Azúcares fermentables		
Glucosa (Dextrosa)	+	+
Fructosa	+	+
Maltosa	+	+
Lactosa	-	(+)
Sacarosa (Sucrosa)	+	+
Almidón	-	-

Fuente: CHR-HASEN (2020)

2.1.3 Características del cerdo criollo ecuatoriano

2.1.3.1 Generalidades

En tiempos antiguos ya se conocía sobre esta especie domésticas y que serviría para el consumo humano, específicamente en época del descubrimiento de América por los españoles. Latinoamérica se benefició de esta especie debido a la fácil adaptación en las zonas rurales y también es una fuente importante de, también ayuda a la economía debido a que las zonas rurales se han dedicado a la crianza de esta variedad de cerdos. Por su parte Pujada *et al.*, (2018), manifiestan que los cerdos criollos tienen una gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. El cerdo criollo en Ecuador aún mantiene la capacidad de adaptación a diversidad de climas, es criado en corrales o en habitación natural a la intemperie, su pelaje es liso o en algunos casos enrulado, su tamaño es mediano y su pelaje es negro, el hocico es largo y pequeño, el tamaño del hocico es largo y estrecho. Su reproducción es baja debido a que las cerdas por lo general llegarán a tener de 3 a 4 cerdos (Paccha, 2016).

Vicente y Abalco (2013), manifiestan que en la conquista española los cerdos criollos de razas ibéricas fueron introducidas en Latinoamérica por ende en Ecuador. La principal característica de estos cerdos es su tamaño mediano y su apariencia oscura, su pelaje es corto y poco, con su hocico largo. Los ancestros se dedicaban a la crianza de estos cerdos por lo general en los patios de sus casas, la alimentación se basaba en los desperdicios de la cocina y pasto del patio.

Por su parte Peralta (2016), manifiesta que los cerdos criollos en el Ecuador existen varias especies y se los identifica por sus características físicas: Negro trompudo su coloración es negra, su pelo es grueso y largo, algunos presentan manchas blancas en el abdomen y cuello, la forma de su cabeza es larga y sus orejas son largas colgantes. Entrepelado su color es gris claro o negro, tiene poco pelo y por lo general es lacio, la piel de esta variedad es rugosa y sus orejas largas y colgantes, pequeñas o erectas. Colorados su color es

amarillento intenso y con manchas negras, también pueden tener manchas blancas y su pelaje largo, la forma de su cabeza es alargada y las orejas pueden ser cortas, largas colgantes o rectas. Lampiño negro trompudo, su pelaje es fino y de color gris o negro, de tamaño pequeño, sus brazos y piernas son cortos y sus orejas por lo general son de aspecto erecto, su cabeza es alargada. Entrepelado negro trompudo su pelo es pequeño y fino, su piel áspera y de color gris oscuro o negro, sus extremidades son cortas, las orejas son semirectas y su cabeza es larga o mediana y su abdomen es voluminoso.

Los cerdos criollos vinieron a Ecuador en la época de la conquista española, la principal ventaja de esta raza de cerdo es su fácil adaptación a la diversidad de climas, además la genética fomenta la viabilidad de que se conserve la especie y obtener productos derivados de calidad. Agrocalidad (2011), manifiesta que la carne de cerdo es considerada en tercer lugar un alimento proteico, donde la producción de aves se considera como el alimento más consumido. La producción de porcinos es una fuente de ingresos para los ecuatorianos aproximadamente de 2,1 millones productores según el tercer censo nacional agropecuario.

2.1.3.2 Características de calidad en la carne de cerdo

2.1.3.2.1 pH de la carne

Zimerman (2016), afirma que después del sacrificio del animal se realiza el proceso de transformación del músculo a carne en donde se realizan cambios bioquímicos que ocurren en el proceso post-mortem, rigor mortis es la acidificación muscular y maduración. En el músculo en reposo el ATP da la función de mantener el músculo en estado relajado. Después del sacrificio del animal para la transportación de sangre y oxígeno y nutrientes al músculo, el cual debe usar un metabolismo anaeróbico para la transformación de glucógeno en ATP (obtenido a partir de la degradación de glucógeno en ácido láctico) con el propósito de mantener la temperatura, el ATP va a provocar un descenso de pH. El descenso del pH depende del animal, además depende de la predominación de fibras de concentración rápida en los músculos, los pH finales están entre 5,5, por otra parte, en animales con fibras de concentración lenta el pH se encuentra entre 6,3.

Por su parte Castrillón *et al.*, (2005), dicen que La carne PSE (pálida, suave y exudativa), no es normal solo desde el punto de vista visual, sino desde su función proteica, además las características de palatabilidad son afectadas. El rendimiento es bajo debido a que aumenta la pérdida por goteo y carece de habilidad para ligar. La carne (PSE) es

indeseable no es de calidad debido a que existe la desnaturalización de la proteína muscular por el bajo pH y elevadas temperaturas de las canales, como consecuencia tienen baja retención de agua lo cual reduce la vida útil. La relación que existe entre el pH y la carne el cambio más importante es la transformación de músculo a carne es la acidificación en donde el pH se reduce de 7,2 a 5,5, esto se produce al transcurrir 24 horas después del sacrificio del animal. La carne DFD (oscura firme y seca) se da debido a la disminución del pH, esta se da cuando el glicógeno se reduce antes del sacrificio del animal, dando como resultado un pH alto que viene del glicólisis post-mortem, La característica principal de la carne DFD es que tiene una elevada capacidad de retención de agua y su apariencia es seca. El descenso del pH post-mortem afecta a las características de color y textura y también a la capacidad de retención del agua. Se puede determinar la presencia de carnes PSE Y DFE mediante el uso del pH metro a los 45 minutos post-mortem. Un pH menor o igual a 5,8 significa que la carne tiene presencia de PSE, un pH mayor o igual a 6,3 indica la presencia de carne DFD. Una carne normal posee un pH a los 45 minutos de 5,9 a 6,2, en cambio una carne con un pH a las 24 horas sus valores normales oscilan entre 5,6 y 6,1. Este tipo de carnes se debe a la insensibilización del animal, el propio sacrificio y el proceso de enfriado de las canales, además el ayuno, densidad, transporte, descarga y movimientos en la espera, reposo y sistema de aturdimiento.

2.1.3.2.2 Color de la Carne

Eusse (2009), dice que el color normal de la carne de cerdo es entre rojo y rosa, es variable en los músculos por separado a diferencia de los músculos en conjunto. El cambio de color en la carne puede ser oscuro debido al aumento de Oximioglobina por la edad del cerdo o también debido a que el grupo de músculos tienen mayor actividad fisiológica, por el ingreso de oxígeno o debido a la contaminación microbiológica o la falta de ácido láctico la carne conocida como DFD. En cambio, la presencia de carne rosada pálida se debe a la conversión rápida de glucógeno a ácido láctico, más conocida como carne PSE. Por su parte AMSA (2020), manifiesta que la principal proteína responsable del color de la carne es la mioglobina, existen otros pigmentos como la hemoglobina, el citocromo y varias enzimas catalasas. La hemoglobina es liberada del animal durante el sangrado, la mioglobina se encuentra en las células del corazón y su base es en hierro. Cuando el animal aún está vivo la mioglobina se encarga de recolectar oxígeno y almacenarlo de esta manera entregarlo a otras células con la finalidad de mantener las funciones

fisiológicas. Al realizarse el proceso de transformación de músculo a carne la mioglobina se convierte en el pigmento principal de la carne. El color dependerá de la cantidad de mioglobina presente en la carne, a mayor mioglobina el color será oscuro y a menor mioglobina el color tendrá intensidad más baja.

Además, Chamorro (2016), manifiesta que el color de la carne es una de las características más importantes debido a que es la primera impresión de los consumidores. Además, el color de la carne permite identificar la presencia de algún tipo de partículas extrañas. Cuando existe mayor presencia de mioglobina en la carne se presenta un color rojo saturado el cual es afectado por la presencia del potencial óxido reducción. El color marrón en la carne se da por la presencia de metamioglobina la cual es producida por actividad enzimática reductasa, la tasa de consumo de oxígeno, tipo de músculo, condiciones post-mortem y el método de embalaje de la carne. La decoloración en la carne se presenta debido a la presencia de metamioglobina y la retardación de las reservas de NADH el cual reduce la presencia de metamioglobina. También existen cambios de color de la carne en la etapa de maduración debido a que existe mayor cantidad de lípidos oxidados. La mioglobina es la principal característica de color de la carne, pero también lo es la oxigenación en los envases el color de la carne se ve afectado debido a la escasa oxigenación, por tal motivo se deben aplicar envases adecuados para las carnes.

2.1.3.2.3 Capacidad de Retención de Agua

Zudarie *et al.*, (2009), manifiestan que la característica más importante en la carne de cerdo y pollo es la retención del agua, en conjunto con el color debido a que afecta a la apariencia física de la carne y es el punto clave donde los clientes se fijan al comprar el producto. La pérdida de agua en la carne en el proceso de post-mortem genera problemas de apariencia física, en donde se general descenso de pH y su color rosado claro lo cual está relacionado con la carne PSE, en los cerdos cuándo el valor del pH de la carne es normal se puede presentar una baja capacidad de retención de agua. El valor del pH inicial es el único valor que se usa a nivel comercial para sacar la carne a la venta, siendo.

Morón y García (2004), dicen que la carne posee entre el 65 a 80 % de agua, aunque puede ser variable debido a la pérdida o ganancia de agua al procesar el producto, el color y textura de la carne dependen del porcentaje de agua. En la carne fresca es importante la pérdida de agua debido a que afecta al peso, durante el procesamiento o almacenamiento y se generan pérdidas de rendimiento. En la carne la cantidad de agua está presente en tres formas diferentes siendo la primera el agua ligada la cual representa un valor de 4 a

5% y está unida de una forma fuerte ya que no se elimina ni aplicando fuerza al músculo, la segunda es el agua inmovilizada la cual se encuentra unida de una forma débil, su liberación depende de la fuerza que se aplica al músculo para ser eliminada., la tercera es el agua libre, esta se encuentra en las superficies y su eliminación es fácil. El agua libre es de suma importancia en el proceso de enfriamiento de la canal y durante el almacenamiento, porque en ese proceso hay una pérdida por evaporación en donde se libera el agua de la superficie de la carne. La pérdida por goteo de agua en la carne se representa cuando existe secreción acuosa con sangre de la superficie, el goteo es una pérdida económica para los comerciantes debido a que el peso cambia y además genera una acumulación de agua en la carne siendo poco atractivo para los clientes, además afecta al procesamiento de la carne debido a que en el goteo se pierden las proteínas en forma acuosa roja. Al realizar el despiece del animal se pierde un 1% de las proteínas en el goteo, por otra parte, cuando la carne es cortada para bistec o cortes en forma de cubos existe una pérdida de goteo con un valor aproximado de 2 a 6% del peso en condiciones de refrigeración por un lapso de cuatro días. Cuando la carne es sometida a procesos de congelación y descongelación existen pérdidas de goteo de agua elevadas, además las carnes PSE es más propensa a estrés y por tal motivo se exudan gran cantidad de agua.

2.1.3.2.4 Dureza

Horcada y Polvillo (2012), manifiestan que la dureza es la capacidad para poder masticar y cortar la carne, las cuales están ligadas a los principales tipos de proteínas musculares del tejido conectivo los cuales son colágeno, elastina y reticulina, como también las miofibrilares actina, miosina y las sarcoplásmicas, por otra parte, también tienen relación el contenido de la grasa de infiltración, estructura del tejido conectivo, tamaño de las fibras musculares, estado de rigidez y la capacidad de retención del agua.

Por su parte Pugliese *et al.*, (2003), afirman que la dureza de la carne de la genética, edad y nutrición del animal, además estarán definidas por el proceso post-mortem, también la dureza va a depender de la cantidad de grasa intramuscular la cual afecta al corte o ternura del cerdo.

Para medir la textura de la carne se puede realizar un análisis sensorial o aplicar métodos mecánicos, este método se basa en medir a partir de la medición de la fuerza necesaria para cortar un cilindro de carne, teniendo en cuenta que a mayor fuerza de contracción la carne es más dura. La dureza es medida por la temperatura y tiempo de cocción.

Villalobos (2004), afirma que los factores que tienen relación con la dureza de la carne son: el tamaño del músculo a menor tamaño la carne será más suave, localización del músculo en el animal vivo, la función fisiológica del músculo, la edad del animal siendo a mayor edad más dureza en su carne, como también los factores de sexo, genética, procesos de matanza y el temperamento del animal tienen relación con la dureza. La dureza también se encuentra ligada a la conformación y composición de proteínas, grasa y tejido conectivo, la dureza final de la carne también dependerá de los cambios bioquímicos producidos en el proceso post-mortem.

La terneza se produce después del sacrificio del animal en el proceso de maduración de la carne en este instante se inicia la desnaturalización de las proteínas miofibrilares.

Además, Campion (2013), dice que el tejido conectivo es importante debido a que aporta la dureza natural de la carne y además su magnitud depende de la solubilidad del colágeno, su cantidad depende del tipo de músculo y edad del cerdo, por otra parte, la solubilidad tiene relación con los enlaces intermoleculares que también dependerán de la raza, edad y sexo del animal. La terneza está ligada con la estructura miofibrilar y colágeno del músculo, en donde las miofibrillas dependen de la maduración y las reacciones proteolíticas a medida de la caída de velocidad del post-mortem.

2.1.3.2.5 Composición química de la carne

El aporte nutricional de la carne de cerdo es completo debido a que es excelente para satisfacer las demandas de los consumidores y por tal motivo mejorar la calidad de vida. Por muchos años la carne de cerdo ha sido considerada como un alimento alto en grasa y por tal motivo alto en calorías, también ha sido relacionado como un alimento peligroso debido a su composición de parásitos, en la tabla 4 se muestra la composición química de la carne de cerdo.

Tabla 4. Composición química de la carne de cerdo

Composición química de la carne de cerdo	
Componente	Porcentaje %
Agua	75
Proteína bruta	20
Lípidos	5-10
Carbohidratos	1
Minerales	1
Vitaminas B1, B6, B12, Riboflavinas	

Fuente:(Campion, 2013)

Las proteínas cumplen una función esencial en el organismo, la carne de cerdo tiene un 20% de proteína teniendo un alto contenido de aminoácidos esenciales, la carne de cerdo

posee tres tipos de proteínas las cuales son: contráctiles, proteínas del tejido conectivo y proteínas sarcoplasmáticas.

La carne de cerdo posee un nivel bajo de carbohidratos pues representa el 1%, esto se debe a que son sintetizados por productos de origen vegetal. Los minerales se encuentran en un porcentaje de 1%, de los cuales son el hierro, manganeso y fósforo. Esta carne posee vitaminas B1 y también es rica en vitaminas B6, B12 y Riboflavina.

En la tabla 5 se indica la composición de ácidos grasos y características de las grasas en carne de cerdo.

Tabla 5. Composición de ácidos grasos y características de las grasas

Composición de ácidos grasos y características de las grasas en carne de cerdo	
Componente	Porcentaje %
Palmitico	26
Estearico	13
Oleico	46
Linoleico	12
% Saturados	30
% In saturados	45
% Poliinsaturados	21

Fuente: (Campion, 2013)

La carne de cerdo posee gran variedad de ácidos grasos monoinsaturados y saturados, los lípidos en la carne de cerdo se encuentran en el tejido muscular con un valor aproximado de 3 a 5 %, además aportan características de jugosidad, textura y buen sabor.

En la tabla 6 se muestran los valores del contenido de nutrientes a nivel del músculo *L. dorsi*.

Tabla 6. Contenido de nutrientes de la carne de cerdo a nivel del músculo *L. dorsi*

Contenido de nutrientes de la carne a nivel del músculo <i>L. dorsi</i>	
Componente	Cantidad
Grasa total	2,3 (g/100g)
Total saturados	39,5 %
Total monoinsaturados	46,7 %
Total poliinsaturados	13,8 %
n-6	12,2 %
n-3	1,3 %
n-6/n-3	10,6 %
Poliinsaturados/saturados	0,30%
Hierro	1,05 mg/100g
Zinc	2,25 mg/100g
Magnesio	20,9 mg/100g
Sodio	44,5 %
Vitamina E	1,29 mg α -tocoferol/100g

Fuente: Capra *et al.*, (2013)

2.1.3.2.6 Composición de la grasa

La composición de la grasa en el cerdo dependerá de la especie, alimentación, edad, sexo y tamaño, los cerdos que se alimentan de pasto y presentan cortes más magros y una mejor calidad de grasa, en donde existe mayor presencia de oleína y estearina, la desventaja es la fácil oxidación de las grasas al estar en ambiente libre. Esta grasa es usada para la alimentación humana y procesamiento de embutidos, en algunos casos es usada para la fabricación de jabones, la grasa es obtenida de cualquier parte del cuerpo ya sea brazos, piernas, pero la mayor parte de grasa se encuentra alrededor de su cuerpo en forma laminar (Juárez, 2008).

Bañón (2016), menciona que el tejido de la grasa de cerdo está compuesto por triglicéridos en el cual consta de glicerol, ácidos grasos, agua y proteínas, la composición de los ácidos grasos saturados no poseen dobles enlaces, por su parte los ácidos grasos insaturados contienen enlaces dobles, los ácidos grasos poliinsaturados poseen dos o más enlaces dobles.

En la tabla 7 se indican los niveles de lípidos presentes en diferentes cortes del cerdo por 100 g.

Tabla 7. Cantidad de lípidos presentes en diferentes cortes de carne por 100 g

Cortes	Chuleta	Lomo	Panceta	Solomillo	Media	Perfil ideal
Grasa total	29,5 g	2,65 g	46,6 g	5,1 g		
Ácidos grasos saturados	9,52 g	0,9 g	15,04 g	2,05 g	34,7 %	< 33%
Ácidos grasos monoinsaturados	12,33 g	1,1 g	19,59 g	2,37 g	42,9 %	43-66%
Ácidos grasos poliinsaturados	4,51 g	0,65 g	7,13 g	0,44 g	15,9 %	<23%

Fuente: (INTERPORC, 2016)

2.1.4 Características del embutido fuet

2.1.4.1 Generalidades

El Ministerio de la presidencia de España (2014), manifiesta que los embutidos fuet son elaborados a partir de carne de cerdo y grasa, aunque también se reemplaza la carne de cerdo por carnes y grasas de otros animales, el picado de la carne puede ser grueso o fino, llevan como ingrediente característico la pimienta, pero se les añade otro tipo de condimentos, en la elaboración los embutidos fuet son mezclados y embutidos en tripas artificiales o naturales, y de forma opcional se pueden ahumar para potencializar su sabor y aroma. Además, Frómata (2022), dice que los embutidos fuet son de calibre delgado de

22 a 40 mm de diámetro. Su reducido diámetro permite obtener un producto seco en menor tiempo, con buena textura y apto para la conservación, el tiempo de secado será entre dos semanas, el ambiente de fermentación debe ser controlado la temperatura, humedad y la convención de aire, además es importante la permeabilidad al agua por parte de la tripa, contenido de grasa, el tamaño de picado, temperatura de picado, y factor importante es la aplicación de moho en la cobertura. En la etapa de secado del embutido fuet se generan transformaciones químicas, físicas y bioquímicas que son parte de los embutidos crudo-curados, los cambios generados en el embutido son deshidratación, acidificación láctica, nitrosación de la mioglobina, hidrólisis y oxidación de grasas y proteínas. Además, la evolución de la carne se da más rápido en el inicio del secado ya que es favorecida por la alta humedad de la masa.

2.1.4.2 Ingredientes del embutido fuet

2.1.4.2.1 Materias primas

Colmero y Santaolalla (1989), dicen que la carne es el principal componente en la elaboración del embutido donde por lo general es de cerdo, la carne debe ser de calidad donde el principal factor es el pH, acidez, capacidad de retención de agua, también es importante que la carne tenga buena consistencia para brindar cortes buenos en el proceso de picado, la grasa es un elemento fundamental en el embutido ya que ayuda a mejorar las características organolépticas del producto final, es importante que el punto de fusión de las grasas sea elevado ya que ayudan a la ligazón y penetración de sustancias curantes, con la finalidad de ayudar a la consistencia se debe refrigerar o congelar las grasas para evitar el enranciamiento de las grasas.

2.1.4.2.2 Condimentos y especias

Colmero y Santaolalla (1989), afirman que los condimentos se usan para aportar a las características sensoriales del producto, donde la sal es el principal ingrediente no cárnico, ayuda al sabor y también aporta a la conservación del producto, reduce la actividad de agua, y aporta a la solubilización de las proteínas, favoreciendo a la ligazón de los ingredientes, también ayuda a obtener una consistencia adecuada, además para sazonar los embutidos fuet se aplica paprika, ajo, pimienta, tomillo.

2.1.4.2.3 Aditivos

Colmero y Santaolalla (1989), dicen que los aditivos son sustancias añadidas para ayudar a modificar las características del producto, aportan a la conservación, los aditivos dependen del tipo de embutido a elaborarse, además dependen de la dosis autorizada por cada legislación, en los embutidos tipo fuet los aditivos a usar son conservantes como nitrito y reguladores de maduración como azúcares.

2.1.4.2.4 Cultivos iniciadores

Amerex (2020), manifiesta que en la elaboración de embutidos fermentados los principales géneros usados de cultivos iniciadores son: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus*, *Pediococcus pentasaceus* y *Pediococcus acidilactici*, el crecimiento de este tipo de microorganismos se da entre 20 a 35 °C, además poseen actividad proteolítica y lopolítica que ayudan a la maduración y aportan aromas típicos a los embutidos.

2.1.4.2.5 Tripas

Colmero y Santaolalla (1989), dicen que para embutir la masa se usan tripas con un calibre de 22 a 40 mm de diámetro en el caso de los embutidos fuet, el diámetro de la tripa depende del producto a elaborarse, la tripa puede ser natural o artificial, en el caso de la natural provienen del intestino delgado y grueso de las especies bovina, ovina, caprina, porcina y equina y los esfíngos y vejigas de bovino y porcino, se debe aplicar un correcto proceso de lavado y desinfección, para las tripas artificiales pueden ser de colágeno comestible, celulosa o plásticas.

2.1.4.2 Proceso de elaboración embutido fuet

Bouhzam (2020), dice que lo primero a realizar es la recepción de las materias primas como carne, grasa, aditivos, cultivos iniciadores, luego se debe picar la carne a una temperatura de 4°C, posteriormente se amasa con la adición de los aditivos y cultivos iniciadores, es recomendable dejar reposar la masa cárnica por 24 horas a una temperatura de 4°C, se debe embutir en tripas artificiales o naturales a bajas temperaturas, luego se debe pasar a la etapa de fermentación donde el pH puede llegar entre 5 a 5,5, además se puede agregar esporas del hongo *Penicillium* para evitar la proliferación de microorganismos patógenos, los productos son secados y fermentados en cámaras climatizadas.

2.1.4.2.1 Fermentación

La etapa de fermentación es la descomposición de azúcares presentes en la masa cárnica en ácido láctico, la temperatura apta para el crecimiento de flora benéfica esta entre 12 y 18°C. En esta etapa las bacterias ácido-lácticas producen ácidos lo cual evita la proliferación de microorganismos patógenos, se reduce el pH y se produce la acidificación, además el crecimiento de los microorganismos Gram positivos ayuda al producto final a tener mejor sabor, apariencia y textura, se debe tener el control de la temperatura y humedad relativa. Los embutidos fuet dependen de la fermentación y maduración para lograr una buena textura y sabor, es importante evitar las alteraciones de la grasa seleccionando grasas frescas y aplicando temperaturas de 12°C a una humedad relativa de 60 a 80% ya que al generar alteraciones se producen sabores fuertes. El tiempo de maduración y secado ayudan a la reducción de humedad y lograr un sabor concentrado y obtener una buena textura. Además, el contenido de agua para este tipo de embutidos debe ser menor a 0,90 para que el producto sea estable y evite la contaminación microbiológica (Bouhzam, 2020).

2.1.4.2.2. Secado

El objetivo del secado es eliminar agua y ayudar a la conservación del producto, volviendo un producto seguro reduciendo la acción de enzimas y alteraciones, al eliminar agua el embutido reduce peso y volumen. Los factores externos que intervienen en el secado del producto son la temperatura del bulbo seco, humedad relativa, velocidad del aire, además los factores internos pueden ser temperatura de superficie, pérdida de humedad. La humedad en el embutido se da en tres fases las cuales son: período de calentamiento inicial que se inicia desde la superficie hasta el bulbo húmedo, período de velocidad de secado constante se genera gran cantidad de humedad en la superficie del embutido que se genera por el aire calentado y se genera pérdida de volumen y peso, período de velocidad de secado descendente inicia la eliminación del agua en el centro del embutido y la velocidad de secado es baja. En esta etapa se pueden generar varios defectos como las rupturas internas, donde se pueden generar mal formaciones y malas texturas del producto, por otra parte, el secado rápido puede generar texturas duras en el embutido, además, si la temperatura del aire es alta se producen inadecuadas distribuciones de agua en el interior y exterior del producto (Bouhzam, 2020).

2.1.4.2 Características de calidad del embutido fuet

Bouhzam (2020), manifiesta que la calidad de los embutidos depende de las materias primas, ingredientes, aditivos, ambiente de fermentación, condiciones de fabricación, almacenamiento y transporte, el control de la calidad del embutido es esencial para la aceptación del producto por parte de los consumidores. La etapa crítica para elaboración de embutidos es la fermentación y secado, además la evaluación sensorial del producto final. En las etapas de fermentación y secado se debe controlar la temperatura, tiempo de fermentación, humedad relativa, pH, actividad de agua, metabolitos primarios y secundarios, pérdida de peso, porcentaje de humedad. El principal análisis fisicoquímico es actividad de agua, ya que este factor condiciona el desarrollo de microorganismo, degradación de vitaminas, oxidación lipídica, reacciones enzimáticas influyendo en la calidad final del producto y en la vida útil del producto.

2.1.4.2.1 pH

Rubio (2014) menciona que en los productos fermentados como el fuet de un calibre menor a 5,4, son propios de países Europeos, el valor final de pH es de 5,3 como mínimo y máximo de 6,2. Por su parte Barrios (2020) dice que el pH es un factor que define la calidad del embutido final ya que las bacterias patógenas crecen cerca del pH neutro, además hay que tener en cuenta que algunos hongos conidiales pueden crecer hasta un pH de 2 y las levaduras a un pH de 1,5, pero al tener un valor de pH medio de 5 se limita el crecimiento de microorganismos patógenos alterantes.

2.1.4.2.2 Actividad de agua

La actividad de agua (a_w) cuantifica la relación de humedad y la capacidad de crecimiento de microorganismos patógenos, en los embutidos fermentados el a_w define la estabilidad y deterioro, el valor de a_w permitirá predecir la vida útil del alimento, el valor máximo de actividad de agua para un embutido debe ser como máximo 0,90 y como mínimo 0,60 (Barrios, 2020).

2.1.4.2.3 Humedad

Navarrete (2014), dice que en la fermentación los embutidos se mantienen a ciertas condiciones de temperatura con la finalidad de generar una lenta y controlada reducción de humedad. Al tener un valor adecuado para la humedad en los embutidos se puede conservar por un largo tiempo y a temperatura ambiente el embutido. Coelho *et al.*, (2006) manifiestan que el contenido de humedad para un embutido fermentado debe ser entre

máximo hasta un 40%, con la reducción de humedad se desarrollan las características organolépticas del producto fina, para tener una correcta reducción de humedad se debe realizar una buena fermentación ácido-láctica y se deben aplicar tiempos correctos.

2.1.4.2.3 Porcentaje de ácido láctico

Los cultivos iniciadores al ser aplicados en los embutidos cumplen la función de generar ácido láctico a partir de los azúcares o carbohidratos presentes en la masa cárnica. Al producir ácido láctico en los embutidos ayuda a evitar la proliferación de microorganismos patógenos y también aporta al desarrollo de características sensoriales tales como: color y textura, al aplicar el cultivo *Pediococcus pentosaceum* ayuda al embutido al proceso de enrojecimiento, también es importante la producción de ácido láctico al inicio de la fermentación, con la finalidad de que se eviten proliferaciones de patógenos, se debe tener en cuenta que al generarse excesivo ácido láctico se pueden generar defectos de color, para la cantidad de ácido láctico en un embutido no hay un valor máximo ni mínimo, sin embargo los valores deben estar en función al tipo de cultivo iniciador aplicado, para el género *Pediococcus* los valores de ácido láctico están entre 1,78 a 2,22% (Sarabia, 2011).

2.1.4.2.3 Pérdida de peso

Sarabia (2011), menciona que la característica principal de los embutidos fermentados es la pérdida de peso durante la maduración, la reducción de peso oscila entre 20 a 40% del peso inicial, la etapa de pérdida de peso debe ser un proceso controlado que permita la difusión de moléculas de la parte interna del embutido hasta la parte exterior, la importancia del control de temperaturas radica en obtener un secado uniforme y no intenso y reseco, al no tener un buen control del ambiente de fermentación en el embutido se pueden dar defectos en la consistencia, alteración en el color, aparecen zonas huecas y grietas acompañadas de un mal olor y sabor.

2.1.4.2.4 Características sensoriales

2.1.4.2.4.1 Olor

Para evaluar el atributo de olor en los embutidos fermentados se debe iniciar en la olfacción de las lonchas del fuet, donde las características se dan básicamente al tipo de especies, condimentos utilizados y del cultivo iniciador, por lo general el olor debe estar en función a notas de ajo y paprika. Para describir el perfil de olor se usa dulce, intenso a

curado, astringente debido al pimentón, picante y a otras notas como floral, ajo, hongo, especias (Rosas, 2019).

2.1.4.2.4.2 Color

Para la evaluación de color el corte debe ser en el momento de la evaluación, la ausencia de agujeros y de colores atípicos es una de las características en los embutidos fuet, el color es uno de los principales exámenes visuales para determinar si el proceso de transformación fue bueno o malo, el examen visual se debe realizar a toda la loncha y si es posible realizar cortes en varias partes, el color debe ser rojo intenso con trozos de grasa visibles, además se caracteriza la presencia de moho blanco en la parte externa del embutido (Rosas, 2019).

2.1.4.2.4.3 Sabor

Las características más frecuentes en cuanto a sabor son astringente, intenso a curado, en algunos casos a ahumado, picante y sabor a los diferentes condimentos y especias utilizados durante la elaboración del producto (Rosas, 2019).

2.1.4.2.4.4 Textura

Rosas (2019), manifiesta que la textura de los embutidos fuet depende del grosor de picado y tipo de carne utilizado, además de la coagulación durante el proceso de fermentación. La textura en los embutidos fermentados es una propiedad que afecta la sensación en la boca mientras se está masticando el producto. Además, en los embutidos fuet se caracteriza por la presencia de partículas de grasa esto se debe al grosor de molido, en la evaluación de textura se puede resaltar desmenuzamiento, cohesividad y pegajosidad de las partículas.

2.1.5 Probióticos en alimentos cárnicos

Se usa para designar a las bacterias que tienen efectos beneficiosos para el organismo animal y humano. Una de las definiciones más usadas sobre los probióticos es microorganismos que al ser consumidos en cantidades específicas aportan beneficios saludables. Los probióticos más usados en alimentos son del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. En el organismo los probióticos deben aportar beneficios para la salud a medida que van desarrollándose. Cuando se añade probióticos a los alimentos se debe aplicar la cantidad adecuada para asegurar que cumplan un efecto en el organismo (FAO, 2006).

Olveira y Gonzáles (2007), dicen que los probióticos también están definidos como productos que llevan cepas de microorganismos beneficiosos que aplicados en una cantidad exacta aportan beneficios al huésped dentro de este grupo se encuentran las leches fermentadas, embutidos o suplementos en polvo.

National Institutes of Health (2022), manifiesta que los probióticos actúan en el aparato digestivo, llegando directamente al microbioma intestinal, cuando una persona en su alimentación administra la cantidad suficiente de probióticos cumplen la función de mejorar la digestión, los probióticos más encontrados en el mercado son: *lactobacilos*, *bifidobacterias*, *saccharomyces*, *estreptococos*, *enterococos*, *escherichia* y *bacilos*.

En la tabla 8 se indican los principales probióticos usados en alimentos

Tabla 8. Principales probióticos usados en alimentos

Probióticos usados en alimentos	
Género	Especie
<i>Lactobacillus</i>	<i>Acidophilus</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Johnsonii</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Gasseri</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Casei</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Paracasei</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Rhamnosus</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Plantarum</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Reuteri</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>Animalis</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>Lactis</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>Bifidum</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>Breve</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>Longum</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>Adolescents</i>

Fuente: (Saxelin, 2008)

2.1.4.1 Efectos beneficiosos del consumo de probióticos

O'Hara y Shanahan (2007), manifiestan que los probióticos al ser consumidos aportan acciones de beneficios para el organismo ya que mantienen el equilibrio del tracto digestivo y también inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos. El efecto de los probióticos depende del tipo de cepa consumida y la dosis adecuada, la función de los probióticos se da por interacción con el microbiota intestinal y por el mejoramiento de la barrera de la mucosa y epitelio intestinales.

En la tabla 9 se muestran algunos ejemplos de probióticos usados en algunas infecciones.

Tabla 9. Probióticos usados en algunas infecciones

Probióticos usados en algunas infecciones	
Probiótico	Aplicación clínica
<i>Saccharomyces boulardii</i> CNCM I-745	Gastroenteritis aguda virales
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	

<i>Lactobacillus reuteri</i> 17938	
<i>Saccharomyces boulardii</i> CNCM1-745	
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	Diarrea persistente
Coadministración con antibióticos (preventivo)	
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	Diarrea asociada a antibióticos
<i>Saccharomyces boulardii</i> CNCM1-745	
<i>Lactobacillus acidophilus</i> CL 1285	Prevención de diarrea por CI. Defficile
<i>Lactobacillus casei</i> LBC80R	
<i>Saccharomyces boulardii</i> CNCM1-745	Tratamiento coadyuvante de erradicación de helicobacter pylori
<i>Lactobacillus caseireuteri</i> DN 114 001	
<i>Lactobacillus reuteri</i> DN 114 001 DSM 17938	Enterocolitis necrosante y prematuridad
<i>Lactobacillus reuteri</i> DSM 17938	Reduce el riesgo ECN y mortalidad < 1500 g al nacer
Mezcla de 8 cepas de probióticos:	
<i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>B. longum</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. breve</i> , <i>Streptococcus alivarius</i> , <i>L. deibruceckii subesp bulgaricos</i> .	Inflamatorias del intestine
<i>Rscherichia coli</i> Nissle 1917	Colitis ulcerosa, inducir remisión, reservoritis, enfermedad de Crohn.
Mezcla de 8 cepas de probióticos	
<i>Lactobacillus plantarum</i> 299 V (DSM 9843)	
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> NCIMB 30174	Síndrome del intestino irritable
<i>Sacharomyces boulardii</i> CNCM1-745	
<i>Lactobacillus desbrueckii subes. bulgaricos</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i>	Malabsorción de lactose
<i>Lactobacillus reuteri</i> DSM 17938	Cólico lactante
<i>Lactobacillus casei subesp DG</i>	Enfermedad diverticular sintomática no complicada
<i>Lactobacillus paracasei</i> B21060	

Fuente: (Organización Mundial de Gastroenterología ,2017)

2.1.4.2 Incorporación de probióticos en embutidos

Rodríguez (2011), manifiesta que los probióticos son utilizados únicamente en productos lácteos y algunos complementos alimenticios, por tal motivo es importante abrir el campo de aplicación de probióticos a nuevos productos como los embutidos fermentados debido a que no se le aplica tratamientos térmicos se asegura la supervivencia del probiótico, también para mantener el probiótico vivo en los alimentos fermentados se debe elegir de forma correcta el probiótico apropiado para que desempeñe sus funciones. Por su parte Xu y Zhu (2021), realizaron una investigación en donde reemplazaron parcialmente los nitritos por el probiótico *Lactobacillus fermentum* en una salchicha china, en donde obtuvieron como resultados que la cepa ayuda a reducir el pH lo cual es importante para evitar la proliferación de microorganismos patógenos, además la cepa ayuda a acelerar el proceso de gelificación, en cuanto al color se obtuvo un característico similar de cuando se aplica nitritos, también mejoro la calidad de la salchicha ya que se redujo el uso de nitritos. En cuanto a sus características organolépticas se obtuvo que la salchicha presentó un buen sabor, olor. La aplicación de esta cepa sustituye el uso de nitritos obteniendo así productos más saludables. Por otra parte, Machado *et al.*, (2021), realizaron un estudio sobre la microencapsulación de *Lactobacillus plantarum* en un embutido tipo salami en

donde su formulación óptima fue un porcentaje de 5,57% de encapsulante y 1% probiótico, también obtuvieron que el probiótico se presentó en una cantidad de 8UFC/g, en cuanto a las características fisicoquímicas obtuvieron buenos resultados y una buena aceptación por parte de los jueces catadores.

Zhu *et al.*, (2020), hicieron una investigación sobre el reemplazo parcial de nitrito por el probiótico *Lactobacillus plantarum* en salchichas chinas fermentadas con la finalidad de obtener un color deseado en el producto y además evitar la proliferación de microorganismos patógenos alterantes. En la prueba reológica que hicieron obtuvieron que el *Lactobacillus* mejoró la viscoelasticidad y sus propiedades gelificantes. Concluyeron que la aplicación de esta cepa ayuda a reducir el consumo de nitritos y una reducción de sodio en los productos cárnicos fermentados, los cuales resultan más saludables para el consumo humano. Además, Najjari (2020), en su investigación usó cepas de *Lactobacillus sakei* y *S. xylosum* en salchichas fermentadas, en la cual obtuvo que los productos finales contenían olor, sabor y textura aceptables, pero la mayoría del panel de análisis sensorial prefirió el producto elaborado con los probióticos *L. sakei* 23K o *L. sakei* BMG 95.

2.1.5 Propiedades de calidad de embutidos crudo-curados

2.1.5.1 Requisitos

En la norma INEN 1338 para productos cárnicos crudo-curados establece los requisitos que deben cumplir los productos. En los requisitos se especifica que el producto no debe presentar alteraciones físicas o generadas por algún tipo de microorganismos, no se deben aplicar grasas de origen vegetal, además el embutido no debe presentar residuos de plaguicidas, contaminantes y residuos de medicamentos. Para el uso de aditivos se debe aplicar de acuerdo con la norma INEN 2074.

En la tabla 10 se especifican los requisitos fisicoquímicos para los productos crudo-curados.

Tabla 10. Requisitos bromatológicos para productos crudo-curados

Requisito	Unidad	Min	Max	Método de ensayo
Pérdida por calentamiento	%	-	60	NTE INEN 777
Grasa Total	%	-	20	NTE INEN 778
Proteína	%	12	-	NTE INEN 781
Ceniza	%	-	5	NTE INEN 786
pH	%	5,6	6,2	NTE INEN 783

Fuente: (INEN 1338, 20166)

En la tabla 11 se indican los requisitos microbiológicos para los embutidos crudo-curados según lo establece la norma INEN 1338.

Tabla 11. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos crudos- madurados

Requisitos	N	C	M	M	Método de ensayo
Staphylococcus aureus ufc/g	5	1	1,0x10 ²	1,0x10 ³	NTE INEN 1529-14
Salmonella l /25g*	10	0	Ausencia	-	NTE INEN 1529-15

Fuente: INEN (1338)

2.1.6 Funciones de los nitritos y nitratos

Lugo (2008), afirma que las sales de curado son principalmente los nitritos, nitratos y cloruro de sodio. Por su parte el cloruro de sodio ayuda a evitar la proliferación de ciertos microorganismos patógenos, además ayuda a reducir el aw, potencializa su sabor y textura. Los nitritos y nitratos ayudan a dar aroma y sabor a los embutidos y controla el desarrollo de patógenos, son usados en los procesos de maduraciones largas ya que ayudan al proceso de maduración y aporta color y aroma al producto, además brinda efecto conservante y antioxidante.

Los nitritos y nitratos reaccionan con ciertos componentes de la carne otorgándole al producto final características de color, olor, sabores deseados, como también es un importante antimicrobiano y antioxidante.

2.1.6.1 Efecto en el color

Hames (2012), manifiesta que el nitrito es importante en los embutidos debido a la formación adecuada de color, este cambio se genera por la acción de reacciones químicas de la formación de nitrosomioglobina el cual imparte el color rojo característico de los embutidos.

La carne posee oximioglobina y al añadir nitrito se produce un proceso de obscurecimiento, reacción producida por que el óxido de nitrógeno, o por la oxidación de la mioglobina por el nitrito. Esta reacción se produce a temperatura ambiente, la sal acelera este proceso. Después de un corto tiempo la metamioglobina sufre una reducción de agentes reductores. Al final el óxido de nitrógeno que se formó en la oxidación se une a la mioglobina de tal manera que forman el pigmento nitrosomioglobina. El óxido de nitrógeno es indispensable en las reacciones que se producen con ascorbato que conjuntamente generan nitroxilo. La aplicación de 40 a 50 mg/kg de nitrito genera un buen desarrollo de color en los embutidos, pero si no se adicionan nitritos y nitratos no se desarrolla un color adecuado en el producto.

2.1.6.2 Efecto en el aroma y sabor

Hierro *et al.*, (2014), manifiesta que el sabor y aroma en los productos cárnicos crudos dependen de las reacciones químicas de los microorganismos y las enzimas naturales de la carne, también depende de los ingredientes usados y las reacciones de los nitritos. La aplicación de una cantidad aproximada de 40-50 mg/kg permite obtener un buen aroma y sabor en el producto cárnico. Los nitritos y nitratos actúan en de forma indirecta en el aroma y sabor del embutido debido a que se genera la modulación de la oxidación lipídica y el aumento de la degradación de aminoácidos.

2.1.6.3 Actividad antimicrobiana de los nitritos

La principal razón de usar nitritos y nitratos en la elaboración de embutidos es por su actividad antimicrobiana. Según investigaciones realizadas el nitrito ayuda a controlar la proliferación de *C. botulinum*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *S. aureus* y *Salmonella spp*, y la producción de su toxina, también ayuda a controlar el crecimiento de bacterias putrefactivas en la carne.

En la tabla 12 se muestran los mecanismos de reacción antimicrobiana de las especies reactivas de nitrógeno.

Tabla 12. Mecanismos de acción de antimicrobianos

Mecanismos de acción antimicrobiana de las especies reactivas de nitrógeno		
	Mecanismo	Compuestos responsables
AND		
Daño oxidativo del ADN (ejemplo entrecruzamiento desaminación)	rotura, N-nitrosilación	N2O3, ONOO-, NO2λ
Filamentación	S-nitrosilación	S-NO
Proteínas		

Grupos tiol (ejemplo en gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa, glutamilcisteinil sintetasa)	en Y-2	S-nitrosilación, formación de puentes disulfuro	S-NO, N2O3, NO
Grupos hemo (ejemplo citocromos o catalasa)	en	Formación de nitrosil-hemo	NO, S-NO
Grupos hierro/zinc-azufre (p. ej. aconitasa, piruvato-ferredoxina, 2-idoreductasa, o proteínas de unión al ADN)	o	S-nitrosilación	NO, ONOO-
Tirosina (disrupción de la fosforilación de la tirosina, modificación de la función proteica)	de la la la	Nitración	ONOO-, NO2- + H2O2
Radicales tirosilo (ejemplo en ribonucleótido reductasa)	en	Interacción con NO	NO
2-ninas		N-nitrosilación	N2O3, N2O
Pared celular			
Lípidos		Peroxidación lipídica	NO2λ, ONOO-
Tioles		S-nitrosilación, formación de puentes disulfuro	S-NO, N2O3, NO

Fuente: Lundberg *et al.*, (2011)

2.1.7 Alimentos funcionales

Alvírez *et al.*, (2002), dicen que en la actualidad existe una demanda por parte de los consumidores a los productos que aporten beneficios nutricionales para su organismo, por tal motivo la industria alimentaria tiene la necesidad de cubrir estas demandas alimenticias. Un alimento funcional es de origen natural o procesado que contienen componentes nutricionales que favorecen a la salud, además se relaciona a los componentes químicos que el alimento posee.

Araya y Lutz (2003), manifiestan que las investigaciones que se realizan en la actualidad en su mayoría no están enfocadas a los alimentos nutricionales, aunque los consumidores se han concientizado y buscan alimentos que cubran sus necesidades nutricionales, aunque los consumidores reciben información de las propiedades saludables de algunos alimentos, esta estrategia es utilizada como marketing para poder vender sus productos. Estos son considerados como alimentos funcionales que al ser consumidos promueven efectos beneficiosos para la salud humana, también evitan el riesgo a contraer algunas enfermedades. En la actualidad las investigaciones están enfocadas en los alimentos saludables.

Los alimentos funcionales más conocidos son los probióticos los cuales comprenden el grupo de *Lactobacillus* y *bifidobacterias*, los cuales son microorganismos vivos que aportan beneficios nutricionales. Los productos que contienen probióticos son los derivados lácteos, algunos vegetales y productos cásmicos, el efecto que aporta los

probióticos es la producción de lactasa y reducen el pH intestinal, producen antimicrobianos. En el organismo los probióticos *Lactobacilos* y *bifidobacterias* ayudan a mantener el equilibrio de la microflora colónica aumentando el paso de nutrientes a los intestinos. Además, se ha comprobado que los probióticos ayudan a disminuir la intolerancia a la lactosa y disminución de diarreas por rotavirus. También se ha demostrado que *L. acidophilus* y *B. bifidum* ejercen una función beneficiosa contra las alergias incluso anticancerígenas. No todas las cepas producen beneficios ya que se debe aplicar las dosis correctas para obtener sus beneficios y también hay que saber qué tipo de probióticos actúan con los distintos alimentos.

Además, Silvera *et al.*, (2003), mencionan que los prebióticos son sustratos del probiótico, son consideradas sustancias no digeribles por el organismo, pero su aporte benéfico es estimular el crecimiento de bacterias intestinales, los prebióticos más conocidos son la inulina, en forma natural se encuentran en el trigo, cebolla, plátanos, ajo y puerros. Su función es gastrointestinal y son fermentados por bacterias colónicas, también ayudan en el tratamiento de diarreas y estreñimiento.

La unión de un probiótico con un prebiótico es denominada como alimento simbiótico, se los encuentra en los lácteos ricos en fibra fermentados por bifidobacterias.

2.1.8 Perspectivas futuras y tendencias de embutidos cárnicos

Zdolec *et al.*, (2022), manifiestan que el uso de bacterias ácido lácticas (BAL) en productos fermentados es de gran beneficio ya que están involucradas en los cambios bioquímicos y microbiológicos del proceso de fermentación. El uso de BAL en las industrias productoras de alimentos fermentados es normalizada. La fermentación de embutidos durante meses necesita gran variedad de cepas iniciales que inicien el proceso de fermentación. El uso de las BAL genera cambios beneficiosos tanto en el color, aroma, sabor y textura de los embutidos, además se genera un producto más saludable pues aporta beneficios para el organismo.

Por su parte Munekata *et al.*, (2021), dicen que en la elaboración de productos cárnicos a partir de cerdo es muy variada debido a la disponibilidad de la materia prima, el propósito de las industrias cárnicas es mejorar los sabores e implementar nuevas tecnologías. Los procesos más usados para la carne de cerdo son fermentados, curados y cocidos. Cada proceso posee diferentes tipos de ingredientes, aunque por lo general en los productos crudo-curados se usa cloruro de sodio, cultivos iniciadores, sangre, condimentos y especias. En la actualidad existe una gran gama de productos a partir de carne de cerdo.

Aunque la tendencia actual es elaborar productos fermentados a partir de carne de cerdo que brinden beneficios nutricionales para los consumidores.

Para la industria alimentaria es un reto implementar alimentos que aporten beneficios nutricionales, además evitar el uso de aditivos cancerígenos como los nitritos. Afraei *et al.*, (2022), realizaron un estudio sobre la eliminación de nitritos en un embutido, además la adición de probióticos con la finalidad de mejorar la textura del producto. El objetivo de su estudio fue modificar los embutidos fermentados libres de nitritos mediante la aplicación de *Lactobacillus plantarum* PTCC1896 y *Lactobacillus fermentum* PTCC1744. Además, utilizaron diferentes porcentajes de alginato de sodio, inulina y maltodextrina para evaluar la viabilidad de las bacterias. En cuanto a los resultados obtuvieron que el pH de todos los tratamientos estuvo dentro del rango deseado de estabilidad microbiana. Los resultados de la evaluación de textura y microbiana mostraron que los tratamientos cocidos tienen mejores propiedades de textura y menor carga microbiana durante el almacenamiento. La ausencia de nitrito y su sustitución por la mencionada bacteria no tuvo efectos adversos y arrojó resultados deseables. Por lo tanto, es posible producir un embutido sin nitritos, pero con la adición de probióticos que aporten beneficios organolépticos adecuados al producto.

El uso de nuevos ingredientes en los embutidos cárnicos es una tarea que se desarrolla en la actualidad por parte del sector tecnológico y productivo. Sirini *et al.*, (2022), hicieron un estudio sobre el uso de probióticos en los embutidos fermentados. El objetivo de su investigación fue estudiar la viabilidad de *Lactiplantibacillus plantarum* BFL microencapsulado y no encapsulado, así como sus efectos sobre los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de salchichas fermentadas conservadas a 20 °C y 5 °C durante 60 días de almacenamiento. En donde obtuvieron que el microencapsulado y no encapsulado tenía valores de pH bajo por tal motivo se redujo el recuento de microorganismos patógenos.

Munekata *et al.*, (2022), dicen que el uso de probióticos en alimentos fermentados como los cárnicos es importante debido a la generación de alimentos funcionales que aportan beneficios para los consumidores. Los productos cárnicos fermentados producidos por métodos tradicionales son fuentes de probióticos que se pueden explorar en la producción de productos cárnicos funcionales. En la actualidad se han desarrollado oportunidades prometedoras para mejorar el valor de los productos cárnicos fermentados funcionales al explorar nuevos productos cárnicos como alimentos fermentados funcionales, con la finalidad de mejorar la calidad del producto final.

Sirini *et al.*, (2022), manifiestan que en la actualidad los consumidores buscan productos más saludables con la finalidad de cuidar sus dietas y salud. Por tal motivo la industria cárnica busca mejorar sus productos implementando formulaciones más saludables y funcionales que satisfagan las exigencias del mercado y los consumidores actuales. La industria cárnica por lo general busca realizar productos reducidos en sodio, grasa y nitritos, además se ha puesto como objetivo aumentar componentes funcionales como: prebióticos, probióticos, simbióticos y polifenoles, que aporten a la salud de los consumidores.

Los productos cárnicos fermentados son de gran acogida por parte de los consumidores, aunque la tendencia actual es mejorar formulaciones de estos productos para que aporten beneficios nutricionales a los consumidores, por tal motivo Sionek *et al.*, (2021), realizaron una investigación sobre la evaluación de la influencia del probiótico *Lactocaseibacillus rhamnosus LOCK900* sobre el desarrollo de compuestos orgánicos volátiles en salchichas fermentadas. Se evaluaron las características microbiológicas y sensoriales y compuestos volátiles. En donde obtuvieron que el producto tuvo características sensoriales positivas, y su calidad general se mantuvo alta durante el almacenamiento.

2.3 Marco legal

En la Constitución de la República del Ecuador promulgada en el 2008, y su última modificación en el 2011 vigente en la actualidad hace énfasis, en la soberanía alimentaria y salud, en esta investigación se elaboró un producto funcional y en la constitución se menciona que los ciudadanos tienen derecho y acceso a alimentos sanos que aporten beneficios nutricionales tal como lo manifiesta los siguientes artículos.

Art. 13.- “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales” (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008).

Por otra parte, para garantizar la soberanía alimentaria a los ciudadanos el estado debe precautelar que los animales destinados al consumo humano sean sanos tal como se menciona en el siguiente artículo.

Art. 281.- “La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y

nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado: Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria” (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008). Además, la innovación permite impulsar la producción nacional tal como se explica en el siguiente artículo.

Art. 385.- “El objetivo nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad: Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir” (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008).

III METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en el centro experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi ubicada en la provincia del Carchi, cantón San Pedro de Huaca, panamericana norte kilómetro 35.

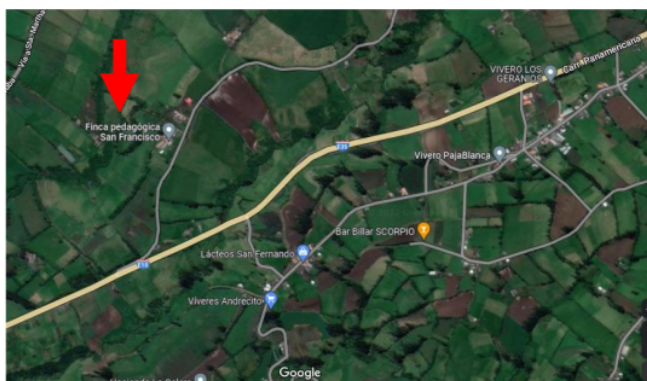


Figura 1. Ubicación geográfica centro experimental San Francisco
Fuente: Google maps

Además, los análisis fisicoquímicos se desarrollaron en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi ubicados en la ciudad de Tulcán, ubicada en Antisana S/N y avenida universitaria.



Figura 2. Ubicación geográfica Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Fuente: Google maps

3.2 Enfoque y tipo de investigación

Enfoque

La presente investigación se realizó con un enfoque mixto debido a que se trataron datos para dar respuesta a las preguntas de investigación, con base en la medición numérica y el análisis estadístico donde se estableció los patrones de comportamiento, lo cual permitió obtener una mejor visión sobre los productos cárnicos con cultivos iniciadores. También, por la obtención de resultados fisicoquímicos del proceso de maduración del producto final.

1

Tipo de investigación

La investigación es experimental ya que se desarrolló varias formulaciones para la elaboración de un embutido tipo fuet, con la finalidad de obtener un producto con buenas características sensoriales. Además, se estudió el efecto de la concentración del cultivo iniciador *Pediococcus acidilactaci* y *Pediococcus pentosaceus* a diferentes temperaturas de fermentación, para esto se realizó la experimentación por triplicado. También fue exploratoria porque existen pocas investigaciones sobre el uso de probióticos en

embutidos y debido que se desconoce las temperaturas correctas de fermentación y descriptiva debido a que se identificó las características sensoriales y fisicoquímicas que genera la aplicación del probiótico al embutido tipo fuet.

3.3 Definición y operacionalización de variables

Definición de las variables

Variables Independientes

A. Porcentaje del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*)

A1. 0,01 %

A2. 0,02%

A3. 0,03%

Temperatura de fermentación

B1. 8 °C

B2. 12 °C

Variables dependientes

Características fisicoquímicas:

- Pérdida de peso
- Porcentaje de ácidos orgánicos
- Grasa total
- Proteína
- Ceniza
- Humedad
- pH
- Actividad de agua

Características sensoriales del producto:

- Olor
- Color
- Sabor
- Textura

Operacionalización de variables

En la tabla 13 se detalla las variables usadas en el estudio.

Tabla 13. Operacionalización de variables en embutido tipo fuet

Variables independientes	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento																								
Porcentaje del cultivo indicador	Cantidad del cultivo iniciador	0,01% <i>Pediococcus pentosaceus</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>	Cantidad de cultivos iniciadores en la elaboración de embutidos fermentados (Barros, 2017).	Cantidad de cultivos iniciadores en la elaboración de embutidos fermentados (Barros, 2017).																								
		0,02% <i>Pediococcus pentosaceus</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>																										
		0,03% <i>Pediococcus pentosaceus</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>																										
Temperatura de maduración	Grados centígrados °C	8 12	Temperaturas de fermentación en embutidos (Rubio, 2014).	Temperaturas de fermentación en embutidos (Rubio, 2014).																								
	Variables dependientes																											
Análisis de calidad del embutido tipo fuet	Ejecución de análisis fisicoquímicos	Porcentaje de ácidos orgánicos	Determinación ácido láctico por titulación	Determinación ácido láctico por titulación NTE INEN 13																								
					Pérdida de peso	Procedimiento de laboratorio según Rodríguez (2011).	INEN 464																					
								Grasa total	Determinación de grasa por Soxhlet	NTE INEN 778																		
											Proteína	Determinación de proteínas por Kjeldahl	NTE INEN 781															
														Ceniza	Calcimación por mufla	NTE INEN 786												
																	Humedad	Método termogravimétrico	Analizador de humedad									
																				Actividad de agua	Higrómetro de punto de rocío Potenciómetro	Higrómetro eléctrico NTE INEN 783						
																							pH					
																										Color		
Sabor																												
			Textura.																									
						Ejecución de análisis microbiológicos	<i>Stafilococcus Aerus</i> <i>Salmonella sp</i>	AOAC 2003 INEN 6579																				

3.4 Procedimientos

Fase 1.

Determinación de los parámetros óptimos del proceso de elaboración del embutido.

Elaboración de embutido

En la figura 3 se indica el diagrama de flujo correspondiente para la elaboración del embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo.

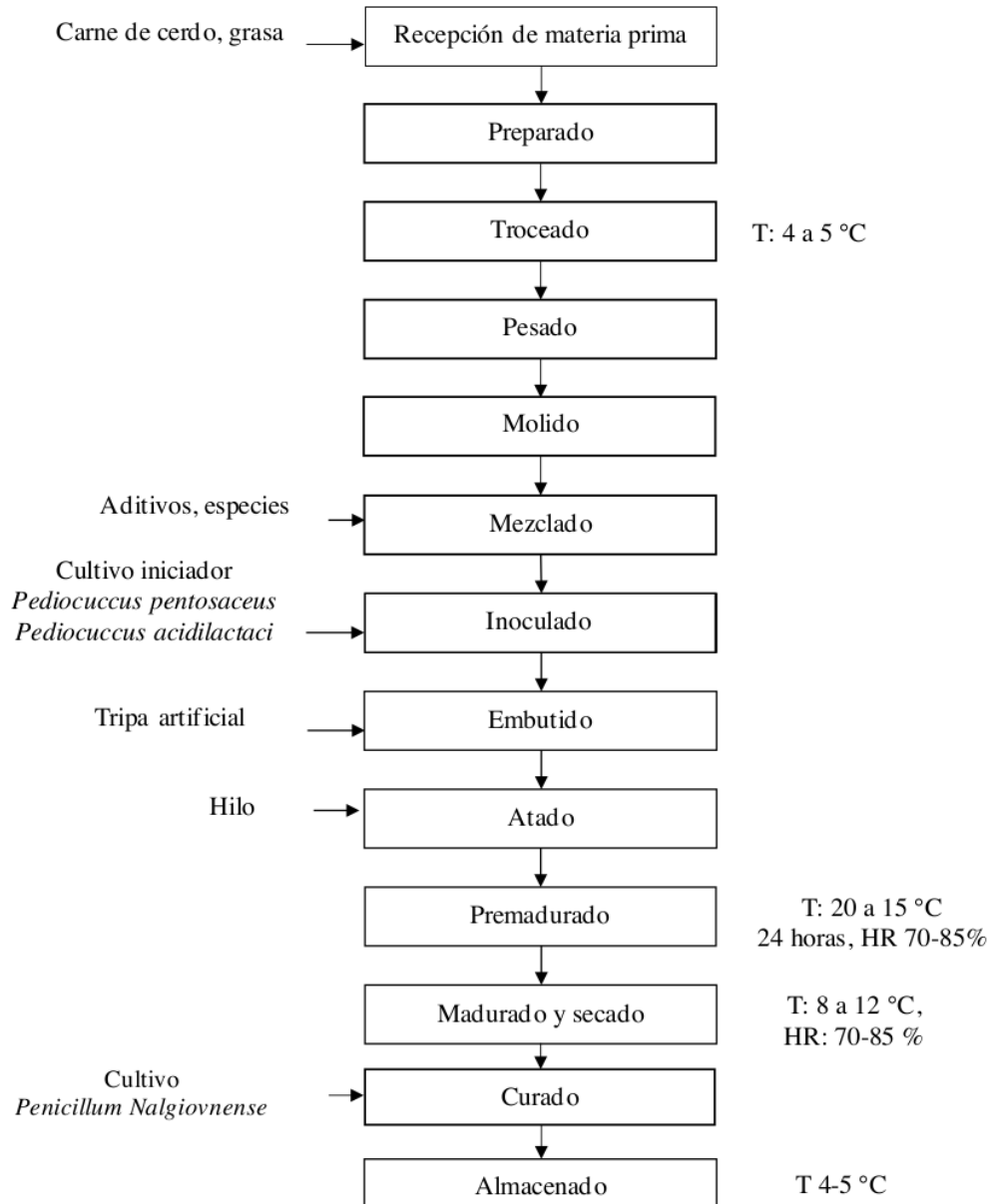


Figura 3. Diagrama de flujo embutido tipo fuet
Fuente: Adaptado de Paredes y Álvarez (2016)

Descripción del proceso de elaboración de embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo

Recepción de materia prima: El cerdo criollo fue faenado en un camal seguro el cual cumplía con todos los requisitos de funcionamiento. La temperatura de la materia prima debe ser de 4 a 5 °C.

Preparado de carne y grasa: La carne estuvo congelada a una temperatura de 4 a 5°C, con la finalidad de evitar que las grasas se derritan y evitar la alteración de las proteínas. La carne refrigerada es una forma eficiente para retardar el crecimiento de microorganismos patógenos alterantes.

Troceado de carne y grasa: Se troceó la carne y grasa en cubos aproximadamente de 1 cm x 1cm.

Pesado de ingredientes: Los ingredientes se pesaron según la formulación de Paredes y Álvarez. La formulación para 1 kg de carne consto de lo siguiente: 0,25 kg de grasa, 0,024 kg de sal, 0,001 kg del cultivo iniciador, 0,004 kg de pimienta negra, 0,005 kg de azúcar, 0,008 kg de ajo en polvo, 0,004 kg de nitrito, 0,001 kg de tomillo, 0,001 kg de paprika.

Molido: Se molió la carne y grasa, la temperatura de la materia prima fue de 4 a 5°C, el proceso se realizó en revoluciones lentas para evitar que la masa se caliente y se genere un picado deficiente, con desgarramientos de la carne lo cual ocasiona excesivas pérdidas de exudado. Al calentarse la masa se generan defectos en el proceso de maduración, generando cortes no definidos.

Mezclado: Una vez molido la carne y grasa se incorporó los condimentos como pimienta negra, nitratos, sal, paprika, tomillo. Además, la sal es aconsejable incorporar al final del proceso debido a que puede ocasionar alteración de proteínas.

Inoculado: Luego de tener la mezcla lista se incorporó el cultivo iniciador donde debe ir mezclado con el azúcar para proporcionar nutrientes y que se genere de forma más rápida la transformación de ácido láctico.

Embutido: Este proceso se realizó en tripas artificiales y se evitó la formación de espacios vacíos en las tripas y la entrada de oxígeno.

Atado y colgado de los embutidos: Se cerró el embutido con hilos para evitar la entrada de oxígeno.

Premadurado: Se colocó los embutidos en la estufa a una temperatura de 20 a 15 °C con la finalidad de activar los cultivos probióticos, por un tiempo de 24 horas.

Curado: Una vez listos los embutidos se procedió a preparar la solución del cultivo liofilizado Bactofer MOLD-600 (*Penicillium nalgiovense*), **el cultivo contenía 50 gramos**

para 50 litros, en este caso se preparó dos litros usando 2 g, la solución se colocó en un atomizador para aplicar a los embutidos con la finalidad de cubrir con una flora blanquecina benéfica para evitar la proliferación de hongos patógenos de color verde o negro.

Maduración y secado: Para este proceso se colocó los embutidos en la cámara de maduración con una temperatura de 8 a 12 °C y humedad relativa de 70 a 85 %, los embutidos estuvieron colgados a oscuras para evitar la aparición de enranciamientos en la corteza de las piezas debido a la acción de la luz, además los embutidos se colocaron separados unos de otros con la finalidad de que se ventilen y no tengan excesiva humedad, el tiempo depende de las dimensiones de la tripa y de obtener colores deseados y una pasta dura, en este caso el tiempo de fermentación fue de 20 días.

Almacenado: Se almacenó el producto final a una temperatura de 4 a 5 °C.

Fase 2.

Análisis de las características fisicoquímicas del embutido tipo fuet.

Para determinar las características fisicoquímicas del embutido se aplicó un análisis de: actividad de agua, pérdida de peso, porcentaje de ácido láctico, humedad, ceniza, grasa, proteína, pH.

Tabla 14. Requisitos fisicoquímicos NTE INEN 1338

REQUISITO	Unidad	MADURADO		MÉTODO DE ENSAYO
		Mín.	Máx.	
Gra sa Total	%	-	35	NTE INEN 778
Proteína	%	18	-	NTE INEN 781
Ceniza	%	-	7,0	NTE INEN 786
Humedad	%	-	-	NTE INEN 1442
pH	%	5,6	5,9	NTE INEN 783

Fuente: (INEN 1339, 2006)

Pérdida de peso

Procedimiento según la norma INEN 464

1. Extraer la muestra del lugar de maduración
2. Pesar en la balanza analítica
3. Registrar el peso de cada tratamiento
4. Aplicar la siguiente ecuación para determinar la pérdida de peso.

$$\%PP = \frac{w_o - w_1}{w_o} * 100 \%$$

Donde:

%PP= Porcentaje pérdida de peso

w_o = Peso habitual

w_1 = Peso actual

Ácido láctico

Procedimiento según INEN 013.

1. Se pesó 10 g de muestra y se procede a licuar con 200 ml de agua destilada y
2. Filtrar la muestra.
3. Colocar el filtrado en un matraz de 250 ml de agua destilada y aforar.
4. Colocar 25 ml de la muestra en un Erlenmeyer de 150 ml y añadir 75 ml de agua destilada.
5. Titular la muestra usando como indicador 3 gotas de fenolftaleína y la solución de Hidróxido de sodio al 0,1 N.
6. Observar el cambio de coloración.
7. Realizar el cálculo como porcentaje de ácido láctico con la siguiente fórmula:

$$\% \text{Ácido láctico} = \frac{v(\text{NaOH}) * \text{meg}(\text{ácido láctico})}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

Determinación de grasa

Se realizó mediante el procedimiento de Soxhlet según la norma INEN 1343.

1. Se debe preparar una muestra no mayor a 500 g.
2. El matraz debe estar seco y limpio.
3. Preparar 5 g de la muestra, colocar la muestra en el matraz y agregar 50 ml de ácido clorhídrico y tapar con un vidrio reloj.
4. Luego se calienta el Erlenmeyer hasta obtener ebullición manteniéndolo en agitación por 1 hora, posteriormente se añade 150 ml de agua.
5. Se humedece el papel filtro y se coloca en un embudo para verter el contenido del Erlenmeyer.
6. Se lava el matraz y el vidrio con agua caliente repitiendo el proceso tres veces y se vierte el agua del lavado sobre el papel filtro.
7. Se lava el filtro y los residuos con agua caliente teniendo cuidado de que el papel no sufra cambios de color.
8. Secar el Erlenmeyer, vidrio reloj y papel filtro encima de otro vidrio reloj en la estufa por una hora y a $103^\circ \pm 2^\circ \text{C}$ y enfriar en el desecador.
9. Se procede a enrollar el papel filtro y ponerlo en el cartucho de extracción, se retira el vestigio de grasa del vidrio reloj con un algodón húmedo y el algodón se coloca en el cartucho.

10. Se coloca el cartucho en el aparato y se vierte el solvente de extracción en el matraz del equipo.
11. Se lava el matraz y el vidrio reloj con el solvente de extracción y se lo recoge en el matraz.
12. Se calienta el matraz de extracción por un tiempo de 4 horas en baño de agua para mantener una ebullición constante.
13. Se retira el matraz del aparato y se procede a destilar el solvente.
14. Se pone a secar el matraz en la estufa por 1 hora a 103 a 105 °C.
15. Se saca el matraz de la estufa y se deja enfriar en el desecador.
16. Se repite el procedimiento hasta que las muestras no difieran unas de otras.

Cálculos

El contenido de grasa se determinará mediante la siguiente fórmula.

$$GT = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Donde:

GT = Contenido de grasa total

m = Masa de la muestra.

m1= Masa del matraz de extracción, con los núcleos de ebullición, en gamos.

m2 = Masa del matraz de extracción, núcleos de ebullición y grasa extraída, después del secado, en g.

Determinación de proteína

Se realizó por el método de Kjeldahl según la norma INEN 1339 de la siguiente manera:

1. Se pesa 1 g de la muestra y se procede a moler para introducirlo en el tubo de digestión.
2. Añadir 5 g de catalizador de Kjeldahl, 10 ml de ácido sulfúrico al 95-98 %.
3. Colocar el tubo en el Bloc-digest.
4. Se procede a realizar la digestión a 400 °C por 30 minutos y se deja enfriar a temperatura ambiente.
5. Colocar 50 ml de agua destilada lentamente en el tubo y se deja enfriar a temperatura ambiente.
6. Añadir 25 ml de ácido bórico en un matraz y 2 a 3 gotas de indicador.
7. Poner en el matraz en la alargadera del refrigerante, se debe observar que quede sumergido dentro de la solución de ácido bórico.

8. Se coloca la muestra del tubo en la parte izquierda del destilador y se procede a poner 40 ml de hidróxido de sodio para iniciar la destilación.
9. La destilación debe prolongarse de 5 a 10 minutos para que se destilen al menos 150 ml.
10. Evaluar con ácido clorhídrico al 0,3 N hasta que la solución cambie de verde a violeta y proceder a calcular con las siguientes fórmulas.

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{1,4 * (v_1 - v_2) * N}{P}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} * F$$

Donde:

P= peso en g de la muestra

V1= volumen de HCl consumido en la valoración (ml)

N = normalidad del HCl

V0= volumen de HCl consumido en la valoración

F= Factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas.

La mayoría de las proteínas contienen un 16% de N₂, de modo que el factor de conversión es 6,25 (100/16 = 6,25), pero se han obtenido empíricamente otros factores de conversión en función de la materia prima utilizada.

Determinación de ceniza

Se determinó el contenido de ceniza de acuerdo con la norma INEN 786.

1. Colocar un crisol a calentar en la mufla a una temperatura de 525 °C por 20 minutos.
2. Se deja enfriar en el desecador y se procede a pesar.
3. Se coloca 5 gamos de muestra en el crisol pesado.
4. Se procede a calentar hasta que la muestra se carbonice.
5. Se coloca el crisol con la muestra en la mufla a 525 °C hasta obtener cenizas.
6. Se retira el crisol de la mufla y se procede a enfriar en el desecador.
7. Pesar el crisol con la muestra y regresar a la mufla por 30 minutos.
8. Luego se repite el proceso hasta que las dos pesas no sea mayor de 1 mg.

La cantidad de cenizas en carne se determina mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100$$

Donde:

C = cantidad de cenizas en la muestra.

m = masa del crisol vacío.

m1 = masa del crisol con la muestra.

m2 = masa del crisol con las cenizas.

Determinación de humedad

La determinación de humedad fue medida a partir de una técnica instrumental, donde se usó el analizador de humedad.

1. Pesar de 3 a 5 g de la muestra.
2. Colocar la muestra en el plato de aluminio.
3. Programar el equipo.
4. Esperar los resultados hasta que se active la alarma.

Determinación de pH

La determinación de pH fue de acuerdo con la norma INEN 783.

1. Se debe calibrar el potenciómetro con las soluciones tampón pH 4 y pH 7 o agua destilada.
2. Colocar los electrodos en un vaso precipitado con el producto previamente triturado.
3. Efectuar las lecturas en diferentes sitios del producto.
4. Limpiar los electrodos con agua destilada.

Actividad de agua

La determinación de actividad de agua fue de acuerdo con la técnica usada por (Cardona, 2019)

1. Calibrar el equipo con dicromato de potasio, que tiene una aw de 0,915
2. Pesar 5 gramos de la muestra
3. Colocar la muestra en la cápsula para ser medida.
4. Esperar hasta la señal acústica ya que indica que la medición ha terminado.

Análisis microbiológico

Para identificar si el embutido es aceptable para el consumo humano se analizará la presencia de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, según lo establecido por la norma INEN 1338 para carne y productos cárnicos curados-madurados.

Procedimiento:

1. Esterilizar previamente el material de vidrio.
2. Pesar 10 g de muestra del embutido tipo fuet.
3. Colocar la muestra previamente pesada en un frasco y agregar 90 ml de agua peptona.
4. Colocar las placas Petrifilm para *Salmonella* y *Staphylococcus aureus* en la cámara de flujo laminar, destapar cada placa y aplicar 1 ml de muestra.
5. Poner las placas en la incubadora a una temperatura de 37°C para su posterior recuento.
6. Reportar resultados mediante la guía de cada placa.

Fase 3.

Se realizó una prueba de aceptación de las características sensoriales del embutido mediante una prueba hedónica de 5 puntos (me gusta mucho, me gusta moderadamente, no me gusta ni me disgusta, me disgusta moderadamente, me disgusta mucho) para determinar el mejor tratamiento, en el cual se evaluará los atributos de olor, color, sabor, textura, la prueba se aplicará a 50 jueces no entrenados o consumidores.

Análisis Estadístico

En la presente investigación se evaluó el efecto que tiene la aplicación del cultivo iniciador *Pediococcus acidilactici* y *pediococcus pentosaceus* en el embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo y posteriormente las características fisicoquímicas y sensoriales del mismo.

Para el diseño experimental se aplicó una prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%, con la finalidad de determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.

El diseño experimental para la elaboración del embutido tipo fuet consto de dos factores, el primero con tres niveles y el segundo con dos niveles, siendo un total de 6 tratamientos por triplicado, permitiendo obtener 18 unidades experimentales.

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para analizar los datos obtenidos del diseño experimental, se utilizó una prueba de Tukey para probar las diferencias entre los tratamientos.

El software para emplear: Statgraphics

Se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Con el modelo matemático descrito en la tabla 15 se detalla el esquema para análisis de varianza (ANOVA)

Tabla 15. Esquema de análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de Variación (F.V)	Grados de Libertad (G.L)	Suma de Cuadrados (S.C)	Cuadrados Medios (C.M)	F Calculado F_{exp}
Factor A	$a - 1$	SCA	CMA	CMA/CMR
Factor B	$b - 1$	SCB	CMB	CMB/CMR
Factor C	$c - 1$	SCC	CMC	CMC/CMR
AxB	$(a - 1)(b - 1)$	SC(AB)	CM(AB)	CM(AB)/CMR
AxC	$(a - 1)(c - 1)$	SC(AC)	CM(AC)	CM(AC)/CMR
BxC	$(b - 1)(c - 1)$	SC(BC)	CM(BC)	CM(BC)/CMR
AxBxC	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	SC(ABC)	CM(ABC)	CM(ABC)/CMR
Error	$abc(r-1)$	SCR	CMR	
Total	$abc-1$	SCT	CMT	

Tratamientos

A continuación, se detalla la definición de variables y tratamientos para la elaboración del embutido tipo fuet en la tabla 16.

Tabla 16. Definición de variables y tratamientos para elaboración del embutido tipo fuet

Variable	Descripción	Variable	Definición
A	Porcentaje del cultivo iniciador (<i>Pediococcus pentosaceus</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>)	A ₁	0,01%
		A ₂	0,02%
		A ₃	0,03%
B	Temperatura de fermentación	B1	8 °C
		B2	12 °C

Formulación

Para la elaboración del embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo se formulan diferentes tratamientos como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17. Esquema del experimento para la elaboración del embutido tipo fuet

Tratamiento	Esquema del experimento	R	TUE
A1B1	Porcentaje del cultivo iniciador 0,01 % + temperatura de fermentación de 8 °C	3	1 kg
A1B2	Porcentaje del cultivo iniciador 0,01 % + temperatura de fermentación de 12 °C	3	1 kg
A2B1	Porcentaje del cultivo iniciador 0,02 % + temperatura de fermentación de 8 °C	3	1 kg

A2B2	Porcentaje del cultivo iniciador 0,02 % + temperatura de fermentación de 12 °C	3	1 kg
A3B1	Porcentaje del cultivo iniciador 0,03 %+ temperatura de fermentación de 8 °C	3	1 kg
A3B2	Porcentaje del cultivo iniciador 0,03 % + temperatura de fermentación de 12 °C	3	1 kg
1 TUE		18	

Nota 1. T.U.E = Tamaño de la unidad experimental y U.E = unidad experimental

Materia prima e ingredientes

La materia prima que se utilizó para la elaboración del fuet se adaptó de la formulación adaptada de Paredes y Álvarez.

Tabla 18. Porcentaje de materia prima e ingredientes

Ingredientes	Cantidad (kg)
Came magra de cerdo	1
Grasa	0,25
Pimienta Negra	0,004
Azúcar	0,005
Ajo	0,008
Nitrito	0,004
Tomillo	0,001
Sal	0,024
Paprika	0,001
Cultivos indicadores	<i>Pediococcus acidilactici</i> y <i>Pediococcus pentosaceus</i> <i>Penicillium nalgiovense</i>

Fuente: Adaptado de Paredes y Álvarez (2016)

1

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos a partir de la elaboración del embutido tipo fuet.

Propiedades fisicoquímicas

Pérdida de peso

En la tabla 19 se muestran los resultados obtenidos de la pérdida de peso del embutido tipo fuet a partir a partir de carne de cerdo criollo en tres semanas diferentes. El valor de

p en todas las semanas fue menor a 0,05 lo cual indica que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, además es evidente que en la semana 1 los tratamientos T2, T4 y T6 son estadísticamente iguales, al igual que los tratamientos T3 y T5 compartiendo el mismo rango, en la segunda semana se evidencio que los tratamientos T6, T4, T1 y T3 no tienen diferencias significativas entre sus medias, para la tercera semana se obtuvo que los tratamientos T2, T4, T6 no tienen diferencias estadísticamente significativas al igual que los tratamiento T3 y T5.

Tabla 19. Pérdida de peso tres semanas del embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo

Tratamiento	Pérdida peso (Semana 1)	Tratamiento	Pérdida peso (semana 2)	Tratamiento	Pérdida peso (semana 3)
T4	8,49 ± 0,236 ^a	T2	16,31 ± 0,971 ^a	T2	39,34 ± 0,475 ^a
T6	8,26 ± 0,236 ^a	T6	15,95 ± 0,971 ^b	T4	38,82 ± 0,475 ^a
T2	8,15 ± 0,236 ^a	T4	14,60 ± 0,971 ^b	T6	38,52 ± 0,475 ^a
T1	7,13 ± 0,236 ^b	T1	13,75 ± 0,971 ^b	T1	34,9 ± 0,475 ^b
T3	6,11 ± 0,236 ^c	T3	13,70 ± 0,971 ^b	T3	31,25 ± 0,475 ^c
T5	5,91 ± 0,236 ^c	T5	13,29 ± 0,971 ^c	T5	30,77 ± 0,475 ^c

En la figura 4 se observa que los valores de pérdida de peso en las diferentes semanas van ascendiendo en la primera semana cuyos valores inician entre 8,49 a 5,91, y para la tercera semana se obtuvo valores entre 30,77 hasta 39,34 cumpliendo con la norma INEN 1338 donde establece que la pérdida de peso adecuada para los embutidos fermentados debe ser del 30 al 40%. Además, la pérdida de peso provoca una disminución de la aw inicial reduciendo la disponibilidad de agua en el embutido tipo fuet.

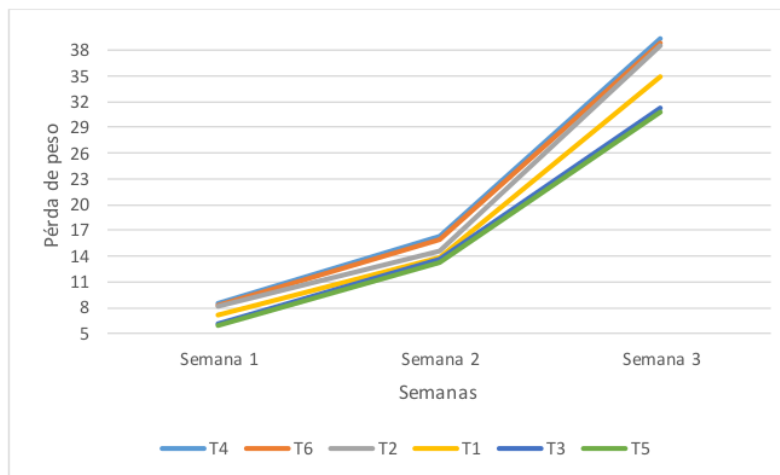


Figura 4. Pérdida de peso en tres diferentes semanas

pH

En la tabla 20 se muestran los valores de pH obtenidos de tres semanas diferentes en el embutido. El valor de p para todos los casos fue menor a 0,05 indicando que existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se evidencio en la primera semana que los tratamientos T5 y T2 no comparten diferencias significativas, en la segunda semana se obtuvo que los tratamientos T3 y T1 no comparten diferencias significativas, para la tercera semana se evidencia que los tratamientos T6, T4 y T2 no tienen diferencias entre sus medias. Los valores obtenidos en la semana final se encuentran dentro de lo establecido por la norma INEN 1338 para embutidos crudo-curados donde manifiesta que el valor máximo de pH para un embutido es de 5,9, este valor indica que el embutido es apto para la conservación.

Tabla 20. Valores de pH en tres semanas diferentes del embutido tipo fuet

Tratamiento	pH (Semana 1)	Tratamiento	pH (semana 2)	Tratamiento	pH (semana 3)
T2	4,73 ± 0,013 ^a	T6	5,72 ± 0,014 ^a	T2	5,6 ± 0,0012 ^a
T5	4,73 ± 0,013 ^a	T1	5,82 ± 0,014 ^b	T4	5,6 ± 0,0013 ^a
T6	4,78 ± 0,013 ^b	T3	5,82 ± 0,014 ^b	T6	5,6 ± 0,0013 ^a
T3	4,81 ± 0,013 ^c	T4	5,92 ± 0,014 ^c	T1	5,61 ± 0,0013 ^b
T4	4,86 ± 0,013 ^d	T5	5,94 ± 0,014 ^d	T3	5,75 ± 0,0013 ^c
T1	4,93 ± 0,013 ^e	T2	5,98 ± 0,014 ^e	T5	5,91 ± 0,0013 ^d

En la figura 5 se evidencio que los valores de pH en las diferentes semanas oscilan entre 4,93 a 4,73, para la segunda semana se evidencia un incremento de pH, pero en la tercera semana los valores de pH vuelven a descender, esto se debe a que en el día 7 los valores de pH aumentan por las reacciones de descarboxilación y desaminación de aminoácidos, que liberan amoníaco al medio, alcalinizándolo. El descenso del pH no solo ayuda a la conservación del producto si no también contribuye a la formación de olor y sabor característicos.

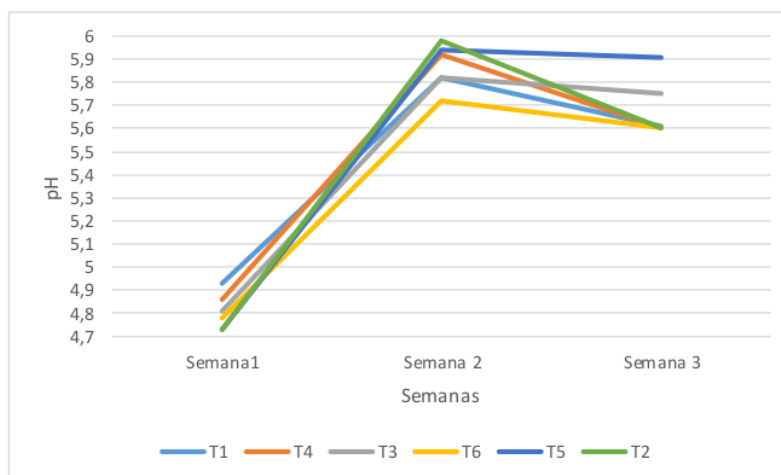


Figura 5. Curva de pH en diferentes etapas de fermentación

Acidez titulable (% ácido láctico)

En la tabla 21 se observan los valores del porcentaje de ácido láctico obtenido en tres semanas diferentes. En la primera semana se evidenció que los tratamientos T3, T6, T2, y T1 no comparten diferencias estadísticamente significativas, además el valor de p es menor a 0,05 indicando que existen diferencias entre las medias de los diferentes tratamientos, en la segunda semana el valor de p es mayor a 0,05 indicando que no existen diferencias significativas entre sus medias, todos los tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, para la tercera semana es evidente que los tratamientos T6 y T4 no comparten diferencias significativas en sus medias al estar dentro del mismo rango al igual que los tratamientos T2 y T1. En la norma INEN 1338 no se establece un valor máximo ni mínimo para el porcentaje de ácido láctico, sin embargo, Sarabia (2011) en su investigación de elaboración de Chorizo fermentado manifiesta que el porcentaje de acidez titulable debe ser máximo 2,215%, dichos valores concuerdan con lo obtenido en la investigación.

Tabla 21. Valores acidez titulable en tres semanas diferentes del embutido tipo fuet

Tratamiento	Ácido láctico (Semana 1)	Tratamiento	Ácido láctico (semana 2)	Tratamiento	Ácido láctico (semana 3)
T5	0,81 ± 0,027 ^a	T1	0,95 ± 0,017 ^a	T6	1,18 ± 0,030 ^a
T4	0,76 ± 0,027 ^b	T3	0,93 ± 0,017 ^a	T4	1,16 ± 0,030 ^a
T3	0,7 ± 0,027 ^c	T6	0,92 ± 0,017 ^a	T2	1,13 ± 0,030 ^b
T6	0,69 ± 0,027 ^c	T5	0,913 ± 0,017 ^a	T1	1,11 ± 0,030 ^b
T2	0,69 ± 0,027 ^c	T4	0,913 ± 0,017 ^a	T5	1,05 ± 0,030 ^c
T1	0,68 ± 0,027 ^c	T2	0,91 ± 0,017 ^a	T3	1,01 ± 0,030 ^d

En la gráfica 6 se evidencia que el porcentaje de ácido láctico al inicio de la fermentación va incrementando al transcurrir las semanas hasta llevar a un valor máximo de 1,18 para el tratamiento T6. El aumento del porcentaje de ácido láctico en el embutido es beneficioso debido a que desnaturaliza la proteína cásmica contribuyendo así a la formación de textura y a la conservación del embutido.

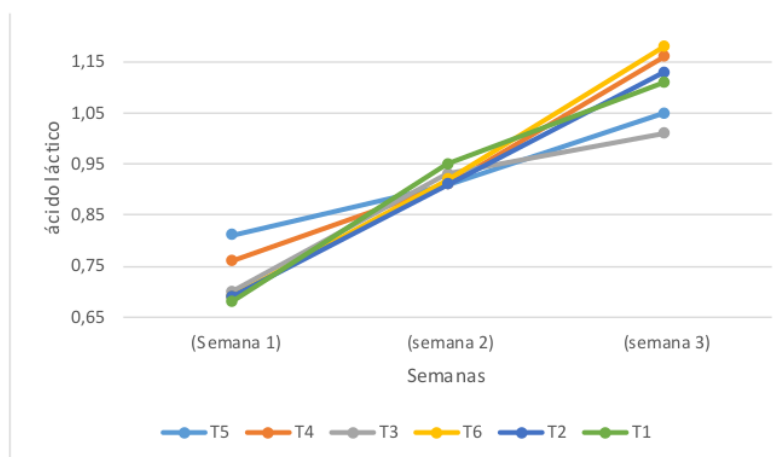


Figura 6. Aumento de ácido láctico a partir de tres semanas

Actividad de agua

En la tabla 22 se establecen los resultados de actividad de agua en diferentes semanas. En la semana 1 se obtuvo que los tratamientos T4, T3, T6 y T1 no comparten diferencias significativas entre los tratamientos, en la segunda semana se evidencia que los tratamientos T1, T2 y T6 no comparten diferencias significativas entre sus medias, para la semana final 3 se obtiene que los tratamientos T1, T3 y T5 no comparten diferencias significativas. El valor de p para las tres semanas fue menor a 0,05 indicando una diferencia significativa entre los tratamientos. En la norma INEN no se establece un valor máximo ni mínimo para actividad de agua, pero, Afraie *et al.*, (2022) manifiestan que el valor de actividad de agua debe ser menor a 0,90 para que el producto sea estable debido a la baja humedad. Todos los tratamientos tienen un valor de actividad de agua menor a 0,912 lo cual indica que los tratamientos son estables y evitan la proliferación de microorganismo patógenos.

Tabla 22. Valores actividad de agua en tres semanas diferentes del embutido tipo fuet

Tratamiento	aw (Semana 1)	Tratamiento	aw (semana 2)	Tratamiento	aw (semana 3)
T5	0,991 ± 0,0002 ^a	T4	0,962 ± 0,0003 ^a	T2	0,888 ± 0,0021 ^a
T1	0,992 ± 0,0002 ^b	T2	0,963 ± 0,0003 ^b	T6	0,890 ± 0,0021 ^b
T6	0,992 ± 0,0002 ^b	T6	0,963 ± 0,0003 ^b	T4	0,895 ± 0,0021 ^c
T3	0,992 ± 0,002 ^b	T1	0,963 ± 0,0003 ^b	T1	0,911 ± 0,0021 ^d
T4	0,992 ± 0,002 ^b	T5	0,972 ± 0,0003 ^c	T3	0,912 ± 0,0021 ^d
T2	0,994 ± 0,002 ^c	T3	0,974 ± 0,0003 ^d	T5	0,912 ± 0,0021 ^d

En la figura 7 se evidencia que los valores de actividad de agua van descendiendo a medida que transcurren las semanas debido a la pérdida de agua durante la fermentación. El descenso de actividad de agua ayuda a preservar el producto, la calidad sensorial porque mejora el aroma, color y presentación del embutido.

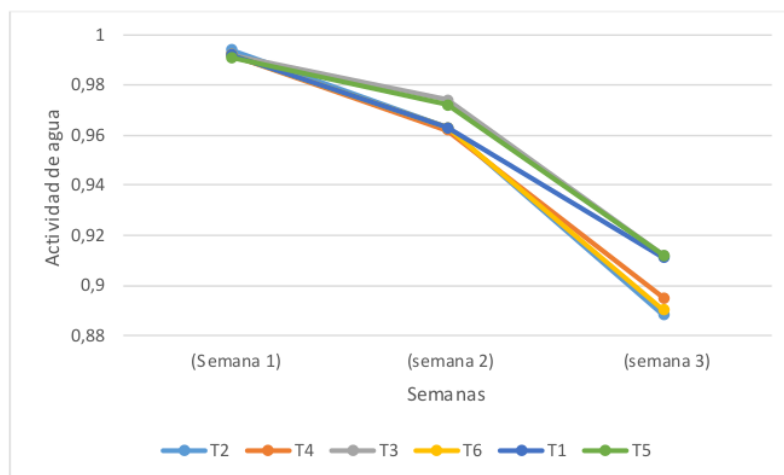


Figura 7. Valores descendientes de actividad de agua

Ceniza

El valor de p para este parámetro fue de es menor a 0,05 indicando que hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, en la tabla 23 se evidencia que entre los tratamientos T2 y T6 no hay diferencias significativas al igual que los tratamientos T1y T5, el valor más bajo en cuanto a ceniza lo obtuvo el tratamiento T5 con una diferencia de 0,47 para el tratamiento más alto T4. En la norma INEN 1338 establece que el porcentaje de cenizas en un embutido crudo debe ser máximo hasta 5%, los valores obtenidos en la presente investigación cumplen con lo establecido en la norma.

Tabla 23. Valores de ceniza para el embutido tipo fuet

Tratamiento	Ceniza	Rango
T4	1,33 ± 0,047	a
T2	1,06 ± 0,047	b
T6	1,05 ± 0,047	b
T3	0,93 ± 0,047	c
T1	0,89 ± 0,047	d
T5	0,88 ± 0,047	d

Humedad

En la tabla 24 se indica que los tratamientos T1 y T3 no tienen diferencias significativas debido a que **comparten el mismo rango**, al igual que **los tratamientos T2 y T4**, el valor de **p** fue menor a 0,05 indicando diferencias significativas entre sus medias. El valor de humedad mayor lo obtuvo el tratamiento T5 debido a que la temperatura de fermentación fue menor. En la norma INEN 1338 no se establecen valores mínimos ni máximos para el parámetro de humedad, sin embargo, Izquierdo *et al.*, (2006) manifiesta que el valor de humedad mínimo de 25,76 y máximo de 27,74. En los valores obtenidos se observa que la mayoría de los tratamientos cumplen con lo establecido por dichos autores a excepción del T1 que tiene un valor de 24,86 %. Los valores obtenidos de humedad en combinación con pH, actividad generan estabilidad al embutido evitando la proliferación de microorganismos patógenos.

Tabla 24. Valores de humedad del embutido tipo fuet

Tratamiento	Humedad	Rango
T5	34,39 ± 0,507	a
T3	32,30 ± 0,507	b
T1	30,78 ± 0,507	b
T6	27,88 ± 0,507	c
T4	26,14 ± 0,507	d
T2	24,86 ± 0,507	d

Grasa total

En la tabla 25 se establece que los tratamientos T5, T2, T6 no comparten diferencias significativas ya que están en **el mismo rango** al igual que **los tratamientos T3 y T4**. El valor de **p** es menor al 0.05 lo que indica que hay diferencias significativas en las muestras. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro de lo establecido por la norma INEN 1338 para embutidos fermentados, ya que se establece que el valor máximo para grasa total es de 35,5 %.

Tabla 25. Resultados porcentaje de grasa del embutido tipo fuet

Tratamiento	Grasa total	Rango
T1	15,109 ± 0,2667	a
T4	14,096 ± 0,2667	b
T3	14,311 ± 0,2667	b
T6	14,10 ± 0,2667	c
T2	14,09 ± 0,2667	c
T5	13,73 ± 0,2667	c

Proteína

En la tabla 26 se observa que el valor de proteína en todos los tratamientos se encuentra dentro de los requisitos establecidos en la norma INEN 1338, en donde indica que el valor mínimo de proteína debe ser 18% y en todos los tratamientos se supera este nivel por lo tanto cumple con lo que se establece en dicha norma. El tratamiento T1 y T2 no tienen diferencias significativas ya que **comparten el mismo rango**, al igual que **los tratamientos T3, T4, T5 y T6**.

Tabla 26. Resultados porcentaje de proteína del embutido tipo fuet

Tratamiento	Proteína	Rango
T3	19,73 ± 0,2486	a
T2	19,72 ± 0,2486	a
T5	18,56 ± 0,2486	b
T4	18,53 ± 0,2486	b
T1	18,15 ± 0,2486	b
T6	18,04 ± 0,2486	b

Características sensoriales

Resultados sensoriales prueba de Tukey

Con la finalidad de determinar el mejor tratamiento se realizó una prueba sensorial, este análisis se realizó a 70 jueces no entrenados. **Para esto se utilizó la hoja de cata (Anexo 1).**

Color

En la tabla 27 se indican los resultados obtenidos en la evaluación sensorial en cuanto al **parámetro color**.

Tabla 27. Test Tukey para el parámetro color

Tratamiento	Color	Rango
T2	3,97 ± 0,107	a
T6	3,7 ± 0,107	b
T1	3,5 ± 0,107	c
T3	3,28 ± 0,107	d
T5	3,24 ± 0,107	d

T4	3,22 ± 0,107	d
----	--------------	---

Para el atributo de color se identificó que existen diferencias significativas entre los tratamientos debido a que p valor es menor a 0,05, además los tratamientos T3, T5 y T4 comparten los mismos rangos es decir no comparten diferencias significativas, estando dentro de la calificación 3 el cual corresponde me gusta moderadamente.

1 **Olor**

En la tabla 28 se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el parámetro de olor.

Tabla 28. Test Tukey para el parámetro olor

Tratamiento	Olor	Rango
T6	3,75 ± 0,108	A
T3	3,6 ± 0,108	B
T4	3,3 ± 0,108	C
T1	3,27 ± 0,108	D
T2	3,18 ± 0,108	D
T5	3,01 ± 0,108	D

En la tabla 28 se muestran los resultados estadísticos para la característica sensorial olor, obteniendo que p valor es 0,000 indicando diferencia significativa entre sus medias, además es evidente que los tratamientos T1, T2 y T5 están en el mismo rango por lo cual no comparten diferencias significativas, estando en la categoría me gusta moderadamente, los tratamientos T1, T2 y T5 son los menos aceptados para este parámetro ya que se encuentran en el rango no me gusta ni me disgusta.

1 **Sabor**

En la tabla 29 se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el parámetro de sabor.

Tabla 29. Test Tukey para el parámetro sabor

Tratamiento	Sabor	Rango
T6	3,6 ± 0,116	a

T3	3,38 ± 0,116	b
T4	3,1 ± 0,116	c
T5	3,08 ± 0,116	c
T1	3,02 ± 0,116	d
T2	2,9 ± 0,116	d

En la tabla 29 se muestran los resultados para el parámetro de sabor, el valor de p es 0,0002 siendo menor a 0,05 por lo tanto existen diferencias significativas entre las medias, además es evidente que los tratamientos T4 y T5 no comparten diferencias significativas debido a que se encuentran en el mismo rango, al igual que los tratamientos T1 y T2, los tratamientos mencionados anteriormente se encuentran en la categoría no me gusta ni me disgusta, el mejor tratamiento fue T6 con una media de 3,60 encontrándose en el nivel de me gusta moderadamente.

Textura

En la tabla 30 se indican los resultados de la evaluación sensorial para el parámetro de textura.

Tabla 30. Test Tukey para el parámetro textura

Tratamiento	Textura	Rango
T6	3,75 ± 0,101	a
T3	3,44 ± 0,101	b
T4	3,24 ± 0,101	c
T2	3,22 ± 0,101	c
T1	3,05 ± 0,101	d
T5	3,04 ± 0,101	d

Los resultados de los análisis estadísticos se muestran en la tabla 30 para el atributo de textura, obteniendo que el valor de p es 0,000 siendo menor a 0,05 por lo tanto existen diferencias significativas entre las medias, además se obtuvo que los tratamientos T2 y T4 se encuentran en el mismo rango por lo tanto no comparten diferencias significativas entre sus medias al igual que los tratamientos T1 y T5, además fueron los tratamientos que tuvieron menos aceptación ya que se encuentran en la categoría no me gusta ni me disgusta, el mejor tratamiento para el atributo textura fue T6 y T3 debido a que se encuentran en el rango me gusta moderadamente.

Aceptación global

En la tabla 31 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación sensorial para el parámetro de aceptación global.

Tabla 31. Test Tukey para el parámetro aceptación global

Tratamiento	Aceptación global	Rango
T6	3,67 ± 0,101	a
T4	3,37 ± 0,101	b
T3	3,34 ± 0,101	c
T5	3,11 ± 0,101	d
T2	3,1 ± 0,101	e
T1	2,95 ± 0,101	f

A partir de los resultados obtenidos en el análisis sensorial de aceptación global es evidente que los tratamientos no comparten el mismo rango por lo cual existen diferencias significativas entre los tratamientos, además el tratamiento T6 obtuvo una media mayor de 3,67 en comparación con los demás tratamientos, el tratamiento que obtuvo menor puntuación fue 2,95 para el tratamiento T1 con una media de 2,95 encontrándose en la categoría no me gusta ni me disgusta.

Mejor tratamiento

En la tabla 32 se muestran los resultados del mejor tratamiento obtenido a partir de los atributos evaluados.

Tabla 32. Mejor tratamiento para el embutido tipo fuet

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación
T1	4 a	3 b	3 b	3 b	3 b
T2	4 a	3 b	3 b	3 b	3 b
T3	3 b	4 a	3 b	3 b	3 b
T4	3 b	3 b	3 b	3 b	3 b
T5	3 b	3 b	3 b	3 b	3 b
T6	4 a	4 a	4 a	4 a	4 a

En la tabla 32 se observa que el mejor tratamiento para todos los atributos evaluados fue el tratamiento T6 debido a que todos los atributos evaluados se encuentran en la calificación 4 equivalente a me gusta moderadamente, además los tratamientos que obtuvieron menos aceptación fueron T4 y T5 debido a que su categoría para todos los atributos fue no me gusta ni me disgusta, el mejor tratamiento para todos los atributos fue T6 el cual está compuesto por un porcentaje de cultivo de 0,03% y fermentado a una temperatura de 12 °C.

Análisis microbiológico

Los parámetros evaluados para el análisis microbiológico se encuentran establecidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1338.

Tabla 33. Caracterización microbiológica

Parámetro	Unidad	Norma NTE INEN 1338	Resultados
	UFC/g	Valor máximo	<10 UFC/g

Recuento	de		1*10 ³	
<i>Staphylococcus aureus</i>			1*10 ⁴	
Recuento	de	UFC/g	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>				

En el recuento microbiológico para el mejor tratamiento del embutido tipo fuet se aplicó al tratamiento T6 (Cultivo iniciador 0,03%+ temperatura de fermentación 12°C), el cual indicó que el embutido es apto para el consumo humano cumplimiento con los parámetros establecidos en la norma INEN 1338.

4.2 DISCUSIÓN

Pérdida de peso

En la norma INEN 1338 se establece que el valor de pérdida de peso es del 30 al 40% de tal manera que los valores de la tabla 19 tienen la misma tendencia debido a que en la tercera semana se obtuvo que el tratamiento T5 perdió el 30,77 % del peso y para el tratamiento T2 39,34% dichos. Resultados similares obtuvo Pelegrini *et al.*, (2008), en su investigación sobre la elaboración de un salchichón fermentado a partir de carne de oveja donde obtuvieron una pérdida de peso de 30 al 40 % aplicando una temperatura de fermentación de 12 a 14 °C con una humedad relativa del 88 al 90 % por un tiempo de 15 días. Los tratamientos T2, T4 y T6 obtuvieron mayor pérdida de peso debido a que se aplicó una temperatura de 12°C. Además, Bedón y Tiban (2018), en su artículo de investigación sobre la incorporación de cultivos iniciadores fermentativos como reemplazo de nitratos para la elaboración de pepperoni obtuvieron un porcentaje de pérdida de peso de 34,07%, la temperatura de fermentación fue de 13 a 20 °C por un lapso de 15 días y una humedad relativa de 60%, en la investigación el valor mayor para pérdida de peso fue a los 20 días y a una temperatura de 12°C. Así mismo, Camprini *et al.*, (2023), manifiestan que la pérdida de peso adecuada para un embutido fermentado debe ser entre 30 al 40%.

pH

La norma INEN 1338 establece que, para el parámetro de pH, los embutidos fermentados deben tener un valor máximo de 5,9. Los valores de todos los tratamientos de estudio cumplen con este requisito tal como se muestra en la Tabla 20, en la etapa final de la fermentación el tratamiento T2 obtuvo un pH de 5,6 y para el tratamiento T5 un valor de 5,9. Con el valor obtenido de pH los embutidos tienen menos susceptibilidad al ataque de microorganismos patógenos. Los resultados concuerdan con la investigación realizada por

Pelegri *et al.*, (2008), sobre la elaboración de un salchichón fermentado a partir de carne de oveja manifiestan que a partir del séptimo día los valores de pH aumentan debido a las reacciones de descarboxilación y desaminación de aminoácidos, que liberan amoníaco al medio, alcalinizándolo. Nassu *et al.*, (2012), en su artículo sobre diferentes cultivos iniciadores en salchichas fermentadas de cabra, obtuvieron que los mejores tratamientos llegaron a un pH de 5,5 y 5,9. El pH cercano a 5 en los embutidos fermentados se debe al alcance del punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares de la carne, ayudando a la pérdida de agua y a obtener buena textura en el producto. Al igual que Francois *et al.*, (2009), en sus resultados obtuvieron un valor de pH de 5,5 a 6 en su estudio sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en embutidos con porciones de desechos de carne de cerdo y cordero. Así mismo Dalmis y Soyer (2008), en su investigación sobre el efecto del cultivo iniciador (*Staphylococcus xylosum* y *Pediococcus pentosaceus*) sobre salchichas turcas (sucuk) obtuvieron un valor de pH de 5,77 a 4,69.

Acidez titulable

En la norma INEN 1338 no se establece un valor ni mínimo ni máximo para el parámetro de acidez titulable; Sin embargo Sarabia (2011), en su investigación sobre Efecto del Uso de (*Pediococcus acidilactici* & *Pediococcus pentosaceus*), (*Lactobacillus curvatus* & *Staphylococcus carnosus*), en la elaboración de Chorizo fermentado obtuvo como un resultado para la acidez titulable un valor inicial de 0,495% a 0,575% en los primeros días de fermentación, en el día 15 la acidez titulable llegó a un valor de 1,78% a 2,215%. En la presente investigación se evidenció el aumento del porcentaje de ácido láctico, por tal motivo desciende el pH. Así mismo Patiño *et al.*, (2013), en su estudio sobre el efecto de los cultivos iniciadores en la calidad de un pepperoni un incremento de los niveles de acidez de 0,95 a 1,23 %. Dichos resultados concuerdan con lo obtenido en la investigación ya que el porcentaje de acidez obtenido en la etapa final de la fermentación estuvo entre 1,01 T3 y 1,18 T6. El aumento del porcentaje de ácido láctico en el embutido ayuda a la formación del olor y sabor característicos del producto además evita la proliferación de macroorganismos patógenos.

Actividad de agua

El contenido de agua en los embutidos fermentados es un factor importante para la conservación del producto. Macedo *et al.*, (2008), en su investigación sobre el desarrollo de embutidos fermentados por *Lactobacillus* obtuvieron como resultados en cuanto a

actividad de agua valores menores a 0,90 valor recomendado por la legislación brasileña para el salami italiano. Pelegrini *et al.*, (2008), en su estudio sobre la elaboración de un embutido tipo salami a partir de carne de ovejas dicen que al obtener valores de actividad de agua menores a 0,91 los productos se consideran como estables y se pueden conservar sin refrigeración. Del mismo modo Dalmis y Soyer (2008), en su artículo de investigación sobre el efecto del cultivo iniciador (*Staphylococcus xylosum* y *Pediococcus pentosaceus*) sobre salchichas turcas (sucuk) obtuvieron valores de actividad de agua de 0,88 a 0,92. Dichos valores concuerdan con lo obtenido en la presente investigación, en la tabla 22 se evidenció que el tratamiento T2 obtuvo un valor 0,88 y para el tratamiento T5 un valor de 0,91, estos valores obtenidos indican que el producto es apto para su conservación y además no permite la proliferación de microorganismos patógenos. Los tratamientos T2, T4 y T6 obtuvieron un menor valor de actividad de agua debido a que fueron fermentados a temperaturas de 12 °C.

Cenizas

Los resultados obtenidos a partir de la tabla 22 concuerdan con la INEN 1338 (2016), para carne y productos cárnicos curados, madurados, precocidos y cocidos ya que establece que el valor máximo para ceniza en embutidos crudos es de 5%, los valores obtenidos oscilan entre 1,33 para el tratamiento T4 y 1,88 para el tratamiento T5. Además, Cavalheiro *et al.*, (2010), en su estudio sobre las características fisicoquímicas del embutido curado fermentado con adición de carne de avestruz asociada a carne de cerdo, obtuvieron como resultado para el contenido de cenizas un valor entre 5,38 a 5,57%. Así mismo Sirini *et al.*, (2022), en su investigación sobre el desarrollo de salchichas fermentadas y viabilidad de la cepa BFl de *Lactobacillus plantarum*, obtuvieron un valor para cenizas de 4,8% en todos sus tratamientos.

Humedad

En la norma INEN 1338 no se establece valores mínimos ni máximos para el porcentaje de humedad, sin embargo, Backes *et al.*, (2017), en su estudio sobre la composición química y propiedades microbiológicas de un salami tipo italiano manifiestan que los productos cárnicos con un contenido de humedad de hasta el 39 % se consideran estables en almacenamiento. Del mismo modo, Macedo *et al.*, (2008), en su investigación sobre las características de calidad de embutidos fermentados obtuvieron valores de humedad para los chorizos luego de 25 días de maduración fueron 40,85 a 38,54%, estando dentro del rango de humedad encontrado en salamis tipo italiano. Así mismo, Coelho *et al.*,

(2006), en su artículo sobre las características de salamis fermentados sin adición de cultivos iniciadores obtuvieron que contenido de humedad de las muestras analizadas varió de 20,97 a 55,11 %. Para que los salamis cumplan con la legislación brasileña, las muestras deben presentar un valor máximo del 40%. Además, Dalmis y Soyer (2008), en su artículo de investigación sobre el efecto del cultivo iniciador (*Staphylococcus xylosum* y *Pediococcus pentosaceus*) sobre salchichas turcas (sucuk) obtuvieron como resultado un valor de humedad que oscila entre 39,5% y 43,4%. Los datos que se muestran en la tabla 24 presentan valores que están dentro de lo establecido por los autores mencionados anteriormente, debido a que el valor máximo de humedad fue 30,78, para el tratamiento T5 y mínimo de 24,86 para el tratamiento T2, estos valores indican que los embutidos tipo fuet en todos sus tratamientos son aptos para su conservación ya que con este valor de humedad se obtuvo un producto estable y apto para la conservación. Los tratamientos T1, T3 y T5 obtuvieron un valor mayor de humedad debido a que su temperatura de fermentación fue de 8°C.

Grasa total

En la norma INEN 1338 (2016), se establece que el contenido de grasa para un embutido crudo fermentado debe ser máximo 20%, en la tabla 25 se presentó un valor mínimo de grasa para el tratamiento T de 13,73% y máximo para T1 de 15,10% estos valores cumplen con lo establecido en la norma ya que se encuentran dentro del valor establecido. Resultados similares obtuvo Coelho et al., (2006), en su estudio sobre las características de salamis fermentados sin adición de cultivos iniciadores donde manifiestan que el uso de diferentes cantidades de grasas en la producción de salamis tiene efecto sobre las características físicas, la composición química y la aceptación sensorial, en sus resultados obtuvieron que el valor de grasa en las muestras de salamis evaluadas varió entre 7,44 y 18,83 %. En relación con la cantidad de grasas en salamis, el reglamento técnico de identidad y calidad estipula el valor máximo en 35 %. Además, en el Codex (2018) para carne y productos cárnicos se establece que el valor máximo para contenido de grasa debe ser menor o igual a 25,0 %.

Proteína

En la norma INEN 1338 (2016), se establece que el contenido proteína para un embutido fermentado debe ser mínimo al 12%, de tal manera que los valores de la tabla 26 tienen la misma tendencia debido a que se obtuvo un valor máximo de 19,73 para el tratamiento

T3 y un valor mínimo de 18,04 para el tratamiento T6. Resultados similares obtuvo François *et al.*, (2009), en su investigación sobre las características fisicoquímicas de embutidos fermentados a partir de carne de cerdo y desechos de carne de oveja obtuvieron un valor de proteína de 20,8%. Mientras que Pinheiro *et al.*, (2007), en su artículo de investigación sobre embutidos fermentados reportaron un valor de 20,4% para el contenido proteico. Además, Cavalheiro *et al.*, (2010), en su investigación sobre las características fisicoquímicas del embutido curado fermentado con adición de carne de avestruz asociada a carne de cerdo obtuvieron un valor de proteína de 27,24 a 29,47.

Análisis sensorial

El efecto del cultivo iniciador *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici* en el embutido tipo fue mejor sus características sensoriales (color, olor, sabor), además previene la proliferación de microorganismos patógenos, por su parte el cultivo de la cubierta *Penicillium nalgiovense* proporciona una superficie blanquecina evitando la contaminación microbiológica, evita la penetración de oxígeno y luz, de tal manera que reduce los procesos oxidativos, el enrarecimiento de las grasas y favorece a la pérdida de agua. El cultivo *Penicillium nalgiovense* ayudó al embutido a proporcionarle un olor característico, aunque tuvo poca acogida por su aspecto blanquecino para algunas personas, debido a que no están acostumbradas a consumir este tipo de productos madurados por su apariencia y sabor característico. Dalmis y Soyer (2008) en su estudio sobre el efecto de los métodos de procesamiento y cultivos iniciadores *Staphylococcus xylosum*, *Pediococcus pentosaceus* y *acidilactici* sobre los cambios proteolíticos en salchichas turcas (sucuk), obtuvieron como resultado para el análisis sensorial que el mejor tratamiento en cuanto a sabor, textura, color y aceptación global fue el que poseía el cultivo iniciador *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici* fermentado a una temperatura de 12 a 15 °C y a una humedad relativa de 70–75% HR. Lo que se corrobora en la presente investigación puesto que, el tratamiento que mejor acogida fue T6 que corresponde a un porcentaje de cultivo iniciador del 0,03% y a una temperatura de fermentación de 12 °C para los parámetros de color, olor, sabor, textura y aceptación global, el tratamiento T2 correspondiente a un porcentaje de cultivo iniciador del 0,01 % fermentado a una temperatura de 12 °C tuvo una buena aceptación para el parámetro de color. Además, Jiang *et al.*, (2023) en su estudio sobre los efectos de *Pediococcus acidilactici* y *Rhizopus Oryzae* sobre la microbiota y el perfil metabolómico en salchichas de cordero fermentadas donde de acuerdo con los resultados, se encontró que el grupo de

producto que contenía el cultivo iniciador *Pediococcus acidilactici* tenía las puntuaciones sensoriales más altas para todos los descriptores sensoriales (color, olor, sabor, textura) y el puntaje sensorial general por cálculo de ponderación mostró un puntaje más bajo la salchicha fermentada con el cultivo iniciador *Rhizopus Oryzae*.

Análisis microbiológico

En cuanto a los análisis microbiológicos del embutido tipo fuet, la norma INEN 1338 (2016), establece que el valor máximo para *Staphylococcus Aureus* es de $1,0 \cdot 10^3$ y ausencia para *Salmonella*. El análisis realizado al mejor tratamiento demostró la ausencia de *Salmonella* y para *Staphylococcus Aureus* reportó un valor menor a 10 UFC/g, por lo tanto, el embutido se encuentra dentro de los parámetros establecidos en dicha norma, siendo un producto inocuo apto para el consumo humano.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La aplicación del cultivo iniciador *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactaci* en un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo permitió obtener un producto con buenas características sensoriales tales como: olor, color, sabor y textura, además todos los tratamientos cumplen con los parámetros tanto microbiológicos y fisicoquímicos establecidos en la norma INEN 1338.
- El embutido elaborado con un porcentaje de cultivo iniciador del 0,03% fermentado a una temperatura de 12 °C obtuvo buena acogida por parte de los catadores, esto se debe a que el cultivo mejoró el sabor, textura, color del producto, además la temperatura influyó en la textura final del producto, el tiempo adecuado de fermentación fue de 20 días debido ya que en este lapso el color de embutido mejoró notablemente, es importante el uso del emplume externo *Penicillium Nalgiovense* para evitar la proliferación de mohos de color desagradable en la parte exterior del fuet.
- Los resultados fisicoquímicos obtenidos del embutido tipo fuet se encuentran dentro de lo establecido en la norma para embutidos fermentados INEN 1338, al aplicar el cultivo iniciador *Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactaci* en el embutido se determinó que en los tratamientos se mejora la producción de ácido láctico, ayuda a reducir el pH, actividad de agua, humedad, además aporta

a la pérdida de peso, obteniendo así un producto apto para la conservación pues evita la proliferación de microorganismos patógenos.

- A través del análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento fue T6 el cual contiene un porcentaje de 0,03 % de cultivo iniciador fermentado a una temperatura de 12 °C, los atributos evaluados tanto en color, olor, sabor y textura se encontraron dentro del rango me gusta moderadamente.

5.2 Recomendaciones

- Realizar investigaciones sobre las condiciones adecuadas de temperatura, humedad relativa, cantidad adecuada del cultivo iniciador y tiempo de fermentación en embutidos cárnicos.
- Realizar investigaciones sobre el uso de materias primas endémicas de la zona como: cerdo criollo.
- Se debe controlar tanto la humedad relativa como la temperatura con un termohigrómetro con el objetivo de que en los embutidos se desarrollen adecuadamente las características sensoriales, además se produzca un correcto proceso de fermentado donde no exista proliferación de microorganismos patógenos.
- Curar el embutido con emplumes que sean benéficos para evitar la proliferación de mohos indeseables de coloraciones negras o verdes.
- Los embutidos deben estar colgados a oscuras para evitar la aparición de enranciamientos en la corteza de las piezas debido a la acción de la luz, además deben estar separados unos de otros a una distancia aproximada de 5 centímetros con la finalidad de que se ventilen y no tengan excesiva humedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afraei, M., Soleimanian-Zad, S., & Fathi, M. (2022). *Improvement the texture of nitrite-free fermented sausages using microencapsulation of fermenting bacteria*. *Food Bioscience*, 50, 102010.
- Agrocalidad . (2011). *Encuesta nacional Sanitaria de Granjas de Ganado Porcino*.
Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/08/7%20In>
- Agüero, N.; Frizzo, L.; Ouwehand, A.; Aleu, G. & Rosmini, M. (2020). *Technological characterisation of probiotic lactic acid bacteria as starter cultures for dry fermented sausages*.
- Alvídrez-Morales, A., González-Martínez, B. E., & Jiménez-Salas, Z. (2002). *Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales*. *Revista salud pública y Nutrición*, 3(3).
- Amerex . (2021). *Cultivos iniciadores para embutidos fermentados*.
- American Meat Science Association (AMSA) . (2020). *American Meat Science Association (AMSA)* .
- Araujo Muñoz, A. P., & Reinos Duque, A. D. M. (2017). *Elaboración del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico APPCC en un producto cárnico madurado fermentado con probióticos microencapsulados*.
- Araya, H., & Lutz, M. (2003). *Alimentos funcionales y saludables*. *Revista chilena de nutrición*, 30(1), 8-14.
- Aritonang, S; Rosa, E; Sandra, A. (2020). *Short communication: Application of bacteriocin from lactobacillus plantarum SRCM 1 004 34 strain isolated from okara as a natural preservative in beef sausage*. *Faculty of Animal Science, Universitas Andalas, Jl. Raya Unand, Kampus Limau Manis, Padang*, 25.
- Arnau, J. (2011). *Problemas de los embutidos crudos curados*.
- Arnau, J., Gou, P. y Comaposada. (2003). *Effect of relative humidity of drying air during the resting pe-riod on the composition and appearance of dry-cured ham surface*. *Meat Science* 65(4): 1275-1280.
- Backes, A. M., Cavalheiro, C. P., Stefanello, F. S., Lüdtke, F. L., Terra, N. N., & Fries, L. L. M. (2017). *Chemical composition, microbiological properties, and fatty acid*

- profile of Italian-type salami with pork backfat substituted by emulsified canola oil. Ciência Rural, 47.*
- Bacus, J. (1986). *Elaboración de productos cárnicos secos, semi-secos y fermentados. En: Alimentos Procesados. Vol. 7.p 24 – 28.*
- Bañón, S. (2016). *Calidad de la carne .*
- Barrios, L. (2020). *Procesamiento alternativo para la mejora de la preservación de productos cárnicos de pasta fina cocido. Abordaje de vallas y factibilidad.*
- Barros, J. (2017). *PRODUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUSTANCIAS BIOCONSERVANTES A PARTIR DE CULTIVOS INICIADORES DE PRODUCTOS CÁRNICOS-CURADOS (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).*
- BedónAlmache, D. S., & Tibán Chimbo, L. C. (2018). *Incorporación de extracto vegetal de Acelga (beta vulgaris subsp. vulgaris) y cultivos iniciadores fermentativos como reemplazo de nitratos para la elaboración de Pepperoni (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).*
- Beldarraín, T.; Cepero, Y.; Bruselas, A.; Santos, R.; Ramos, M.; Moya, Y.; Núñez, M.; Vergara, N. (2018). *Caracterización de cultivos iniciadores en productos cárnicos. Parte 1.*
- Bouhzam, I. (2020). *Aplicaciones de la Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR) para predecir el contenido y la actividad de agua del embutido tipo “Fuet “ (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).*
- Briones-Domínguez, E. J., Velázquez-López, A. A., Gómez-Cruz, L. A., & Vela-Gutiérrez, G. (2020). *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica.*
- Camargo, V. P., Catanio, N., de Marins, A. R., de Cássia Bergamasco, R., Gomes, R. G., & Feihmann, A. C. (2021). *The physicochemical and sensory characteristics of coppa with Bifidobacterium animalis ssp. Lactis (BB12) probiotic. Acta Scientiarum. Technology, 43, e55119-e55119.*
- Campion, D. (2013). *alidad de la carne porcina según el sistema de producción.*
- Camprini, L., Pellegrini, M., Comi, G. y Iacumin, L. (2023). *Efectos de la adaptación anaeróbica y respiratoria de Lacticaseibacillus casei N87 en la producción de embutidos fermentados. Fronteras en los sistemas alimentarios sostenibles , 7 , 1044357.*

- Capra, G ; Repiso, L; Fradiletti, F; Martínez, R; Cozzano, S; Márquez, R. (2013). *Valor nutritivo de la carne de cerdo*.
- Cardona, S. (2019). *Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones*.
- Castillo, L. (2015). *Principales razas porcinas y cruzamiento*. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Porcinos. (Boletín Divulgativo no. 139).
- CASTRILLÓN, W. E., FERNÁNDEZ, J. A., & RESTREPO, L. F. (2005). *Determinación de carne PSE (pálida, suave y exudativa) en canales de cerdo*. *Vitae*, 12(1), 23-28.
- CASTRILLÓN, W. E., FERNÁNDEZ, J. A., & RESTREPO, L. F. (2005). *Determination of PSE (Pale, Soft and Exudative) meat in pork carcasses*. *Vitae*, 12(1), 23-28.
- Cavalheiro, C. P., Terra, N. N., Fries, L. L. M., Milani, L. I. G., Rezer, A. P. D. S., Cavalheiro, C. V., & Manfio, M. (2010). *Características físico-químicas de embutido curado fermentado com adição de carne de avestruz associada à de suíno*. *Ciência Rural*, 40, 417-422.
- Cavalheiro, C. P., Terra, N. N., Fries, L. L. M., Milani, L. I. G., Rezer, A. P. D. S., Cavalheiro, C. V., & Manfio, M. (2010). *Características físico-químicas de embutido curado fermentado com adição de carne de avestruz associada à de suíno*. *Ciência Rural*, 40, 417-422.
- Chabela, M. D. L. P., & Chavarín, N. L. R. . (2007). (2007). *Utilización de bacterias lácticas termoresistentes como probióticos en productos cárnicos cocidos*. *Nacameh*, 1(1), 87-96.
- Chamorro, H. (2009). *Mioglobina Factor Principal del cual Depende el Color de la Carne*. *Mioglobina Factor Principal del cual Depende el Color de la Carne*.
- 1 CODEX. (2015). *PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE MÉTODOS DE ANÁLISIS Y TOMA DE MUESTRAS*. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCMAS/CCMAS36/ma36_03s.pdf
- CODEX. (2018). *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. EMBUTIDOS CÁRNICOS. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES* .
- Coelho, F. A., Dalla Santa, H. S., Dalla Santa, O. R., Freitas, J. R. S., & Terra, N. N. (2006). *Characteristics of fermented salami produced without starter culture*. *Cienc. Tecnol. Aliment*, 5, 231-236.

- Coelho, S. R., Lima, Í. A., Martins, M. L., Júnior, A. A. B., de Almeida Torres Filho, R., Ramos, A. D. L. S., & Ramos, E. M. (2019). *Application of Lactobacillus paracasei LPC02 and lactulose as a potential symbiotic system in the manufacture of dry-fermented sausage*. *Lwt*, 102, 254-259.
- Coelho, S. R., Lima, Í. A., Martins, M. L., Júnior, A. A. B., de Almeida Torres Filho, R., Ramos, A. D. L. S., & Ramos, E. M. (2019). *Application of Lactobacillus paracasei LPC02 and lactulose as a potential symbiotic system in the manufacture of dry-fermented sausage*. *Lwt*, 102, 254-259.
- Collado, M. (2004). "Caracterización de cepas del género *Bifidobacterium* con carácter probiótico". Obtenido de http://www.upv.es/pls/soarc/sal_doc_deptesis.Veradj?p_nreg=2209&P_VISTA=MS&P_IDIOMA=c
- Colmenero, F. J., & Santaolalla, J. C. (1989). *Principios basicos de elaboracion de embutidos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Investigación y Capacitación Agrarias.
- Contreras, J. (2015). *APLICACIÓN DE LA BIOCONSERVACIÓN EN CHORIZO MEDIANTE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (Pediococcus pentosaceus y Pediococcus acidilactici)*.
- CORREA, J. A., FAUCITANO, L., LAFOREST, J. P., RIVEST, J., MARCOUX., (2016). *Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates*. *Meat Science*, 72, 91-99. .
- Dalmış, Ü., & Soyer, A. (s.f.). *Effect of processing methods and starter culture (Staphylococcus xylosus and Pediococcus pentosaceus) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage*. *Meat science*, 80(2), 345-354.
- Delgado, D. (2008). *Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de Tumbes Perú (Doctoral dissertation, Universidad de León)*.
- Demeyer, D. (2004). *Meat Fermentation: Principles and Applications*, (3).
- Eccoña Sota, A. (2018). *Estudio de la aplicación de la tecnología de altas presiones e incorporación de aditivos en el desarrollo de hamburguesas de carne bovina reducidas en sodio (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata)*.
- Escobar, M & Alquicira, E. (2019). *Pediococcus pentosaceus: cultivo iniciador con potencial probiótico en la industria cárnica*. *Nacameh*, 13(2), 37-47.

- Eusse, J. (2009). *CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO* .
- FAO. (2006). *Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación*. Obtenido de Consulta de Expertos FAO/OMS sobre Evaluación de las Propiedades Saludables y Nutricionales de los Probióticos en los Alimentos, incluida la Leche los Probióticos en los Alimentos, incluida la Leche Córdoba, Argentina, 1–4.
- FAO. (2022). *Nutrición* . Obtenido de <https://www.fao.org/nutrition/es/>
- Franciosa, I; Ferrocino, I; Corvaglia, M; Giordano,M; Coton, M; Mounier, J; Rantsiou, K & Cocolin, L. (2022). *Autochthonous starter culture selection for Salame Piemonte PGI production*.
- Franco, H. A. B., & Basantes, M. V. V. R. (2021). *Gestión por competencias: una mirada en las pequeñas empresas productoras de embutidos de ecuador*. *OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 36.
- François, P., Pires, C. C., Griebler, L., François, T., Soriano, V. S., & Galvani, D. B. (2009). *Propiedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte*. *Ciência Rural*, 39, 2584-2589.
- François, P., Pires, C. C., Griebler, L., François, T., Soriano, V. S., & Galvani, D. B. (2009). *Propiedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte*. *Ciência Rural*, 39, 2584-2589.
- Frey, W. (1995). *“Fabricación fiable de embutidos”*, Editorial Acribia, Zaragoza – España. pp: 17– 22.
- Frómeta, C. (2022). *Revisión bibliográfica: Incorporación de fibras en embutidos cárnicos*.
- Fuka, M; Kos,I; Maksimovic, A; Bacic, M & Tanuwidjaja, I . (2021). *Proteolytic lactococcus lactis and lipolytic enterococcus durans of dairy origin as meat functional starter cultures*.
- Gameros-Colin, M., Monroy-García, A. P., Morales-Sánchez, Y., Alanís-García, E., & Ramírez-Moreno, E. . (2017). *El consumo de carne procesada y su impacto en la dieta. Processed meat consumption and its impact on the diet*. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 6(11).

- García-Hernández, Y., Pérez-Sánchez, T., García-Curbelo, Y., Sosa-Cossio, D., & Nicoli, J. R. (2017). *Capacidad de crecimiento, actividad antimicrobiana y susceptibilidad a antimicrobianos de dos cepas de Pediococcus pentosaceus, candidatas a probiótico. Cuban Journal of Agricultural Science, 51(4), 433-442.*
- Guerrero, L. y Amau, J. . (1995). *Chemical methods to control mites in dry-cured ham. Fleischwirtschaft 75(4): 449-450.*
- Hames, W. (2012). *Metabolism of nitrate in fermented meats: The characteristic nature of a specific group of fermented foods. Food Microbiology, 29, 151–156.*
- Hasan, H; Razavi, S; Emam, D. (2020). *Evaluation of physicochemical, sensorial and microbiological attributes of fermented camel sausages. Bioprocess Engineering Laboratory, Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.*
- Hierro, E., Fernández, M., De la Hoz, L., y Ordóñez, J. A. (2014). *Mediterranean products. En F. Toldrá (Ed.), Handbook of fermented meat and poultry (pp. 301–312). Ames: Wiley-Blackwell.*
- Hinestrosa, L. (2019). *Evaluación de la eficiencia y comportamiento de un cultivo iniciador en la elaboración de un producto tipo salami ahumado obtenido a partir de carne de pollo.*
- Horcada, A. y Polvillo, O. (2012). *CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LA CARNE. Dpto. Ciencias Agroforestales. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de.*
- Hospital, X. F., Hierro, E., & Fernández, M. (2012). *Survival of Listeria innocua in dry fermented sausages and changes in the typical microbiota and volatile profile as affected by the concentration of nitrate and nitrite. International Journal of Food Microbiology, 153, 395-401.*
- INEN 1338. (2010). *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS-MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS-COCIDOS. REQUISITOS.* Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1338.pdf>
- INEN 1339. (2006). *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. JAMÓN. REQUISITOS. .* Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1339.pdf>
- INTERPORC. (2016). *La carne de cerdo.*

- Izquierdo, P., Allara, M., García, A., Torres, G., Rojas, E., & Piñero, M. Y. (2006). *Aminas biógenas y bacterias en salchichón tipo milano: Efecto del tiempo de almacenamiento. Revista Científica, 16(2), 186-194.*
- Jiang, L., Mu, Y., Su, W., Tian, H., Zhao, M., Su, G., & Zhao, C. (2023). *Effects of *Pediococcus acidilactici* and *Rhizopus Oryzae* on microbiota and metabolomic profiling in fermented dry-cure mutton sausages. Food Chemistry, 403, 134431.*
- Juárez Eyzaguirre, J. R. (2008). *Obtención y purificación de la manteca de cerdo: diseño y formulación de bases dermocosméticas para la incorporación de extractos vegetales.*
- Laranjo, M., Potes, M. E., & Elias, M. (2019). *Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. Frontiers in Microbiology, 10, 853.*
- Lugo, E. (2008). *Nitritos y Nitratos: Su uso, control y alternativas en embutidos cárnicos. Nacameh, 2(2), 160-187.*
- Lundberg, J. O., Carlström, M., Larsen, F. J., y Weitzberg, E. . (2011). *Roles of dietary norganic nitrate in cardiovascular health and disease. Cardiovascular Research, 89 525–532.*
- Macedo, R. E. F. D., Pflanzler Jr, S. B., Terra, N. N., & Freitas, R. J. S. D. . (2008). *Desenvolvimento de embutido fermentado por *Lactobacillus* probióticos: características de qualidade. Food Science and Technology, 28, 509-519.*
- Mata, A. (2011). *Empleo de fermentos lácticos en la fabricación de productos cárnicos.*
- Mayulema, R. (2012). *Estudio Integral de la calidad de la carne de cerdo (Criollo, Mestizo y York Shire) y su influencia sobre la industrialización como Jamón (Master's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).*
- Mayulema, R. (2012). *Estudio Integral de la calidad de la carne de cerdo (Criollo, Mestizo y York Shire) y su influencia sobre la industrialización como Jamón (Master's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).*
- Ministerio de la presidencia de España. (2014). *Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos.*
- Mora, L., Sentandreu, M.A. y Toldrá, F. (2008). *Contents of creatine, creatinine and carnosine in porcine muscles of different metabolic types. Meat Science, muscles of different metabolic types. Meat Science, .*
- Morón-Fuenmayor, O. E., & García, L. Z. (2004). *Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. Revista Científica, 14(1).*

- Mrkonjic Fuka, M., Kos, I., Maksimovic, A. Z., Bacic, M., & Tanuwidjaja, I. . (2021). *Proteolytic Lactococcus lactis and Lipolytic Enterococcus durans of Dairy Origin as Meat Functional Starter Cultures. Food Technology and Biotechnology*, 59(1), 63-73.
- Munekata, P. E., Pateiro, M., Franco, D., & Lorenzo, J. M. (Eds.). (2021). *Pork: Meat Quality and Processed Meat Products. CRC Press*.
- Munekata, P. E., Pateiro, M., Tomasevic, I., Domínguez, R., da Silva Barretto, A. C., Santos, E. M., & Lorenzo, J. M. (2022). *Functional fermented meat products with probiotics—A review. Journal of Applied Microbiology*, 133(1), 91-103.
- Najjari, A., Boumaiza, M., Jaballah, S., Boudabous, A., & Ouzari, H. I. (2020). *Application of isolated Lactobacillus sakei and Staphylococcus xylosum strains as a probiotic starter culture during the industrial manufacture of Tunisian dry-fermented sausages. Food Science & Nutrition*, 8(8), 4172-4184.
- Nassu, R. T., Gonçalves, L. A. G., & Beserra, F. J. . (2002). *Utilização de diferentes culturas starter no processamento de embutido fermentado de carne de caprinos. Ciência Rural*, 32, 1051-1055.
- National Institutes of Health . (2022). *Datos sobre probióticos* . Obtenido de <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Probiotics-DatosEnEspanol.pdf>
- Nikodinoska, I.; Tabanelli, G.; Baffoni, L.; Gardini, F.; Gaggia, F.; Barbieri, F. & Di Gioia, D. (2023). *Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Spontaneously Fermented Sausages: Bioprotective, Technological and Functional Properties*.
- O'Hara, A.M. y Shanahan, F. (2007). *Mechanisms of action of probiotics in intestinal diseases. The Scientific World Journal* 7, 31-46.
- Olveira Fuster, G., & González-Molero, I. (2007). *Probióticos y prebióticos en la práctica clínica. Nutrición hospitalaria*, 22, 26-34.
- ONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (2008). *Decreto Legislativo 0 Registro Oficial* . Obtenido de www.lexis.com.ec
- Organización Mundial de Gastroenterología. (2017). *Indicaciones de probióticos en causas infecciosas* .
- Organización mundial de la salud. (2015). *El Centro Internacional de investigaciones sobre el Cáncer evalúa el consumo de la carne roja y de la carne procesada* . Obtenido de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=82128&indexSearch=ID>

- ¹ Owens, Mccready, Shepherd, & Shults. (1952). *Methods used at Western Regional Research Laboratory for extraction and analysis of pectic materials*. Obtenido de California: Westem, Regional Rescarch Laboratory.
- Paccha Paccha, E. (2016). *Caracterización fenotípica del cerdo criollo en el Cantón Loja de la Provincia de Loja. Tesis de Grado. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales y Renovables, Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador.*
- Paredes, E. H., & Álvarez, M. F. (2016). *Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).*
- Paredes, E. H., & Álvarez, M. F. (2016). *Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).*
- Patiño Gómez, J., Cano Salazar, J. A., Restrepo Flórez, C., & Montes Álvarez, J. (2013). *Efecto de la concentración de cultivos iniciadores y dextrosa sobre la calidad de la maduración y vida útil sensorial del pepperoni.*
- Pegg, R. B., & Shahidi, F. . (2000). *Nitrite curing of meat. Trumbull: Food & Nutrition Press.*
- Pelegrini, L. F. V. D., Pires, C. C., Terra, N. N., Campagnol, P. C. B., Galvani, D. B., & Chequim, R. M. (2008). *Elaboração de embutido fermentado tipo salame utilizando carne de ovelhas de descarte. Food Science and Technology, 28, 150-153.*
- Peralta Sánchez, R.L.,. (2016). *Caracterización fenotípica del cerdo criollo en los Cantones Palta, Olmedo y Chaguarpamba de la Provincia de Loja. Tesis de Grado. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales y Renovables. Universidad nacional de Loja, Loja-Ecuador.*
- Peréz D. L. P., & Chavarín, N. L. R. (2007). *Utilización de bacterias lácticas termoresistentes como probióticos en productos cárnicos cocidos. Nacameh, 1(1), 87-96.*
- Pérez, A. (2015). *PERFIL DE MERCADO EMBUTIDOS - ECUADOR.*
- Pérez, P. (2006). "Caracterización genética del cerdo criollo cubano utilizando marcadores moleculares", *Rev. Comp. Prod. Porc., 13(2):43.*
- Pérez, W; cantillo1, Acevedo, D; Tirado, D; Gallo, L; Montero, P. . (2015). *Evaluación del lactato de sodio como sustituto de los nitritos convencionales en las salchichas del pez sable. Tecno Lógicas, vol. 18, no. 35, pp. 117-124.*

- Pinheiro, R. S. B., Silva Sobrinho, A. G., Souza, H. B. A. D., & Yamamoto, S. M. (2007). *Informações nutricionais de carnes ovinas em rótulos comerciais, comparativamente às obtidas em análises laboratoriais. Food Science and Technology, 27, 376-381.*
- PUGLIESE, C., MADONIA, G., CHIOFALO, V., MARGIOTTA, S., ACCIAIOLI, (2003). *Comparison of the performances of Nero Siciliano pigs reared indoors and outdoors. Growth and carcass composition. Meat Science, 65 825-831.*
- Rebaño, G; Yin, H; Chen, C; Pellissery, A; Venkitanarayanan, K. (2022). *Survivability of Clostridioides difficile spores in fermented pork summer sausage during refrigerated storage.*
- Renaudeau, D & Mouro, J. (2007). *A comparison of carcass and meat quality characteristics of Creole and Large White pigs slaughtered at 90 kg BW. Unité Mixte de Recherches, Système d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine, 35590 Saint Gilles, France.*
- Reyes-Silva, F. D., Aguiar-Novillo, S. N., Enríquez-Estrella, M. A., & Uvidia-Cabadiana, H. A. (2021). *Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (Cavia porcellus L.) en Ecuador. Dominio de las Ciencias, 7(6), 1004-1018.*
- Rodríguez, V. (2011). *Efecto del empleo de microorganismos probióticos (Lactobacillus rhamnosus y Bifidobacterium animalis spp. lactis) en la elaboración de un producto cárnico madurado tipo salami (Bachelor's thesis).*
- Rosas, A. (2019). *Elaboracion de Embutidos Fermentados y Aspectos Sensoriales.*
- Rubio, M. (2014). *Productos cárnicos fermentado-curados funcionales y seguros. Nueva vía de ingestión de probióticos (Doctoral dissertation, Universitat de Girona).*
- Ruiz, J; Muriel, E., & Antequera, T. (2018). *Calidad de carne de cerdo Ibérico in. Las carnes de Extremadura, El cerdo Ibérico, 71-86.*
- Ruiz, J; Muriel, M & Antequera, M. (2006). *Calidad de la carne de cerdo Ibérico (Iberian pork quality). Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria de Cáceres.*
- Samaniego, D. (2014). *Utilización de Glucono Delta Lactona (GDL), en la elaboración de un snack cárnico fermentado, secado y madurado (Salami) (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).*
- Sánchez-Molinero, F. and Amau, J. . (2008). *Effect of the inoculation of a starter culture and vacuum packaging (during resting stage) on the appearance and so-microbiological and physicochemical parameters of dry-cured ham. Meat Science 79:29-38.*

- Sarabia, D. (2015). *Efecto del Uso de Bactoferm™ LHP (Pediococcus acidilactici & Pediococcus pentosaceus), Bactoferm™ F-RM-52 (Lactobacillus curvatus & Staphylococcus carnosus), Bactoferm™ F-LC (Pediococcus acidilactici, Lactobacillus curvatus and Staphylococcus xylosus).*
- Sarabia, L. (2011). *“Efecto del Uso de Bactoferm™ LHP (Pediococcus acidilactici & Pediococcus pentosaceus), Bactoferm™ F-RM-52 (Lactobacillus curvatus & Staphylococcus carnosus), Bactoferm™ F-LC (Pediococcus acidilactici, Lactobacillus curvatus and Staphylococcus xylosus) y .*
- Saxelin, M. (2008). *Probiotic formulations and applications, the current probiotics market, and changes in the marketplace: a European perspective. Clinical Infectious Diseases* 46(Supl. 2), S76-S79.
- Schiffner, E. (1996). *Cultivos Bacterianos para la Industria Cárnica en la Elaboración Casera de Carne y Embutidos. Zaragoza - España: Acribia.*
- Silveira Rodríguez, M. B., Monereo Megías, S., & Molina Baena, B. (2003). *Alimentos funcionales y nutrición óptima:¿ Cerca o lejos?. Revista española de salud pública, 77, 317-331.*
- Sionek, B., Tambor, K., Okoń, A., Szymański, P., Zielińska, D., Neffe-Skocińska, K., & Kołożyn-Krajewska, D. (2021). *Effects of Lactocaseibacillus rhamnosus LOCK900 on Development of Volatile Compounds and Sensory Quality of Dry Fermented Sausages. Molecules, 26(21), 6454.*
- Sirini, N., Loyeau, P., Ruiz, M., Stegmayer, M., Soto, L., Werning, M., ... & Rosmini, M. (2022). *Development of Probiotic Fermented Sausages and Viability Monitoring of Supplemented Lactiplantibacillus plantarum BFL Strain. Fermentation, 8(10), 526.*
- Sirini, N., Munekata, P. E., Lorenzo, J. M., Stegmayer, M. Á., Pateiro, M., Pérez-Álvarez, J. Á., ... & Rosmini, M. (2022). *Development of healthier and functional dry fermented Sausages: Present and future. Foods, 11(8), 1128.*
- Sommano, SR, Ounamommas, P., Nisoa, M., Sriwattana, S., Page, P. y Colelli, G. (2018). *Caracterización y propiedades fisicoquímicas de la pectina de cáscara de mango extraída mediante extracciones convencionales y de control de fase asistidas por microondas. Revista Internacional de Investigación Alimentaria , 25 (6), 2657-2665.*

- Tovar, I., & Vizcaya, T. (2015). *NUEVAS TENDENCIAS EN LA ELABORACIÓN Y USO, DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS CÁRNICOS. LA QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS*, 32.
- Urieta, L. F., Urieta, D. F., Lozano, M. D. L. S. R., Medina, R. D. M., & García, A. M. T. (2011). *Análisis comparativo de carne y productos cárnicos de cabrito Alpino Francés y Alpino Francés (3/4) con Boer (1/4). Técnica pecuaria en México*, 39(3), 237-244.
- Valdez, M. (2020). *productos cárnicos crudo curados funcionales*.
- Vargas, J. C., Velázquez, F. J., & Chacón, E. . (2015). *Estructura y relaciones genéticas del cerdo criollo de Ecuador. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(7), 1-11.
- Vargas, J; Velázquez, F & Chacón, E. (2015). *Estructura y relaciones genéticas del cerdo criollo de Ecuador. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(7), 1-11.
- Vasconcelos, L. I. M., da Silva-Buzanello, R. A., Kalschne, D. L., Scremin, F. R., Bittencourt, P. R. S., Dias, J. T. G., ... & Corso, M. P. . (2021). *Functional fermented sausages incorporated with microencapsulated Lactobacillus plantarum BG 112 in Acrycoat S100. LWT*, 148, 111596.
- Vicente, L. and Abalco, E. .(s.f.). *Elaboración de un manual técnico de crianza y manejo de ganado porcino (Sus scrofa domestica). Tumbaco, Pichincha. Tesis e Grado, Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE. 217 p.*
- Vilallonga, M. (2018). *Demostración de la homogeneidad del pH y actividad de agua en secaderos de derivados cárnicos madurados como medida de seguridad alimentaria*.
- Villalobos, A. (2004). *La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. Agronomía Mesoamericana*, 15(2), 225-243.
- Zdolec, N., Mikuš, T., & Kiš, M. (2022). *Lactic acid bacteria in meat fermentation: Dry sausage safety and quality. In Lactic Acid Bacteria in Food Biotechnology (pp. 145-159). Elsevier*.
- Zhu, Y., Guo, L., & Yang, Q. . (2020). *Partial replacement of nitrite with a novel probiotic Lactobacillus plantarum on nitrate, color, biogenic amines and gel properties of Chinese fermented sausages. Food Research International*, 137, 109351.
- Zimmerman, M. (2012). *PH DE LA CARNE Y FACTORES QUE LO AFECTAN*.

Zudaire, G., Martínez, M. V. S., Barrenetxea, K. I., & Ruiz, L. A. (2009). *Pérdida de agua de la carne de cerdo y de pollo y su relación con el valor de pH y el color. In XXXIX Jornadas de Estudio. XIII Jornadas sobre producción animal: Zaragoza. 12 y 13 de Mayo de 2009 (pp. 595-597). Asociación Interprofesional para el Desarrol.*

Zudaire, G., Sarries V., Insausti K. y Alfonso L. (2009). *PÉRDIDA DE AGUA DE LA CARNE DE CERDO Y DE POLLO Y SU RELACIÓN CON EL VALOR DE pH Y EL COLOR. Dep. Prod. Agraria, Univ. Púb. Navarra, 31006 Pamplona.*

ANEXOS

Anexo 1. Ficha Técnica Bactoferm LHP-DRY (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactaci*)



Bactoferm® LHP-DRY

Información de Producto

Versión: 4 PI GLOB ES 19-11-2020

Gama

La gama Bactoferm® contiene cultivos para embutidos curados ya sean de fermentación tradicional o rápida, así como para alimentos preparados. La gama también abarca cultivos para mejorar el sabor y el color e incluye moho para aplicaciones de superficie.

Descripción

Bactoferm® LHP-DRY es un cultivo para la producción de productos cárnicos de fermentación ultrarápida a elevadas temperaturas y corto tiempo de producción. El cultivo tiene una elevada tolerancia a la sal y asegura un inicio rápido del proceso de acidificación.

Composición del cultivo:

Pediococcus acidilactaci

Pediococcus pentosaceus

Aplicación

Uso

El cultivo se recomienda para la producción de embutidos de muy rápida fermentación de estilo americano. Por ejemplo, pepperoni americano o salchichas fermentadas.

Dosis

42g para 225kg

Instrucciones de uso

A fin de asegurar una distribución homogénea, el contenido del sobre debe añadirse durante el picado o amasado junto los otros ingredientes secos. Si tiene cualquier duda o para otros usos, no dude en ponerse en contacto con su representante de Chr. Hansen.

Propiedades Físicas

Color: Blanco a marrón

Aspecto Físico: Polvo, granulado

Solubilidad: Suspensión hidro-soluble

Envase

No Material:

715845

Tamaño:

25x42 g

Tipo:

Sobre (s) en caja

Almacenaje y manipulación

Temperatura:

< -17 °C / < 1 °F

Condiciones:

Seco

Condiciones de transporte

Envío a temperatura ambiente.

Ingredientes

sacarosa, cultivo, sulfato de manganeso

Bactoform® LHP-DRY

Información de Producto
Versión: 4 PI GLOB ES 19-11-2020

Este producto contiene sulfato de manganeso. Es utilizado como agente coadyuvante, como se define en el Reglamento (CE) 1333/2008 y como tal, no requiere declaración en los productos alimenticios, ni bajo la directiva de la UE sobre etiquetado de alimentos (2000/13), ni bajo el nuevo reglamento sobre la Información alimentaria facilitada al Consumidor (Reglamento CE 1169/2011).

Vida útil

Para cultivos liofilizados, al menos 18 meses cuando se almacena según las recomendaciones.
Al almacenarse a +5°C/ 41°F, la vida útil es de max. 6 semanas.

Información técnica

Datos fisiológicos

Composición del cultivo	<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
Temperatura de crecimiento Ópt./máx./mín	43°C/52°C/15°C (109°F/126°F/59°F)	35°C/48°C/15°C (95°F/118°F/59°F)
Límite de sal	10% de sal en agua	7% de sal en agua
Características	Anaeróbico facultativo DL(+/-)-productor de ácido láctico	Anaeróbico facultativo DL(+/-)-productor de ácido láctico
Azúcares fermentables		
Glucosa (dextrosa)	+	+
Fructosa	+	+
Maltosa	+	+
Lactosa	-	(+)
Sacarosa (sucrosa)	+	+
Almidón	-	-

Por debajo de la temperatura mínima la cepa aún estará activa pero no se multiplicará en la aplicación.

Métodos analíticos

Referencias y métodos analíticos están disponibles bajo petición.

Seguridad alimentaria y legislación

Los cultivos alimentarios de Chr. Hansen cumplen con los requisitos generales de seguridad alimentaria establecidos en el Reglamento 178/2002 / CE, y se ha comprobado su seguridad en base a los conocimientos científicos actuales. Para aplicaciones específicas recomendamos consultar la legislación nacional.

La seguridad alimentaria del producto alimenticio final es responsabilidad exclusiva del fabricante de alimentos y se deberá controlar asiduamente. Chr. Hansen se exime de toda responsabilidad en relación con la seguridad alimentaria del producto alimenticio final.

Chr. Hansen recomienda que el fabricante de alimentos lleve a cabo estudios de seguridad alimentaria de acuerdo con las regulaciones / pautas locales sobre el uso específico. Dichos estudios se deberán repetir como parte de la implementación de nuevos ingredientes y tecnologías o siempre que se produzcan cambios significativos en el proceso y / o receta.

Si tiene preguntas sobre la seguridad alimentaria, comuníquese con su representante de Chr. Hansen.

Etiquetaje

Se sugiere etiquetar "fermento" o "cultivo"; sin embargo, como la legislación puede variar, consulte la legislación local.

Anexo 2. Ficha técnica cultivo Bactoferm MOLD-600 (*Penicillium nalgiovense*)



Bactoferm® MOLD-600

Certificate of Analysis

Form:	Powder, ground
Material No:	698327
Batch no:	3652542
Date of Manufacture (DD.MM.YYYY):	22.07.2022
Best Before Date (DD.MM.YYYY):	20.01.2024

Performance	Result	Specification
Total cell count cfu/g	7.7E+08	$\geq 3.2E+08$

Purity	Result	Specification
Bacillus cereus cfu/g	<100	<100
Coagulase-positive staphylococci cfu/g	<10	<50
Enterobacteriaceae cfu/g	<10	<10
Enterococci cfu/g	<100	<1000
Yeasts and moulds cfu/g	<100	<100
Listeria monocytogenes *	* See note below	Absent in 5 g
Salmonella spp. *	* See note below	Absent in 5 g

* Production is systematically tested on an ongoing basis - details can be supplied on request

Anexo 3. Hoja de cata

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Nota: Los datos recopilados de esta evaluación sensorial serán utilizados para trabajo de titulación denominado “Evaluación del efecto del cultivo iniciador (*Pediococcus pentosaceus* y *Pediococcus acidilactici*) en la calidad de un embutido tipo fuet a partir de carne de cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*)”

INSTRUCCIONES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

El tiempo máximo para realizar este análisis sensorial es de 15 minutos, durante este tiempo no emita comentarios con las personas que se encuentran a su alrededor, después de evaluar cada muestra y enjuague su boca con agua.

Pruebe la muestra en orden de izquierda a derecha e identifique de cada una su nivel de agrado de todos los atributos que se presentan en la tabla, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

PUNTAJE	NIVEL DE AGRADO
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

CÓDIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTACIÓN GLOBAL
777					
345					
234					
123					
425					
220					

COMENTARIOS:

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN !

Anexo 4. Resultados microbiológicos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

"Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008" **01073**

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-140		R01-78 01					
Solicitud N°: 23-140		Pág. 1 de 1					
Fecha recepción: 04 de julio de 2023		Fecha de ejecución de ensayos: 04 al 06 de julio de 2023					
Información del cliente:							
Empresa:	C.I./RUC: 0402004576						
Representante: Karla Castro	Tlf:						
Dirección: Ambato	E mail: karlacastro201465@icloud.com						
Ciudad: Ambato							
Descripción de las muestras:							
Producto: Embutido fermentado tipo fuet	Peso: 200g						
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	Funda Resellable					
Lote: n/a	No de muestras:	una					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a						
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab:	30 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	n/a					
RESULTADOS OBTENIDOS							
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados	
Embutido fermentado tipo fuet	14023292	Ninguno	Salmonella, Penfilin	PE08-7.2-MB AGAC 2014-01 Ed. 21, 2019	En 25 g	No detectado	
			*Staphylococcus Aureus, Penfilin	PE05-7.2-MB AGAC 081001 Ed. 21, 2019	UFC/g	<10	
Conds. Ambientales: 21,8 °C; 47,1%HR							
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE							
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si							
Fecha de emisión del certificado: 06 de julio de 2023							
<small>Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos en base a la muestra entregada por el cliente. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente. "La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser divulgada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo con profusión y uso no autorizado según el artículo 46 del artículo 46 del Código Orgánico de la Función Pública."</small>							

KARLA - TESIS

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repositorio.upec.edu.ec

Internet Source

2%

2

eprints.ucm.es

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%