



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN REFRIGERACIÓN EN CHORIZO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico

Autor: Paillacho Sisa Cristina Elizabeth

Director: Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc.

IBARRA – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1727760835		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Paillacho Sisa Cristina Elizabeth		
DIRECCIÓN:	Tabacundo, Calle Velasco Ibarra		
EMAIL:	cepaillachos@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0989331306

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del Efecto de la Aplicación de Atmósferas Modificadas en Refrigeración en Chorizo sobre las Propiedades Físicoquímicas, Microbiológicas y Sensoriales.
AUTOR (ES):	Paillacho Sisa Cristina Elizabeth
FECHA: DD/MM/AAAA	14/11/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de noviembre de 2023

EL AUTOR:

Cristina Paillacho



CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

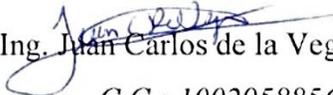
Ibarra, 13 de noviembre de 2023

Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Unidad Académica de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.


Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc.
C.C.: 1002958856



APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Tribunal Examinador del trabajo de titulación “Evaluación del efecto de la aplicación de atmosferas modificadas en refrigeración en chorizo sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.” elaborado por la Srta. Paillacho Sisa Cristina Elizabeth, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:


Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc.
C.C.: 1002958856


Ing. Armando Manosalvas, MSc.
C.C.: 1001772134



DEDICATORIA

Dedicado con gran amor a mi abuelita Enma Mármol que desde el cielo me ha guiado en todo este proceso, a mis padres Martha Sisa y Luis Paillacho que dedicaron su tiempo, su vida y se han sacrificado para lograr todos mis sueños, a ellos que confiaron en mí y me apoyaron para seguir adelante con mucha paciencia, dedicación y lealtad.

Dedico este trabajo a mi hermano Luis David Paillacho que cada día me incentivó con sus palabras de apoyo, a no rendirme frente a cualquier obstáculo que se me presente en mi camino.

Cristina P.



AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme guiado y por ser mi fuente de fortaleza para seguir adelante, por darme la oportunidad de seguir esta carrera, por conocer a personas que a través del tiempo se convirtieron en buenos colegas y amigos en los cuales puedo confiar, agradezco por la vida y la oportunidad de experimentar el proceso de desarrollo personal, académico y profesional.

De igual manera agradezco tener una familia que a pesar de los obstáculos siempre estuvieron conmigo, especialmente a Lissette por apoyarme y darme palabras de aliento; siempre fueron un pilar muy importante para mí y mi crecimiento personal.

Agradezco a todos mis profesores por sus enseñanzas y su dedicación para convertirnos en personas de bien y excelentes profesionales. En especial a mi tutor Ing. Juan Carlos De La Vega por la paciencia y constancia, por los consejos que siempre fueron útiles, por su papel significativo en esta historia, y especialmente por su contribución profesional que lo distingue. También agradezco profundamente las palabras de aliento, las cuales fueron muy valiosas en momentos difíciles.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos Antonio, Xavier, Josué, Belén y Jocelyn que me ayudaron de una manera desinteresada y siempre fueron un apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria, gracias infinitas por toda su ayuda y amistad.

Cristina P.



RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de la combinación de atmósferas modificadas (AM) con temperaturas de enfriamiento sobre la vida útil y otras características del chorizo. Se almacenó la materia prima en fundas de polietileno extruido de baja densidad donde se emplearon tres diferentes concentraciones de gases (100% N₂, 70% N₂ + 30% CO₂ y aire ambiental) a temperaturas de 6 y 12°C. La evaluación se realizó antes y después del almacenamiento, se obtuvo 454 g de materia prima para cada tratamiento, con el objetivo de evaluar los efectos de los factores analizados como el pH, humedad, actividad de agua (Aw) y la presencia de *E. coli* y *Salmonella spp.* En general, se concluyó que el tratamiento de chorizo ahumado almacenado en AM y en refrigeración, influye en la conservación de sus características fisicoquímicas y microbiológicas, siendo el tratamiento con una concentración de N₂ del 100% almacenado a una temperatura de refrigeración de 12°C el más adecuado después de un tiempo de almacenamiento de 12 días.

PALABRAS CLAVES: chorizo, atmosferas modificadas, conservación, análisis microbiológico, análisis sensorial.



ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the effect of modified atmospheres (MA) combined with refrigeration temperatures on the shelf life and other characteristics of chorizo. The raw material was stored in low-density extruded polyethylene bags with three different gas concentrations (100% N₂, 70% N₂ + 30% CO₂ and ambient air) at temperatures of 6 and 12°C. The evaluation was conducted before and after storage, and 454 g of raw material per treatment was obtained to evaluate the effect of the factors studied on pH, moisture, water activity (Aw), and the presence of E. coli and Salmonella spp. In general, it was concluded that the treatment of smoked chorizo stored in MA and refrigeration influences the conservation of its physicochemical and microbiological characteristics, with the treatment with a concentration of 100% N₂ stored at a refrigeration temperature of 12°C being the most suitable after a storage time of 12 days.

KEYWORDS: Chorizo, modified atmospheres, conservation, microbiological analysis, sensory analysis.



ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE ANEXOS	14
INTRODUCCIÓN	15
Problema de Investigación.....	15
Justificación	16
Objetivos.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Hipótesis	18
Hipótesis Nula.....	18
Hipótesis Alternativa	18
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	19
1.1. Productos Cárnicos.....	19
1.2. Chorizo.....	19
1.2.1. Valor Nutritivo.....	20
1.3. Características Físicoquímicas	21
1.4. Características Microbiológicas	23



1.5.	Análisis Sensorial.....	25
1.5.1.	Pruebas Analíticas.....	27
1.5.2.	Pruebas Afectivas.....	27
1.6.	Conservación de Alimentos Procesados	29
1.6.1.	Ahumado.....	30
1.6.2.	Refrigeración.....	31
1.6.3.	Atmósferas Modificadas (AM).....	33
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....		35
2.1.	Ubicación del Lugar	35
2.2.	Materiales y Equipos.....	36
2.3.	Metodología	37
2.3.1.	Determinación de las Características Fisicoquímicas y Microbiológicas de la Materia Prima.....	37
2.3.2.	Evaluación de los Efectos del Almacenamiento en atmosferas modificadas sobre las Propiedades Fisicoquímicas del Chorizo después del Almacenamiento Mediante Diseño Experimental.....	39
2.3.3.	Analizar los Efectos de las atmosferas modificadas sobre la Calidad Microbiológica y Sensorial del Mejor Tratamiento al Finalizar el Almacenamiento.	42
2.4.	Manejo Específico del Experimento	43
2.4.1.	Descripción del Proceso.....	45



CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
3.1. Determinación de las Características Fisicoquímicas y Microbiológicas de la Materia Prima.48	
3.1.1. Análisis Fisicoquímico.....	48
3.1.2. Análisis Microbiológicos	50
3.2. Efecto de las atmosferas modificadas sobre las Propiedades Fisicoquímicas del Chorizo después del Almacenamiento.....	51
3.2.1. pH.....	51
3.2.2. Humedad.....	56
3.2.3. Actividad de Agua (Aw).....	60
3.3. Analizar los Efectos de las atmosferas modificadas sobre la Calidad Microbiológica y Sensorial del Mejor Tratamiento al Finalizar el Almacenamiento.	65
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
4.1. Conclusiones	70
4.2. Recomendaciones.....	71
CAPÍTULO V REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
CAPITULO VI ANEXOS	79



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Distribución del análisis sensorial</i>	26
Figura 2. <i>Ejemplos de Escalas de Intervalo Comúnmente Utilizados</i>	28
Figura 3. <i>Diagrama de Flujo</i>	44
Figura 4. <i>Recepción de la materia prima</i>	45
Figura 5. <i>Análisis Físicoquímicos de la Materia Prima</i>	46
Figura 6. <i>Envasado del Chorizo en AM</i>	46
Figura 7. <i>Sellado del Chorizo</i>	47
Figura 8. <i>Almacenamiento en AM en Refrigeración</i>	47
Figura 9. <i>Prueba DMS para pH</i>	53
Figura 10. <i>Prueba Tukey para la Variable pH</i>	55
Figura 11. <i>Prueba DMS para Humedad</i>	57
Figura 12. <i>Prueba Tukey para la Variable Humedad</i>	59
Figura 13. <i>Prueba DMS para Aw</i>	61
Figura 14. <i>Prueba Tukey de la Variable Aw</i>	63
Figura 15. <i>Olor</i>	67
Figura 16. <i>Color</i>	68
Figura 17. <i>Textura</i>	69



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Valor Nutritivo del Chorizo</i>	20
Tabla 2. <i>Crecimiento Microbiano en Diferentes Intervalos de Aw</i>	22
Tabla 3. <i>Requisitos Microbiológicos para Productos Cárnicos Cocidos</i>	24
Tabla 4. <i>Ejemplo de Escalas de Categorización</i>	29
Tabla 5. <i>Localización del Experimento</i>	35
Tabla 6. <i>Instrumentos, Reactivos, Agares y Equipos</i>	36
Tabla 7. <i>Variables y Métodos de Evaluación</i>	37
Tabla 8. <i>Estandarización de la Materia Prima</i>	38
Tabla 9. <i>Factores en Estudio</i>	39
Tabla 10. <i>Características del Experimento</i>	40
Tabla 11. <i>Tratamientos</i>	40
Tabla 12. <i>ADEVA para el Diseño Completamente al Azar</i>	41
Tabla 13. <i>Análisis Funcional</i>	42
Tabla 14. <i>Variables para el ADEVA</i>	42
Tabla 15. <i>Análisis Fisicoquímico de la Materia Prima</i>	48
Tabla 16. <i>Análisis Fisicoquímicos con Diferentes Autores</i>	49
Tabla 17. <i>Análisis de Varianza de la Variable pH</i>	52
Tabla 18. <i>Análisis de Varianza de la Variable Humedad</i>	56
Tabla 19. <i>Análisis de Varianza de la Variable Actividad de agua</i>	60
Tabla 20. <i>Resumen de los Tratamientos con AM después del Almacenamiento</i>	64



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Especificaciones del Empaque</i>	79
Anexo 2. <i>Descripción de los Métodos Sensoriales</i>	81
Anexo 3. <i>Prueba de Aceptabilidad (Hedónica) para Olor</i>	82
Anexo 4. <i>Prueba de Aceptabilidad (Hedónica) para Color</i>	83
Anexo 5. <i>Prueba Descriptiva para Textura</i>	84
Anexo 6. <i>Descripción de los Métodos Físicoquímicos</i>	85
Anexo 7. <i>Descripción de los Métodos Microbiológicos</i>	86
Anexo 8. <i>Glosario de Términos</i>	88



INTRODUCCIÓN

Problema de Investigación

A nivel mundial se procesan diferentes productos cárnicos mismos que antes de llegar al consumidor pasan por diferentes fases de manipulación, por lo cual se convierte en alimento de alto riesgo, es por esto, si no se aplica un método o tecnología de conservación, es probable que el producto llegue a deteriorarse rápidamente y provocar infecciones o intoxicaciones microbianas al ser consumidos (Reséndiz et al., 2013).

Algunas fábricas incurren en usar mayor cantidad de conservantes con el propósito de extender la duración de vida útil en percha, sin embargo, estos químicos pueden llegar a ser cancerígenos (Segurondo et al., 2020); esto conlleva a buscar alternativas tecnológicas que permitan conservar el producto minimizando el uso de químicos, pero sin dejar de mantener sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

Según Pereda J. A. O. (2016) una de las tecnologías más novedosas que posibilita la preservación de alimentos procesados, son las llamadas atmosferas modificadas (AM) que, cuando se combinan con la refrigeración, extienden la duración del producto. Sin embargo, existe poca información del efecto que produce esta tecnología en el almacenamiento de chorizos ahumados. Además, existen grandes retos para elegir una atmósfera protectora adecuada que reduzca la proliferación de bacterias y pérdida de las características organolépticas.



Justificación

En Ecuador ha existido un incremento de la demanda de embutidos, entre ellos el chorizo ahumado. Méndez (2015) estima que la industria de los embutidos genera alrededor de 120 millones de dólares al año y el consumo promedio mensual por persona es de aproximadamente 3kg. Actualmente, existe una creciente demanda por consumir alimentos frescos sin el uso de conservantes y que mantengan sus propiedades durante un largo período de tiempo. Como respuesta a estos nuevos hábitos de consumo, la industria alimentaria está adoptando paulatinamente técnicas de producción y conservación que aseguren la inocuidad de los productos, alarguen su vida útil y minimicen sus alteraciones.

Una de las técnicas que se pueden utilizar y que ha demostrado su eficacia para disminuir el crecimiento microbiano y preservar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales es la Tecnología de Atmósferas Modificadas (AM). Según Ordóñez (2016) modifica el ambiente gaseoso del interior del envase, esto permite evitar el deterioro del producto sin alterar las propiedades organolépticas. Por otro lado, García et al. (2016) mencionan que las mezclas de gases (N_2 y CO_2) son las que permiten retrasar el deterioro, se ha encontrado que el uso de esta tecnología en productos cárnicos en cámaras frigoríficas permite incrementar su vida útil hasta en un 15%.

De esta manera, el presente estudio permitirá conocer la influencia de Atmósferas Modificadas (AM) sobre el chorizo ahumado, así como también establecer las concentraciones y temperaturas adecuadas que permitan la mayor conservación de características fisicoquímicas, sensoriales e inhibir el crecimiento microbiano.



Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de atmósferas modificadas en refrigeración en chorizo sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

Objetivos Específicos

- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima.
- Evaluar los efectos del almacenamiento en atmósferas modificadas sobre las propiedades fisicoquímicas del chorizo después del almacenamiento mediante diseño experimental.
- Analizar los efectos de las atmósferas modificadas sobre la calidad microbiológica y sensorial del mejor tratamiento al finalizar el almacenamiento.



Hipótesis

Hipótesis Nula

La aplicación de la tecnología de conservación (atmósferas modificadas en refrigeración) no influye sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del chorizo almacenado por 12 días.

Hipótesis Alternativa

La aplicación de la tecnología de conservación (atmósferas modificadas en refrigeración) influye sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del chorizo almacenado por 12 días.



CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Productos Cárnicos

Según la FAO (2014), los productos cárnicos procesados son aquellos que han sido transformados a partir de carne fresca utilizando diversos métodos como picado, molienda, modificación de color, adición de condimentos o tratamientos térmicos para alterar sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas. A la vez, (Cabrera, 2023) menciona que pueden ser cocidos, ahumados, sin ahumar, prensados en tripa natural o en tripa sintética. El autor alude que este tipo de producto requiere emulsificación para extraer la proteína del músculo agregando sal o picando la carne a 700 rpm o más. Esto permite la absorción de humedad y una estructura gelatinosa con una textura y forma característica.

1.2. Chorizo

INEN 1 344: 96 (2020) explica que el chorizo es un embutido elaborado con carne molida, que puede contener uno o más de las siguientes materias primas: carne de pollo, porcino, bovino, pavo y otros tejidos comestibles de las especies mencionadas anteriormente. Se incorporan ingredientes y sazónadores autorizados y puede ser sometido a ahumado o no, se puede consumir en estado crudo, madurado o escaldado.

Por otra parte, FAO-PRODAR (2014) afirma que el chorizo es un embutido que se consume en estado crudo, que está hecho de carne de cerdo picada mezclada con sal, ciertas especias y nitrato de potasio. La emulsión es almacenada en una tripa de cerdo o tripa artificial y



se ata en trozos aproximados de 10 a 25 cm de largo. Este embutido se destaca entre los más famosos y populares de toda América Latina.

Tirado et al. (2015) mencionan que el procedimiento tradicional de elaboración del chorizo es desecarlo y ahumarlo, luego de lo cual la actividad de agua disminuye, hasta un punto de 0.60 a 0.75, logrando así minimizar el crecimiento microbiano. Además, durante esta etapa se produce la maduración, el producto cambia a un color rojizo, aumenta su consistencia y se vuelve más aromático. El desecado, ahumado y la maduración, son fases de producción necesarias ya que al ser la base del producto la carne fresca y picada, existe una alta posibilidad de contaminación por la carga microbiana existente.

1.2.1. Valor Nutritivo

El valor nutricional de este producto está determinado por los ingredientes que se utilicen en su producción, estos pueden ser aditivos, condimentos y especias, así como las cantidades y variedad de grasas y carne que se empleen en su elaboración. En la tabla 1 CIAP (2017), se observa las cantidades y los principales elementos que conforman las características nutritivas del chorizo.

Tabla 1.

Valor Nutritivo del Chorizo

Propiedad	Valor
Calorías	356 kcal
Grasa	29.30 g
Colesterol	72.60 mg
Sodio	2300 mg
Carbohidratos	1.90 g



Azucares	1.90 g
Proteína	21.18 g
Vitamina B12	0.90 µg
Hierro	2.10 mg
Calcio	18.40 mg
Vitamina B3	11.47 mg

Nota. Adaptado de Guía nutricional acerca de las propiedades del chorizo (CIAP, 2017)

1.3. Características Físicoquímicas

Los atributos fisicoquímicos actúan como marcadores de la calidad, ayudan a establecer el contenido nutricional y verifican el cumplimiento de estándares en el análisis de adulteraciones en alimentos frescos, (Cazar Villacís, 2016). Por lo general se utilizan para garantizar un control adecuado del producto que será analizado. Esto permite distinguir entre diferentes orígenes de materias primas y diferentes productos finales. Entre las características más relevantes para los productos cárnicos se encuentran la humedad, pH y la actividad de agua (A_w).

Uno de los métodos más manejados en el procesamiento, control y conservación de alimentos es la medición de humedad, este contenido es un indicador clave de la estabilidad del producto. En cuanto a la humedad y el nivel de secado, los chorizos en su mayoría son considerados dentro de la clasificación de embutidos semisecos debido a su contenido de humedad que se sitúa entre el 40% y 50% (González et al., 2013). En la valoración de diversos procesos industriales es fundamental estar al tanto del contenido de agua de productos o materias primas para poder formular el producto de manera adecuada y con esto determinar cualquier pérdida durante el proceso de elaboración, el perfil de humedad de un producto se ha caracterizado no solo



en función de su contenido de agua y su capacidad de retención, sino también por la actividad del agua.

El pH es el indicador de las condiciones alimentarias y salud del animal después de ser sacrificado. La mayoría de los productos cárnicos tiene como característica un pH que se encuentra en el rango de 6.60 a 7.50, ya que está cercano a la neutralidad destaca un crecimiento adecuado para microorganismos (Cubillo et al., 2016). Por otro lado, el almacenamiento del producto cárnico en refrigeración puede ocasionar un rechazo por parte de los consumidores debido a un nivel alto de acidez, gasificación o limo (Barcenilla Canduela, 2019).

Para Cardona Serrate (2019) la actividad del agua (A_w) es definida como la relación entre la presión de vapor del aire en contacto con el alimento y la presión de vapor del agua pura, esto puede ser entendido como la conexión entre la presión de vapor del aire que envuelve al alimento y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. Es decir, la A_w indica la cantidad de agua que está aprovechable para reaccionar químicamente con otros compuestos y es importante ya que los m/o necesitan una cierta cantidad de agua libre para vivir. La Tabla 2 presenta la relación que hay entre la actividad de agua y el crecimiento microbiano.

Tabla 2.

Crecimiento Microbiano en Diferentes Intervalos de A_w

Intervalo de A_w	Microorganismos	Alimentos
0.95 – 1.00	<i>Pseudomonas, Escherichia coli, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens, algunas levaduras.</i>	Alimentos frescos, fruta enlatada, vegetales, carne, pescado, leche.

0.91 – 0.95 *Salmonella, Serratia, Lactobacillus, Pediococcus, Vibrio Parahemolyticus Clostridium botulinum, Bacillus cereus, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, algunos hongos y levaduras (Rhodotorula, Pichia).* Quesos frescos, carnes curadas.

Nota. Adaptado de Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones (Cardona, 2015)

Se considera que la actividad del agua (A_w) tiene un efecto significativo tanto en la seguridad como en la calidad del alimento, ya que la actividad biológica afecta la textura, sabor, color, gusto y valor nutricional, así como el tiempo de conservación.

1.4. Características Microbiológicas

Los embutidos fermentados pasan por un tratamiento térmico en el transcurso de la producción o antes de ser consumido. No obstante, se ha identificado la presencia de microorganismos como *Salmonella* y *Escherichia coli* debido a la pérdida de la acidez, la cual, es una de las barreras de seguridad de los embutidos fermentados y así facilita el desarrollo de microorganismos patógenos.

Existen factores que facilitan el aumento de enterobacterias, estos son: un incremento en la actividad del agua, un pH inicial elevado, una disminución en la concentración de carbohidratos fermentables, una reducción en el número de lactobacilos en la mezcla de carne inicial, y la utilización de nitratos o niveles muy bajos de nitritos como agentes curantes (Juárez et al., 2005). Para la producción de alimentos cárnicos existen ciertas restricciones de microorganismos permitidos por las normas INEN que son representadas en la Tabla 3.



Tabla 3.

Requisitos Microbiológicos para Productos Cárnicos Cocidos

Requisito	Unidad	n	C	m	M	Método de ensayo
<i>Aerobios mesófilos</i>	ufc/g	5	1	5.0×10^5	1.0×10^7	NTE INEN 1529-5
<i>Escherichia coli</i>	ufc/g*	5	0	< 10	-	AOAC 991.14
<i>Staphylococcus aureus*</i>	ufc/g	5	1	1.0×10^3	1.0×10^4	NTE INEN 1529-14
<i>Salmonella</i>	25g**	10	0	Ausencia		NTE INEN 1529-15

Nota. Tomado de Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos. (NTE INEN 1338:2012, 2012). Donde: **n**= Número de unidades de la muestra; **c**= Número de unidades defectuosas que se acepta; **m**= Nivel de aceptación; **M**= Nivel de rechazo.

Juárez et al. (2005) mencionan que se puede inhibir el crecimiento de *Salmonella* cuando existe una rápida reducción del pH a niveles por debajo de 5.30 durante el procedimiento de fermentación. El proceso de maduración de los embutidos tiene un impacto significativo en la inhibición de *Salmonella spp.* siendo su presencia más frecuente con relación a los embutidos frescos o con una fermentación mínima, en contraste con los embutidos secos que presentan mayor acidez.

Escherichia coli es otra enterobacteria que también es importante mencionar ya que está presente en el chorizo ahumado y muestra alta patogenicidad, pero a diferencia de la *Salmonella spp.* la cantidad infectante es baja y no necesariamente se debe multiplicar en el embutido para producir una infección. Como se describe en la Tabla 2, la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN establece un máximo de < 10 ufc/g en el chorizo ahumado (NTE INEN 1338:2012).



1.5. Análisis Sensorial

El propósito de la ciencia y tecnología de los alimentos es garantizar la excelencia y la cantidad adecuada de los productos que se producen para satisfacer las necesidades de la población global, es aquí donde entra la evaluación sensorial, pues, es una de las funciones primarias del ser humano que se realiza desde la infancia de manera consciente o inconsciente al aceptar o rechazar un producto en relación con las sensaciones que perciben tan solo mirando o probando dicho alimento (INCAP, 2020).

La evaluación sensorial es una evaluación de las características organolépticas de un alimento o producto que se realiza con los sentidos. En esta evaluación se puede calificar el olor, color, sabor, textura y la apariencia de un producto. Según Torricella et al. (2020) la evaluación sensorial inicia siendo una disciplina que mide la calidad de los alimentos, la cual permite conocer la opinión del consumidor y así mantener o mejorar la garantía del producto y/o alimento. Por esta razón, la industria alimentaria adopta este método como evaluación de un producto determinado en relación con la opinión de los consumidores. Si el producto a evaluar carece de análisis sensorial, no existe información para realizar cambios y mejoras, por ende, hay probabilidades de fracaso (INCAP, 2020).

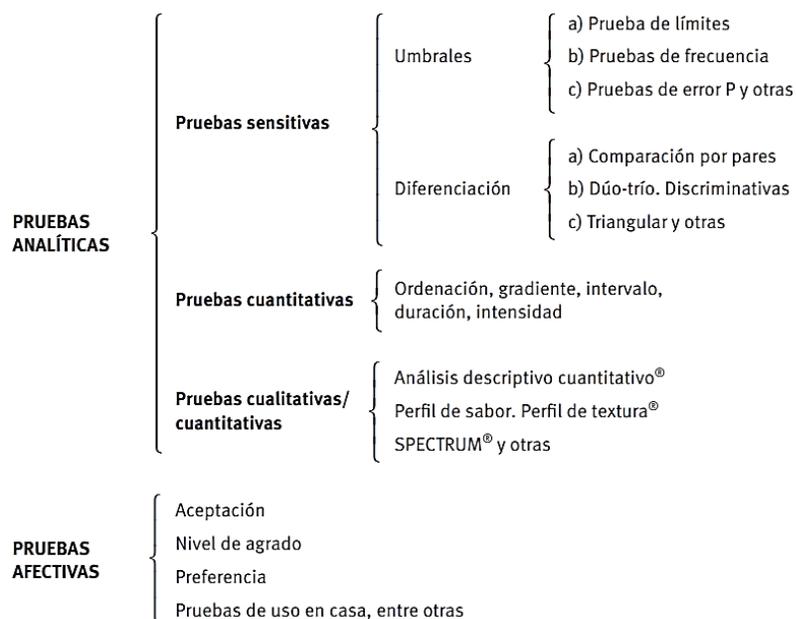
El objetivo de las pruebas de análisis sensorial es interpretar las preferencias de los comensales en características bien definidas para un producto o alimento. Esta información se consigue realizando pruebas orientadas al consumidor. Dentro de estas pruebas se encuentra la prueba de aceptación, la cual, permite al panelista o consumidor indicar el nivel de aceptación o rechazo hacia el producto que se está evaluando, Ramírez (2014) menciona que dichas pruebas se

realizan únicamente a consumidores mas no a paneles de catadores profesionales, ya que esta evaluación pretende valorar la respuesta de un grupo potencial de consumidores del producto.

En el mundo del análisis sensorial existen varias evaluaciones que se usan en los alimentos para asegurar la aceptabilidad de un producto mediante sus características, ya que será de utilidad para la demanda de los consumidores hacia el alimento. Un ejemplo de esto, son las pruebas orientadas al consumidor que se adaptan al perfil de cada persona que adquiere el producto, pues, la percepción de cada consumidor es la respuesta que está basada en experiencias previas de productos similares y la percepción de los estímulos que es la razón por la que se distingue si algo es dulce o salado, duro o blando, etc. (Severiano, 2019). Estas medidas se dividen en: analíticas y afectivas, y su clasificación se puede observar en la Figura 1.

Figura 1.

Distribución del análisis sensorial



Nota. Tomado de Severiano (2019)



1.5.1. Pruebas Analíticas

Según Severiano (2019) las pruebas analíticas se enfocan en estudiar las distinciones sensoriales que son perceptibles en las muestras, sus características y la intensidad en las que se presentan. En este tipo de evaluaciones se necesitan jueces que ya sean entrenados con un nivel de experiencia avanzado dependiendo de lo que se quiera analizar sobre el alimento. Mientras que las pruebas de carácter afectivo se llevan a cabo con consumidores que a su vez son seleccionados en relación con el objetivo de la prueba, generalmente se trabaja con personas que tengan un consumo habitual del alimento a evaluar, pero también se puede realizar a consumidores no habituales, es decir que usan el producto de forma esporádica.

1.5.2. Pruebas Afectivas

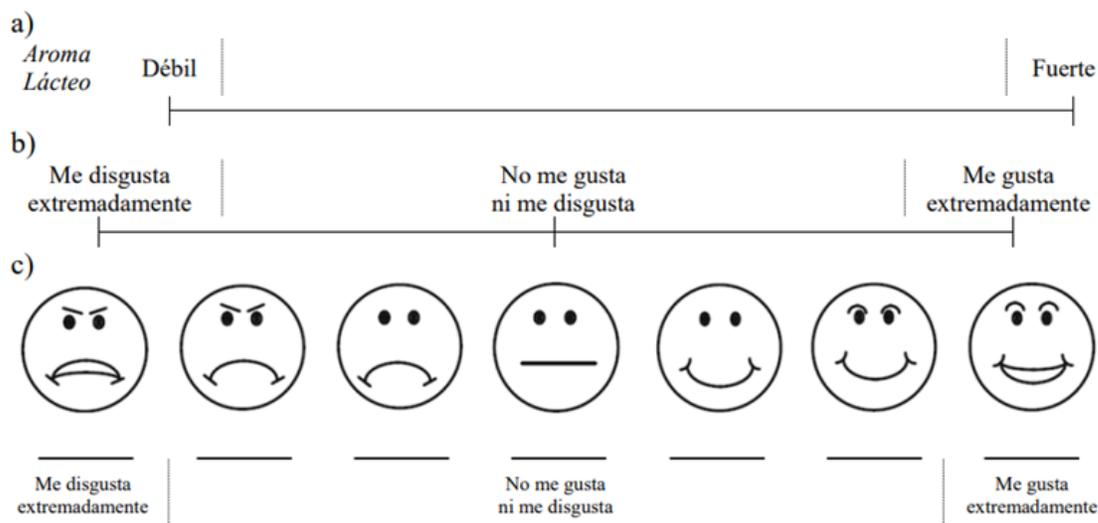
Las pruebas afectivas se enfocan en evaluar el gusto y preferencia de las personas hacia el producto. Permiten conocer la aceptabilidad del alimento para el consumo, si el producto le gustó mucho o poco, o si no le gustó. En estas pruebas es importante definir el tipo de consumidor, es decir, la persona para la cual se va a diseñar el producto. Además, en estas pruebas se recauda información objetiva ya que existen métodos en donde se pueden controlar las variables para realizar las evaluaciones y así poder registrar los resultados que serán utilizados para hacer un análisis estadístico mediante gráficas, con el fin de interpretar los datos (Severiano Pérez, 2019).

Ramírez (2012) menciona que en las pruebas afectivas del análisis sensorial generalmente se usan escalas de intervalos, esto se hace con el fin de consolidar la validez los métodos estadísticos que se emplean durante el desarrollo de los resultados. Dichas escalas nos ayudan a organizar las muestras en relación con una sola característica del producto de acuerdo con su aceptabilidad y evidencian las diferencias entre productos. Son utilizadas tanto en evaluaciones

enfocadas en el producto como en el consumidor. En las pruebas orientadas al consumidor se analiza el nivel de aceptabilidad o preferencia del producto.

Figura 2.

Ejemplos de Escalas de Intervalo Comúnmente Utilizados



Nota. Tomado de Ramírez (2012)

Las pruebas de aceptabilidad o también llamadas pruebas hedónicas son muy importantes para los programas sensoriales. Como su nombre lo indica, estas pruebas determinan el nivel de aceptación de un producto que es indicado por la compra y consumo de los usuarios. Para evaluar la aceptabilidad de un alimento es posible usar escalas categorizadas, por ejemplo, la escala hedónica de 9 puntos es la más comúnmente utilizada en las pruebas de aceptabilidad, aunque existen variantes de ésta, como la escala hedónica de 7 o 5 puntos (Tabla 4). También se puede usar la escala gráfica de cara sonriente para que sea más dinámico, se usa más para niños. Al ser la prueba más usada, también es la más recomendada por los expertos para aceptabilidad de un producto ya que se ha usado en proyectos de investigación estándar.

De acuerdo con Ramírez (2012), la escala hedónica de los 9 puntos o sus variantes es relativamente fácil de aplicar a los consumidores. A los panelistas se les explica que deben calificar la muestra de un producto mencionando cuanto les agrada por medio de la selección de una de las categorías de la escala, donde “me gusta extremadamente” es la puntuación más alta para el producto y “me disgusta extremadamente” es el puntaje más bajo. Cabe mencionar que esta escala se la puede exponer de forma gráfica, numérica o textual, de la misma forma puede ser horizontal o vertical (Tabla 4). Según el autor, es importante que las muestras de productos que van a ser evaluados presenten las mismas condiciones, los productos deben ser presentados en envases idénticos que cuenten con códigos numéricos aleatorios de 3 dígitos.

Tabla 4.

Ejemplo de Escalas de Categorización

Puntaje	Categoría
1	Me gusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta mucho
7	Me disgusta extremadamente

Nota. Adaptado de Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico (Cárdenas et al., 2018)

1.6. Conservación de Alimentos Procesados

De acuerdo con (Reséndiz Cruz et al., 2013), el objetivo de la conservación de los alimentos es impedir que los factores puedan alterar sus propiedades originales. Los patógenos en los alimentos pueden ser naturales, como las enzimas que ya se encuentran presentes en el



alimento, o provenientes del ambiente, como bacterias, mohos y levaduras. La conservación influye mucho en la calidad sanitaria del productor, ya que trata de evitar que un alimento sea atacado por algún microorganismo que pueda descomponerlo y produciría pérdidas económicas o peor aún, provocar daños graves en la salud (Rodríguez et al., 2014).

Casi todos los alimentos pueden llegar a alterar su composición con facilidad por lo cual la conservación es el mejor procedimiento para mantener los alimentos en buenas condiciones y apropiados para el consumo por parte de los seres humanos. Uno de los métodos más eficaces es el ahumado ya que, además de extender el tiempo de vida útil de los alimentos le da un sabor distinto al producto final.

Por otra parte, muchos alimentos deben ser refrigerados para que puedan conservarse adecuadamente y evite contaminación cruzada, proteger los alimentos de los vectores, la depuración de la limpieza y desinfección de las frutas y verduras, evitar el daño rápido de los alimentos, identificar los alimentos que tienen el alto riesgo epidemiológico para elegir una temperatura óptima de conservación (Requena, 2015). La tecnología de atmósferas modificadas como método de conservación consiste en la eliminar el aire por completo dentro del envase del producto cárnico y la inyección de mezclas de gases.

1.6.1. Ahumado

De acuerdo con la literatura de Chávez et al. (2015) y Salvatierra (2019) el ahumado es una técnica que se basa en exponer los alimentos a los efectos de los vapores y gases de partes de plantas parcialmente quemadas, generalmente productos de combustión lenta como la madera. La técnica de ahumado no solo confiere distintos sabores a los alimentos, sino que también tiene



propiedades conservantes que alargan su tiempo de vida. La presencia de diversas sustancias naturales en el humo, entre las que destacan los fenoles por su alta capacidad inhibidora, combinados con carbonilos y ácidos orgánicos, permiten que tenga propiedades antioxidantes, bactericidas y bacteriostáticas. Los niveles permitidos para lograr las propiedades bacteriostáticas y antioxidantes son prácticamente limitados, siendo estos necesarios para su efecto en el sabor.

La técnica de ahumado proporciona a los alimentos con alta cantidad de proteínas, componentes aromáticos que les aportan un sabor y color distintivos. Además, ofrece otras ventajas a la industria de alimentos, como una mayor uniformidad en el sabor y color, la inocuidad de la producción, la inspección de las emisiones por gases y la eliminación de sustancias peligrosas (Chávez et al., 2015).

1.6.2. Refrigeración

Para extender la vida útil de los alimentos que se echan a perder rápidamente y facilitar su distribución, se recurre al retiro del calor como técnica de conservación. Además (Salvatierra, 2019) menciona que, para mantener los alimentos en buen estado, se utiliza la refrigeración para extraer tanto el calor sensible como el metabólico del alimento, sin llegar a la congelación del agua existente en el producto, manteniendo una temperatura superior al punto de congelación. Al disminuir el metabolismo de los tejidos y el crecimiento bacteriano se logra que los alimentos puedan ser almacenados por intervalos de tiempo que pueden ir desde algunas semanas hasta varios meses sin que esto afecte significativamente su calidad, aunque esto depende del tipo de alimento almacenado.



Por otra parte, a diferencia de otros métodos, la conservación con bajas temperaturas preserva la calidad natural y el aspecto de los alimentos, esto logra que el sabor, olor y apariencia sean similares a los productos frescos. De acuerdo con Aste et al. (2017), el uso de la refrigeración reduce el efecto de deterioro que poseen estos factores, es importante tener en cuenta que no se puede evitar completamente la inhibición, esto implica que durante el almacenamiento se experimentarán cambios debido a estos factores.

El tiempo de vida del producto en refrigeración depende de diferentes factores como humedad, temperatura, tiempo de almacenamiento; estos factores pueden favorecer o impedir la multiplicación de microorganismos que alteren la excelencia en los aspectos sensoriales y nutricionales. Ramírez-Muñoz et al. (2015) estudiaron la influencia de la conservación del chorizo a 4 y 20°C durante 10 días, y encontraron que las bajas temperaturas (4°C) permiten mantener la a_w durante su almacenamiento caso contrario sucede a temperaturas más altas (20°C) que se evidenció mayor pérdida de agua alcanzado valores de A_w de 0.73.

El pH de igual manera se mantuvo sin cambios significativos y en el caso del recuento microbiano no se apreciaron cambios a 4°C pero si existió un descenso de <1 Log ufc/g en las enterobacterias en muestras almacenadas a 20°C. De acuerdo con el autor, este valor se considera normal debido a que las enterobacterias generalmente disminuyen progresivamente en el proceso de secado ya que existe alta sensibilidad a la temperatura, acidez y baja A_w .

Análogamente, el estudio de Martín et al. (2021) se comprobó que la temperatura de refrigeración afecta los niveles de mesófilos al final del almacenamiento (180 días), en su investigación se encontraron recuentos más altos a 4°C que a 20°C. Una posible explicación podría ser la cuantificación de parte de BAL (bacterias ácido-lácticas) en recuentos mesófilos ya que



ambos grupos siguieron una tendencia similar. Además, informaron recuentos similares de mesófilos a 4 y a 18 °C en chorizo ibérico después de 120 días de almacenamiento. Los conteos de mesófilos en los chorizos se mantuvieron sin cambios hasta los 180 días de almacenamiento, solo el control a 4°C se incrementó significativamente durante el almacenamiento.

Sin embargo, en la investigación realizada por Olarte & Ramírez (2021) en chorizos almacenados a bajas temperaturas (1, 3 y 4°C) después de 29 días han presentado un aumento en la acidez (de 0.60% a 0.90%), disminución del pH (de 5.16 a 4.56), de acuerdo con los autores, la degradación del glucógeno en ácido láctico explica la disminución del pH y el incremento de acidez en el producto conforme transcurre el periodo en el que se almacena.

Además, se encontró un crecimiento de *E. coli* (de <10 ufc/g a 9×10^2 ufc/g). Esto señala que el método de refrigeración ayudaría mejor a la conservación del producto siempre y cuando se convine con otras tecnologías de almacenamiento que permitan mantener las características fisicoquímicas, microbiológicas y perceptibles por los sentidos; una de ellas son las atmósferas modificadas, de las cuales se hablará en el apartado siguiente.

1.6.3. *Atmósferas Modificadas (AM)*

El proceso de conservación en atmósferas modificadas implica el envasado de alimentos en materiales que evitan el paso de gases, y se ajusta el ambiente gaseoso para prevenir el crecimiento de microorganismos y retardar el deterioro enzimático, con el objetivo de prolongar la vida del producto. Conforme a cada una de sus necesidades, es indispensable una atmósfera modificada diferente con ambientes abundantes tanto en CO₂ como en O₂. Según Reséndiz et al. (2013) el método de las AM relaciona la extracción del aire envasado que contienen los productos



cárnicos, seguido de la inyección de un gas o una combinación de gases. Una vez adaptada la AM se logra disminuir el crecimiento microbiano debido a esto se retrasa el daño debido a la formación de compuestos microbianos y a la presencia de enzimas aún activas en la carne, además de conservar sus características microbiológicas, sensoriales y fisicoquímicas, por más tiempo.

El envasado en AM es un sistema que, combinado con las bajas temperaturas de refrigeración, se adapta a las necesidades y tendencias del mercado en la actualidad, es una estrategia de envasado que implica retirar el aire del recipiente y reemplazarlo por una combinación de gases, la cual varía según el tipo de producto. Pereda J. A. O. (2016) menciona que el O_2 determina el estado de oxidación de la mioglobina, es decir, que para mantener el pigmento oxigenado se requieren concentraciones superiores al 15-20%. Por otro lado, el CO_2 tiene actividades bacteriostáticas y fungistáticas. El N_2 por su parte, es un gas inerte y es utilizado comúnmente como gas de relleno para prevenir el colapso del envase. En cierto modo, la atmósfera del 100% de nitrógeno equivale a un envasado al vacío.

Para (Reséndiz Cruz et al., 2013) preservar mejor los atributos fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos de los productos, se recomienda utilizar atmósferas con niveles más altos de CO_2 para reducir el crecimiento de microorganismos aeróbicos, mientras se disminuye la concentración de oxígeno (O_2) que se utiliza comúnmente para conservar el color característico de la carne. Partida (2018) menciona que las atmósferas que tienen mayor concentración de CO_2 tienen la capacidad de inhibir bacterias Gram negativas, como ciertos *psicotrofos* y *Pseudomonas spp.* Aunque es importante tener en cuenta que puede haber cambios desfavorables a causa del crecimiento, sin embargo, a una menor velocidad, de microorganismos facultativos como *Carnobacterium spp.*, *Brochothrix thermosfacta* y *Lactobacillus spp.*



CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del Lugar

La materia prima (chorizo ahumado) fue adquirida en las instalaciones de Unidades Eduproductivas de la Universidad Técnica del Norte, situadas en la Parroquia “El Sagrario” del Cantón Ibarra en la Provincia de Imbabura. La ejecución de la fase experimental de este estudio se realizó en los laboratorios de la UTN en la ciudad de Ibarra, específicamente los de Análisis Experimental e Innovación, Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos., cuyas características se dan a conocer en la Tabla 5.

Tabla 5.

Localización del Experimento

Localización	Descripción
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Lugar:	Laboratorio de Análisis Experimental e Innovación
Altitud:	2256 m.s.n.m
HR. Promedio:	73%
Precipitación:	550.3 mm/año
Temperatura media:	18°C

Nota. Adaptado de (INAMHI, 2020).

2.2. Materiales y Equipos

Para la ejecución del presente estudio y dar cumplimiento a los objetivos planteados, se utilizó chorizo ahumado que fue adquirido en las instalaciones de Unidades Eduproductivas de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra. Además, se utilizaron tanques de dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno (N₂) para crear las atmósferas modificadas, así como equipos, medios de cultivo, reactivos y agares que se describen a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6.

Instrumentos, Reactivos, Agares y Equipos

Materia prima	Instrumentos	Reactivos	Agar	Equipos
Chorizo ahumado	Pipetas graduadas	Agua destilada	Placas Petrifilm	WITT Mezclador MAPY 4.0 LE SP O ₂ / CO ₂ Zr
	Empaque de polietileno de baja densidad	Agua peptonada		Refrigerador Controlador de temperatura
	Vaso de precipitación de 250 cm ³			Determinador de Humedad K-DBS
	Capsulas de porcelana			Analizador de agua AquaLab 4TE
	Probetas			Balanza analítica
	Tubos de ensayo			Potenciómetro
	Etiquetas identificadoras			Selladora
				Agitador magnético Estufa de incubación



2.3. Metodología

La presente investigación se realizó con chorizos ahumados, la metodología utilizada se describe a continuación.

2.3.1. *Determinación de las Características Fisicoquímicas y Microbiológicas de la Materia*

Prima.

Se realizaron estudios en una muestra de chorizo ahumado adquirido en las Unidades Eduproductivas de la Universidad Técnica del Norte. En la Tabla 7 se presentan las variables que fueron objeto de estudio, así como los métodos empleados.

Tabla 7.

Variables y Métodos de Evaluación

Variables	Método
pH	NTE INEN 783. 1985-05
Humedad	AOAC 925.10
Actividad de agua	Método Aw Meter / ISO:18787
<i>E. Coli</i>	AOAC 991.14
<i>Salmonella</i>	NTE INEN 1529-15:2023

Se realizó el proceso de estandarización de los elementos de la materia prima a través de la aleatorización realizada con el software de Matlab. Con la finalidad de verificar si las muestras selectas representan a toda la población, se presenta la Tabla 8 donde se puede observar la relación entre el número de muestras y el coeficiente de variación que fue presentado por Posadas (2009).

Tabla 8.

Estandarización de la Materia Prima

T	N
$T \leq 2\%$	3
$2\% \leq T \leq 8\%$	6
$8\% \leq T \leq 15\%$	15
$T \geq 15\%$	>50

Nota. Tomado de Posadas (2009)

Según la bibliografía que señala Posadas (2009) es recomendable realizar tres mediciones (repeticiones) de cada muestra y calcular su promedio (x). Se requiere realizar el cálculo de la dispersión (D), la cual es definida como la diferencia entre los valores máximos y mínimos obtenidos en las mediciones. (Valor máximo – Valor mínimo). El último paso consiste en determinar el porcentaje de dispersión (T), para lo cual se divide la dispersión (D) entre el valor promedio de las mediciones (x) y se multiplica el resultado por cien. Por lo tanto, si se toman 6 muestras y el porcentaje de dispersión se encuentra entre 2 y 8%, se considera la muestra estandarizada, y en caso contrario se requiere tomar un número superior de medidas acorde a la Tabla 8.

Posterior a la estandarización, se utilizaron 240 g de materia prima para realizar todas las mediciones iniciales, la actividad de agua se realizó en los laboratorios ubicados en la ciudad de Ibarra, que se dedican al Análisis Experimental e Innovación, los análisis de pH y humedad en el laboratorio de Análisis Físicoquímicos y los análisis microbiológicos fueron realizados en los laboratorios Alfanalítica, ubicados en la ciudad de Ibarra. Una vez caracterizada el componente fundamental, se procedió a envasar en unidades experimentales de 454 g (cantidad que se procesa



en las unidades eduproductivas) almacenadas en refrigeración en las instalaciones del laboratorio de Análisis Experimental e Innovación ubicado en el 5to piso de la facultad FICAYA de la Universidad Técnica del Norte, hasta alcanzar los 12 días de almacenamiento. Se emplearon fundas de polietileno extruido de baja densidad como envases para el producto (las especificaciones están detalladas en el Anexo 1).

2.3.2. Evaluación de los Efectos del Almacenamiento en atmosferas modificadas sobre las Propiedades Fisicoquímicas del Chorizo después del Almacenamiento Mediante Diseño Experimental.

Para evaluar el efecto de las AM en refrigeración sobre las propiedades fisicoquímicas después del almacenamiento, como método estadístico, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial AxB, donde se consideraron los factores mencionados en la Tabla 9 y las características descritas en la Tabla 10.

Tabla 9.

Factores en Estudio

Factor	Nivel	Descripción
Concentración de los gases	A1	N ₂ =100%
	A2	N ₂ =70%; CO ₂ =30%
	A3	Aire N ₂ =78%; CO ₂ =0.03%; O ₂ =21%; Otros gases=0.97%
Temperatura de refrigeración	B1	6°C
	B2	12°C

Tabla 10.

Características del Experimento

Características	Número
Tratamientos	6
Repeticiones	3
Unidades experimentales	18

Como se puede observar en la Tabla 9, el testigo (Aire) está incluido dentro del Factor A, ya que se desea comparar las posibles diferencias entre el almacenamiento convencional y el de atmósferas modificadas, En la Tabla 11 se presenta la combinación de los niveles de los factores analizados.

Tabla 11.

Tratamientos

Tratamientos	Interacción	Descripción
T1	A1B1	Concentración de N ₂ =100 con temperatura de refrigeración de 6°C
T2	A1B2	Concentración de N ₂ =100 con temperatura de refrigeración de 12°C
T3	A2B1	Concentración de CO ₂ =30% y N ₂ =70% con temperatura de refrigeración de 6°C
T4	A2B2	Concentración de CO ₂ =30% y N ₂ =70% con temperatura de refrigeración de 12°C
T5	A3B1	Aire atmosférico con temperatura de refrigeración de 6°C
T6	A3B2	Aire atmosférico con temperatura de refrigeración de 12°C



En la tabla siguiente (Tabla 12) se presenta el análisis de varianza (ADEVA), donde se describen los distintos grados de libertad para el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Tabla 12.

ADEVA para el Diseño Completamente al Azar

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Total	17
Tratamientos	5
Factor A	2
Factor B	1
Interacción AxB	2
Error exp.	12

Se verificó que se cumplen los supuestos del análisis de ADEVA, lo cual implica que los datos siguen una distribución normal y presentan homogeneidad de varianza. Estas verificaciones se llevaron a cabo mediante las pruebas de Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente. Si se registran diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, se llevó a cabo un análisis funcional, cuya descripción se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13.

Análisis Funcional.

Descripción	Análisis
Tratamientos	Tukey al 5%.
Factores en estudio	Diferencia mínima significativa al 2%

La Tabla 14 muestra las variables de respuesta registradas en este estudio, después de 12 días de almacenamiento. Estas variables fueron evaluadas según la metodología descrita en la Tabla 7.

Tabla 14.

Variables para el ADEVA

Variables	Unidad
Humedad	%
pH	-
Aw	-

2.3.3. Analizar los Efectos de las atmosferas modificadas sobre la Calidad Microbiológica y Sensorial del Mejor Tratamiento al Finalizar el Almacenamiento.

El análisis sensorial se realizó con rodajas de 0.5 cm de chorizo ahumado a un panel no entrenado estimado de 30 personas, los cuales son consumidores habituales del producto a calificar, ya que de acuerdo con (Cordero, 2013), mientras el panel es más numeroso existe mayor probabilidad de establecer la aceptabilidad de un producto. Este análisis tuvo lugar en la facultad



FICAYA de la Universidad Técnica del Norte, con el objetivo de almacenar información donde se realizó una codificación aleatoria de las muestras para tratar de reducir el error al momento de realizar la tabulación de resultados, tal como se describe en el marco teórico.

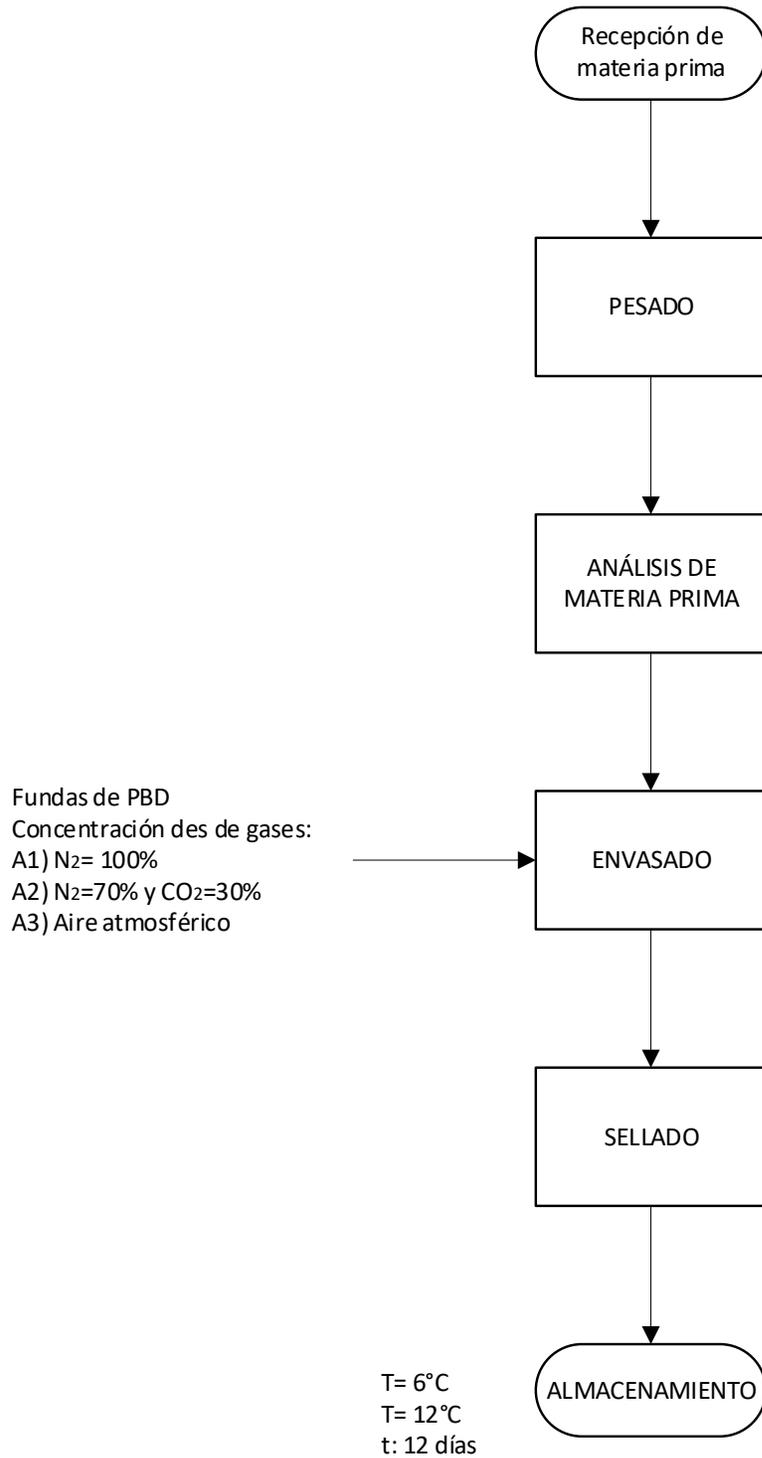
El método utilizado fue la prueba hedónica con escala de tres puntos vertical, Ramírez (2014) menciona que esta prueba consiste en valorar las muestras codificadas de chorizo ahumado indicando su nivel de agrado, donde 1 es “Me disgusta mucho” y 3 “Me gusta mucho”, para posteriormente tabular los resultados y considerar la aceptabilidad del consumidor. Los panelistas evaluaron las muestras seleccionando la opción más acorde a su opinión, la hoja de encuesta de aceptabilidad se encuentra en el Anexo 2. La tabulación se realizó mediante análisis de tablas de contingencia, las variables para evaluarse son olor, color y textura las cuales se detallan en el Anexo 3.

2.4. Manejo Específico del Experimento

El proceso se efectuó utilizando chorizo ahumado, elaborado en las Unidades Eduproductivas, y se transportó al laboratorio de Análisis Experimental e Innovación de la Universidad Técnica del Norte. En la Figura 3 se describe el flujograma donde constan las operaciones que se realizaron.

Figura 3.

Diagrama de Flujo



2.4.1. Descripción del Proceso

Recepción. La materia prima se adquirió en las instalaciones de Unidades de la UTN (figura 4) y se transportó al laboratorio de Análisis Experimental e Innovación de la FICAYA.

Figura 4.

Recepción de la materia prima



Pesado. Seguidamente se utilizó una balanza, se llevó a cabo la medición de 454g de chorizo, con el propósito de asegurar que las unidades experimentales tuvieran un peso uniforme.

Análisis de materia prima. Se realizaron los análisis fisicoquímicos a una muestra de 6 unidades experimentales (figura 5). Para asegurar que las muestras representan a toda la población el CV debe ser $\leq 8\%$ y mayor o igual a 2% de acuerdo con Posadas (2009). Se tomó la muestra de 240g que se utilizó para la medición de pH, humedad, Aw, *E. coli* y *Salmonella* para proceder a realizar los estudios fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa inicial.

Figura 5.

Análisis Fisicoquímicos de la Materia Prima



Envasado. La materia prima se introdujo de forma aleatoria con ayuda del programa Matlab, se envasó utilizando fundas de polietileno extruido de baja densidad (figura 6), al mismo tiempo que se manipularon las concentraciones de gases utilizando tres configuraciones distintas en el equipo WITT Mezclador MAPY 4.0 LE SP O₂ / CO₂ Zr. La primera concentración de gases fue una concentración con 100% N₂, la segunda fue una mezcla de gases de 70% N₂ y 30% CO₂. Por último, la tercera concentración que es aire la cual fue utilizada como testigo.

Figura 6.

Envasado del Chorizo en AM



Sellado. Una vez envasado el chorizo con la mezcla de gases correspondientes se procedió a sellar las fundas como se indica en la figura 7.

Figura 7.

Sellado del Chorizo



Almacenamiento. Por último, se procedió a almacenar los envases en dos refrigeradores con temperaturas de enfriamiento de 6 y 12°C respectivamente (figura 8). Se emplearon dos controladores de temperatura para asegurar que el chorizo se mantuviera a la misma temperatura al momento de realizar los análisis después de 12 días de almacenamiento.

Figura 8.

Almacenamiento en AM en Refrigeración





CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se evidencian los resultados obtenidos al almacenar chorizos ahumados en atmósferas modificadas (AM) en refrigeración por un tiempo de 12 días.

3.1. Determinación de las Características Fisicoquímicas y Microbiológicas de la Materia Prima.

En la siguiente sección se exponen los resultados obtenidos durante la caracterización de la materia prima antes de su almacenamiento en refrigeración en atmósferas modificadas.

3.1.1. Análisis Fisicoquímico

Los resultados de los estudios fisicoquímicos iniciales de la materia prima anteriormente seleccionada se muestran en la Tabla 15, esto con el fin de entender la presencia y el comportamiento de microorganismos.

Tabla 15.

Análisis Fisicoquímico de la Materia Prima

Análisis	Resultados
pH	6.20 ± 0.02
Humedad	64.29 ± 2.85
Actividad de agua	0.92 ± 0.01

Los valores de pH y humedad registrados se encuentran de acuerdo con los estándares determinados por la norma NTE INEN 1338:2012 (2012), que especifica que el chorizo debe tener



un valor máximo de 65% de humedad y un pH de 6.20. Con relación a un alimento, estos resultados sugieren que existe una mayor disponibilidad de agua para el desarrollo de reacciones químicas y enzimáticas, así como para el crecimiento de microorganismos. A continuación, se muestra en la Tabla 16 una comparación entre los resultados de este estudio y los resultados obtenidos de otros autores que trabajaron con la misma materia prima.

Según Cobos Velasco et al. (2014), un valor de pH de los embutidos por encima de 6.00 puede favorecer el crecimiento bacteriano, que afecta a la calidad del producto durante el almacenamiento. Mientras que un pH por debajo de 4.50 puede provocar un sabor ácido y desagradable para los consumidores. Como se presenta en la Tabla 15, la materia prima en estudio registra características fisicoquímicas que influyen en el crecimiento microbiano, que permite justificar el uso de las AM en el almacenamiento, ya que el pH es superior a 6.00.

Tabla 16.

Análisis Fisicoquímicos con Diferentes Autores.

	Materia prima	Sánchez et al. (2019)	NTE INEN 1 344:96	Cobos et al. (2014)	González (2012)
pH	6.20	4.80	6.20	5.86	5.06
Humedad	64.29	41.80 – 50.10	65.00	46.99	42.89
Actividad de agua	0.92	0.95	-	0.94	0.95

Los resultados expuestos en la Tabla 16 revelan diferencias en los valores de humedad de las materias primas evaluadas. Esto se debe principalmente al proceso de secado del producto antes de su almacenamiento, que permite alcanzar un mayor o menor contenido de humedad. Es evidente que, a menor contenido de humedad, menor probabilidad de proliferación microbiana del producto.



Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de lo descrito anteriormente, la actividad de agua es similar en todos los productos evaluados, esto significa que la probabilidad de deterioro del alimento es relativamente alta, en comparación con otros productos cárnicos. Asimismo, la disponibilidad de agua en estado libre para los microorganismos patógenos es alta. Por lo tanto, se necesita trabajar con tecnologías de conservación complementarias.

3.1.2. Análisis Microbiológicos

Seguidamente, se presentan los resultados de la caracterización microbiológica de la materia prima previamente seleccionada.

Las normas NTE INEN 1338:2012 (2012) mencionan que el valor máximo permitido de esta bacteria es < 10 ufc/g, no obstante, el chorizo elaborado en las instalaciones de Unidades Eduproductivas no se registró la presencia de *E. coli*, por ende, se puede declarar que no existió una fuente de contaminación de este tipo de microorganismos. Además, se confirma que existe ausencia de *Salmonella spp.* en los mismos. La calidad sanitaria es muy importante al producir un alimento, ya que existen microorganismos que aparte de causar el deterioro del producto, puede afectar el estado de salud del consumidor y provocar enfermedades (Sánchez et al., 2019).

A pesar de que el *E. coli* suele ser una bacteria inofensiva en mínimas cantidades (< 10 ufc/g), algunas cepas patógenas tienen la capacidad de intercambiar genes y originar diversas enfermedades. En las normas (NTE INEN 1338:2012, 2012) el valor máximo permitido de esta bacteria es < 10 ufc/g. La detección de la *Salmonella spp.* es motivo de gran preocupación, dado que se trata de una de las principales bacterias patógenas y representa un riesgo importante para la salud incluso en pequeñas cantidades. Según lo establecido en las reglas previas, no se permite la



presencia de *Salmonella spp.* en productos cárnicos como crudos cocidos, curados, marinados, en salmuera o chorizo, se espera que esté "ausente" en 25 g de producto.

3.2. Efecto de las atmósferas modificadas sobre las Propiedades Físicoquímicas del Chorizo después del Almacenamiento.

Después de 12 días se realizó un análisis estadístico de los datos recopilados para examinar cómo las atmósferas modificadas (AM) afectan las propiedades físicoquímicas del chorizo después su almacenamiento. Para esto, se realizó un estudio experimental utilizando un Diseño experimental Completamente al Azar con un arreglo factorial AxB, en el cual se tomaron en cuenta las concentraciones de gases (Factor A) y las temperaturas de refrigeración (Factor B). Se realizaron verificaciones preliminares antes del análisis, las cuales abarcaron la aleatorización, la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene, con el fin de asegurar la normalidad y homogeneidad de varianza ($p \text{ value} > 0.05$) respectivamente.

Luego de comprobar los requisitos estadísticos, se efectuó el Análisis de Varianza ADEVA y la prueba Tukey en los tratamientos y factores de estudio que evidenciaron una varianza significativa ($p \text{ value} > 0.05$). Seguidamente, se indican los datos de las características físicoquímicas que se obtuvieron después de los 12 días de haber almacenado en AM.

3.2.1. pH

El análisis estadístico para la variable pH (Tabla 17), demostró que hay diferencias altamente significativas tanto para los factores A y B, como para la interacción AxB, lo cual



respalda la hipótesis alternativa de que el pH se ve influenciado por el chorizo con atmósferas modificadas almacenadas en refrigeración.

Tabla 17.

Análisis de Varianza de la Variable pH

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	10.00	5	2.00	12856.94	<0.0001
Concentración	0.12	2	0.06	388.00	<0.0001
Temperatura	1.25	1	1.25	8024.14	<0.0001
Concentración*Temperatura	8.63	2	4.32	27742.29	<0.0001
Error	1.9E-03	12	1.6E-04		

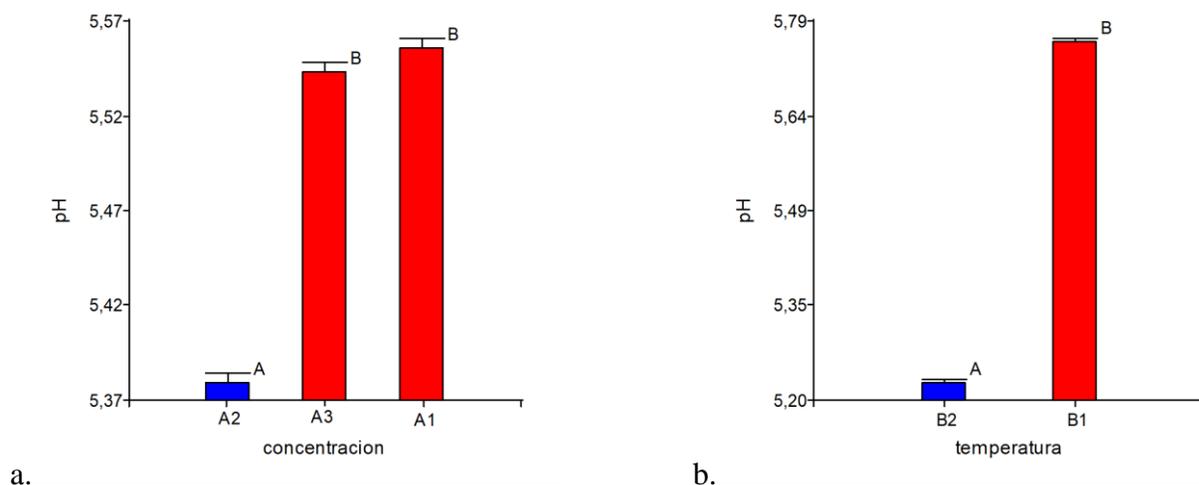
Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadrados medios, **F:** F tabular.

Debido a las diferencias significativas encontradas en los factores, se realizó la prueba DMS para el factor A ($\alpha=0.02$) como se presenta en la Figura 9-a. La figura mencionada anteriormente indica que A2 presenta diferencias significativas ($p\text{-value}<0.02$) con respecto al resto. Por otro lado, los niveles A1 ($N_2=100\%$) y A3 (Aire) se presentaron estadísticamente iguales.



Figura 9.

Prueba DMS para pH



En el caso de las concentraciones, el nivel A2 ($N_2=70\%$; $CO_2=30\%$) se presentó como la mejor concentración debido a que, el CO_2 tiene una acción inhibitoria sobre el crecimiento de microorganismos por su combinación con el agua, la cual, ayuda a la disminución del pH. De acuerdo con Bernier & Surette (2013) el efecto bacteriostático que produce va a depender de algunos factores como la concentración de CO_2 , la especie microbiana encontrada presente en el alimento, la carga bacteriana al inicio, temperatura y tiempo de conservación del producto. Esto concuerda con lo obtenido al utilizar las concentraciones A1 ($N_2=100\%$) y A3 (Aire) que presentan valores de pH mayores con respecto a A2 que puede ser debido a bajas concentraciones de CO_2 .

De igual manera, el factor temperatura presentó diferencias significativas ($p\text{-value}<0.02$), el chorizo almacenado a $12^\circ C$ (B2) experimentó una mayor disminución de pH en comparación con el chorizo almacenado a $6^\circ C$ (B1) como indica la Figura 9-b. Esto se debe a que un aumento de



temperatura produce mayor acidez, creando un ambiente desfavorable para los microorganismos patógenos y favorece a la conservación del chorizo.

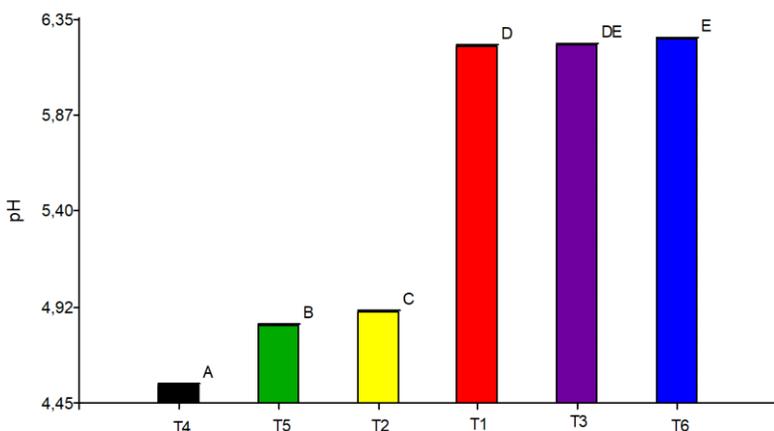
Sánchez et al. (2019) mencionan que el pH del chorizo tiende a disminuir a medida que aumenta la temperatura, pero las razones exactas detrás de este fenómeno no se comprenden bien y pueden depender de los ingredientes específicos y los métodos de producción utilizados. Una posible razón de la disminución del pH a temperaturas más altas es que las bacterias ácido lácticas (BAL) pueden crecer y metabolizarse. Esto puede a un aumento en la cantidad de ácidos orgánicos presentes y en la reducción en el nivel de pH.

Por otro lado, la concentración A2 y la temperatura B2 presentaron una disminución de pH estadísticamente significativa con respecto al resto, estos factores corresponden al tratamiento T4, esto concuerda con un estudio realizado por Kim et al., (2014) en el cual se encontró que el pH de las muestras envasadas en una atmósfera modificada 75% N₂+25% CO₂ durante el almacenamiento a 10 °C se encontraron diferencias significativas después de su almacenamiento; y al realizar la prueba Tukey se corroboró estadísticamente que este tratamiento conservó mejor las características de pH.



Figura 10.

Prueba Tukey para la Variable pH



Por lo tanto, se puede considerar que una concentración de 70% N₂ con 30% CO₂ en conjunto con una temperatura de refrigeración de 12°C son los ideales para el almacenamiento de chorizo ya que permiten la disminución del pH en el producto esto concuerda con lo reportado Juárez-Castelán et al. (2019) donde la variable pH después de su almacenamiento también disminuyó después de 10 días de almacenamiento, los autores mencionan que esto es beneficioso para el producto debido a que puede ayudar a inhibir los microorganismos que alteran al chorizo .

De igual manera, González Tenorio (2011) la disminución del pH puede inhibir la proliferación de microorganismos patógenos que podrían causar enfermedades y deterioro del producto final, prolongando la vida útil y mejorando su seguridad alimentaria. Asimismo, determinados procesos de transformación de alimentos contribuyen a mejorar las características de tipo sensorial del producto, incluyendo el sabor, el aroma y la textura.



En la presente investigación el tratamiento T4 presentó valores de pH igual a 4.53 ± 01 , datos similares se encontraron en la investigación realizada por (Cachaldora et al., 2013) el chorizo después de su almacenamiento en AM presento valores de 4.72 ± 02 . Sánchez et al. (2019) menciona que un pH de 5.2 o menos evita el crecimiento microbiano pues los microorganismos patógenos y alterantes no pueden crecer en ambientes ácidos. Por lo tanto, es un mecanismo efectivo de preservación de los alimentos, ya que previene la proliferación de microorganismos que pueden causar enfermedades y deterioro de los alimentos.

3.2.2. *Humedad*

El análisis estadístico para la variable humedad (Tabla 18), reveló que existen diferencias altamente significativas tanto para los factores A y B, como para la interacción AxB, esto confirma la hipótesis alternativa de que la variable de humedad del chorizo se ve afectada por las atmósferas modificadas (AM) almacenadas en refrigeración.

Tabla 18.

Análisis de Varianza de la Variable Humedad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	57.95	5	11.59	2290.06	<0.0001
Temperatura	36.33	2	18.16	3588.68	<0.0001
Concentración	7.35	1	7.35	1451.70	<0.0001
Concentración*Temperatura	14.28	2	7.14	1410.62	<0.0001
Error	0.06	12	0.01		
Total	58.01	17			

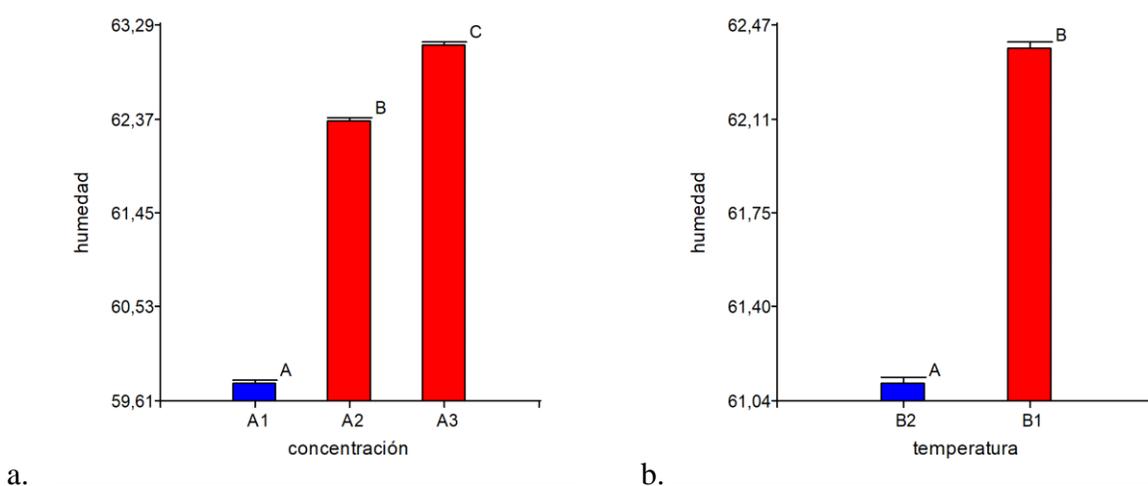
Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadrados medios, **F:** F tabular.



En la figura 11-a se presenta los resultados de la prueba DMS para el factor A, Este resultado muestra que hay variaciones significativas (valor $p < 0.02$); el nivel A1 presenta la humedad más baja con respecto al resto, de modo que la concentración de 100%N₂ redujo significativamente la humedad después de los 12 días de almacenamiento.

Figura 11.

Prueba DMS para Humedad



De acuerdo con González Tenorio et al. (2013) el porcentaje de humedad que debe tener un chorizo después de su almacenamiento para ser considerado de buena calidad debe estar entre 40% y 50%, de igual manera Cobos Velasco et al. (2014) mencionan que una alta humedad puede favorecer el aumento de moho en la superficie del chorizo, esto puede afectar la apariencia y su textura.

Así pues, al realizar la prueba DMS en el caso de las concentraciones (Figura 11-a) los tres niveles son estadísticamente diferentes, siendo el nivel A1 (N₂=100%) quién presenta valores más



cercanos a 50% seguido del nivel A2, sin embargo, la concentración testigo A3 (aire atmosférico) presentó el valor más alto de humedad.

De acuerdo con Pereda J. A. O. (2016) la disminución de la humedad en los chorizos en atmósferas modificadas de nitrógeno se debe a que, al eliminar el oxígeno de la atmósfera, se observa una reducción en la velocidad de oxidación de los lípidos que se encuentran en el chorizo, lo cual ayuda a mantener la calidad y la estabilidad del producto durante un período más prolongado. Esta reducción en la oxidación también puede contribuir a la disminución de la humedad. Además, los autores mencionan que cuando se envasa el chorizo en una atmósfera modificada de nitrógeno, puede producirse una pérdida de humedad debido a la vaporización del agua presente en el producto.

Las concentraciones A2 y A3 respectivamente al tener concentraciones de N_2 inferiores provoca que presente valores de humedad más altos, esto da a entender que concentraciones con altos niveles de nitrógeno permiten una reducción de la humedad, lo mencionado concuerda con el estudio realizado por Kim et al. (2014) a una atmósfera modificada 75% N_2 +25% CO_2 durante el almacenamiento a 10 °C el contenido de humedad de las muestras fue significativamente menor ($p<0,05$) a comparación con muestras envasadas al vacío, tal como mencionan Gorris & Peppelenbos (2020) a medida que el chorizo se encuentra en un entorno con una baja concentración de oxígeno y otros gases, el agua puede evaporarse más lentamente. Esto puede resultar en una disminución de la humedad dentro del envase.

En cuanto al factor temperatura, existen diferencias altamente significativas, el nivel B2 (12°C) presentó mayor disminución de humedad con respecto al nivel B1 (6°C). COFRICO (2022)

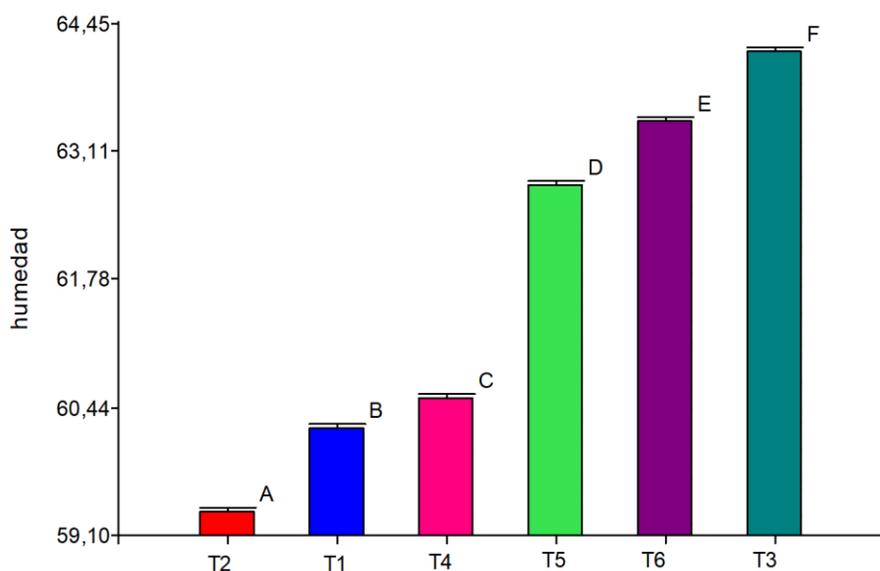


menciona que la disminución de humedad en el chorizo puede estar influenciada por la temperatura de refrigeración; si la temperatura es demasiado alta, el proceso de curación se acelera y puede haber una deshidratación excesiva del chorizo, lo cual resulta en una disminución de la humedad. A pesar de que B2 presentó mayor disminución con respecto a B1 sus valores de humedad se encuentran dentro de lo normal, ya que como menciona (Cobos Velasco et al., 2014) los chorizos se curan mejor con una temperatura entre 10-14°C, si las temperaturas son demasiado bajas (inferiores a 4°C) se puede producir en el producto una desecación excesiva del chorizo.

En general, cuando el chorizo es almacenando a temperaturas entre 6 y 12°C se reduce considerablemente el metabolismo de los microorganismos y se ralentiza la actividad enzimática, es decir, que puede alargar el tiempo de vida útil de la materia prima.

Figura 12.

Prueba Tukey para la Variable Humedad





Al ejecutar la prueba Tukey (Figura 12) se demostró que el tratamiento que presentó mayor disminución de humedad después del almacenamiento fue el T2. Al combinar una concentración de 100% N₂ y una temperatura de refrigeración de 12°C el suministro de nitrógeno mantiene bajo los niveles de oxígeno y humedad con esto se logra que el producto extienda su tiempo de vida útil sin perder su calidad nutritiva. Análogamente, (Gonzales-Fandos E et al., 2021) encontró mayor disminución en chorizos almacenados con N₂ al 100% a comparación con otras concentraciones (20% CO₂/80% N₂ y 40% CO₂/60% N₂).

Según Majcherczyk et al. (2022) es posible que una temperatura más alta en combinación con el envasado en AM provoque la pérdida de humedad en el chorizo debido a un incremento en la tasa de evaporación de la humedad. No obstante, es necesario realizar más estudios y evaluaciones para determinar cómo la temperatura y el envasado en atmósferas modificadas afectan la humedad del chorizo.

3.2.3. *Actividad de Agua (Aw)*

Los resultados del análisis estadístico de la variable Aw (Tabla 19) indicaron la existencia de diferencias significativas tanto para los factores como para la interacción AxB. Por lo tanto, se concluye que el chorizo almacenado en refrigeración con atmósferas modificadas tiene un efecto en la variable Aw, respaldando así la hipótesis alternativa.

Tabla 19.

Análisis de Varianza de la Variable Actividad de agua

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	5	1.4E-03	34.89	<0.0001



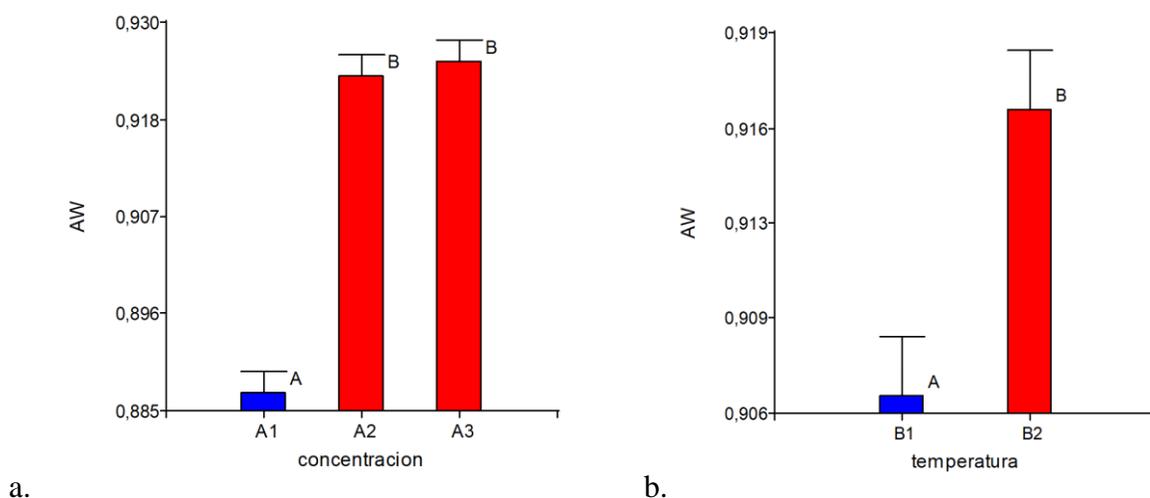
Temperatura	4.5E-04	1	4.5E-04	11.57	<0.0001
Concentración	0.01	2	2.8E-03	72.43	0.0053
Concentración*Temperatura	7.0E-04	2	3.5E-04	9.00	0.0041
Error	4.7E-04	12	3.9E-05		
Total	0.01	17			

Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadrados medios, **F:** F tabular.

Dado que se observaron diferencias significativas en los factores de investigación, se realizó la prueba DMS en el factor A ($\alpha=0.02$), como se puede apreciar en la Figura 13-a. Se puede observar que existen diferencias significativas ($p\text{-value}<0.02$) entre el nivel A1 (N_2) con respecto a los demás durante el almacenamiento en atmosferas modificadas.

Figura 13.

Prueba DMS para Aw



De acuerdo con Kim et al. (2014) la actividad del agua en combinación con otras variables, como el pH, la temperatura o el envasado en atmósfera modificada, limitará el crecimiento microbiano incluso con actividades del agua por debajo de 0.91. Es importante



mantener una humedad baja en el empaque de atmósfera modificada porque “resulta en una reducción de la transpiración de agua del producto, por tanto, reduce el marchitamiento, el arrugamiento y la pérdida de firmeza (FDA, 2014).

En la figura 13-a. se puede apreciar que tanto las concentraciones A2 y A3 se presentan estadísticamente iguales esto debido a que contienen presencia de O₂, (Valenzuela V. & Pérez M., 2016), mencionan que el uso de la combinación de nitrógeno y dióxido de carbono (N₂=70% y CO₂=30%) puede resultar en una actividad de agua mayor que el uso de 100% N₂. Esto sucede porque el nitrógeno es un gas inerte y no tiene reacción con los elementos presentes en el alimento.

De acuerdo con (Kangbeite, 2023) al reemplazar el aire en el envase con nitrógeno, disminuye la cantidad de oxígeno existente en el envase, esto puede disminuir la celeridad de las reacciones químicas y enzimáticas que pueden contribuir a la degradación del producto. Además, la reducción de la cantidad de oxígeno disponible en el envase puede disminuir el crecimiento microbiano, es decir, puede alargar la vida útil del producto.

De igual manera, se ha encontrado un estudio verificado por González-Fandos et al. (2021) que después del almacenamiento a una concentración de 100% N₂ la actividad del agua se mantuvo relativamente constante en valores en torno a 0.847, esto concuerda con los valores reportados en la presente investigación, donde los valores fueron relativamente similares (A_w=0.887).

En cuanto al factor temperatura (Figura 13-b.) existieron diferencias altamente significativas; se encontró menor actividad de agua en los chorizos a 6°C (B1), estos resultados concuerdan con los datos encontrados en la investigación llevada a cabo por González-Tenorio et al. (2013), donde la A_w a 4°C se mantiene sin apenas cambios (p>0.05) después de su

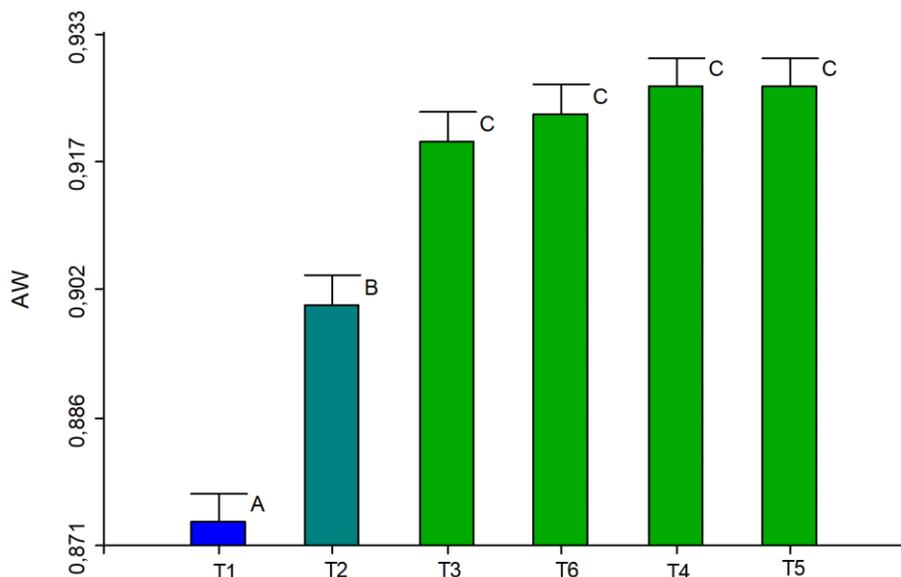


almacenamiento. A bajas temperaturas es posible detener el desarrollo de las bacterias patógenas, esto puede disminuir la actividad de agua del producto y prolongar su vida útil.

Además, se ha encontrado que el almacenamiento de chorizo a temperaturas altas (12°C) o incluso superiores a 4°C puede aumentar la actividad de agua del producto y acelerar deterioro. De acuerdo con Badui Dergal (2016) a temperaturas más altas, la actividad de agua tiende a aumentar, esto puede acelerar la degradación del chorizo, por el contrario, a temperaturas más bajas, la actividad de agua tiende a disminuir, esto puede ayudar a preservar la calidad y la vida útil del chorizo.

Figura 14.

Prueba Tukey de la Variable Aw



Al efectuar la prueba de Tukey se demostró que solo los tratamientos en los que se usó la concentración de N₂ al 100% son estadísticamente diferentes frente al resto, que se presentaron



estadísticamente iguales. Esto da entender que la combinación entre una atmosfera rica en N₂ (100%) con una temperatura de refrigeración de 6°C permite que exista menor Aw presente en el chorizo después de su almacenamiento frente al resto de tratamientos, sin embargo, en un estudio sobre chorizo riojano realizado por Tejada et al. (2021), se encontró que el almacenamiento en refrigeración bajo atmósfera modificada con una composición de nitrógeno y dióxido de carbono (N₂/CO₂) a 4°C durante 21 días resultó en una reducción de la actividad de agua del chorizo; esto puede ser explicado debido a la combinación temperatura-concentración, al utilizar 4°C el chorizo se vio mejor beneficiado al no aumentar la actividad de agua y ya que en el presente estudio se utilizó 6°C y 12°C, la combinación con las concentraciones N₂/CO₂ no presento los mejores resultados para la variable Aw, sino que fueron estadísticamente iguales con los tratamientos que utilizaron una concentración con aire ambiental.

Al tener un aumento en su Aw estos tratamientos (T3, T4, T5, T6) pudo promover el incremento de bacterias y otros microorganismos que pudieron estropear el producto (González Tenorio et al., 2013).

Tabla 20.

Resumen de los Tratamientos con AM después del Almacenamiento

Tratamiento	pH	Humedad	Actividad de agua
Materia prima	6.20 ± 0.02	64.29 ± 2.85	0.92 ± 0.01
T1	6.21 ± 0.01 ^d	60.22 ± 0.07 ^b	0.87 ± 0.01 ^a
T2	4.90 ± 0.01 ^c	59.34 ± 0.12 ^a	0.90 ± 0.01 ^b
T3	6.22 ± 0.02 ^{de}	64.17 ± 0.03 ^f	0.92 ± 0.00 ^c



T4	4.53 ± 0.01^a	60.53 ± 0.07^c	0.93 ± 0.01^c
Testigo 1 (T5)	4.83 ± 0.01^b	62.76 ± 0.05^d	0.93 ± 0.01^c
Testigo 2 (T6)	6.25 ± 0.02^e	63.43 ± 0.06^e	0.92 ± 0.01^c

Nota. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales. **a:** mayor conservación a **f:** menor conservación.

En la Tabla 20 se expone una síntesis de las propiedades fisicoquímicas de los tratamientos tras un periodo de almacenamiento de 12 días. El tratamiento T2 destaca como el más eficiente después del almacenamiento en términos de pH, humedad y actividad de agua. Por lo tanto, en la siguiente sección se consideró el análisis microbiológico y sensorial exclusivamente para este tratamiento.

3.3. Analizar los Efectos de las atmosferas modificadas sobre la Calidad Microbiológica y Sensorial del Mejor Tratamiento al Finalizar el Almacenamiento.

Se ejecutó un análisis microbiológico y sensorial al tratamiento con concentración de $N_2=100\%$ que fue almacenado con una temperatura de refrigeración de 12°C , seleccionado en el objetivo anterior como mejor tratamiento después de haber sido almacenado por 12 días.

Para verificar que el producto final después de la conservación en AM en refrigeración sea apto para el consumo de las personas, se realizó un análisis microbiológico al finalizar el proceso de almacenamiento de la materia prima consiguiendo los siguientes resultados: se confirma que no existe una fuente de contaminación de *E. coli*, por ende, no se registra esta bacteria en el producto final en el día 12. De igual manera se registra la ausencia de *Salmonella spp.* después de dicho periodo de tiempo.



Por otra parte, el análisis de tipo sensorial se realizó por una evaluación de aceptación hedónica, se aplicó a 30 consumidores los cuales registraron su percepción de los atributos de olor, color y textura en la ficha de análisis sensorial. Los resultados se analizaron mediante tablas de contingencia y las puntuaciones obtenidas para cada atributo se muestran en las figuras detalladas a continuación.

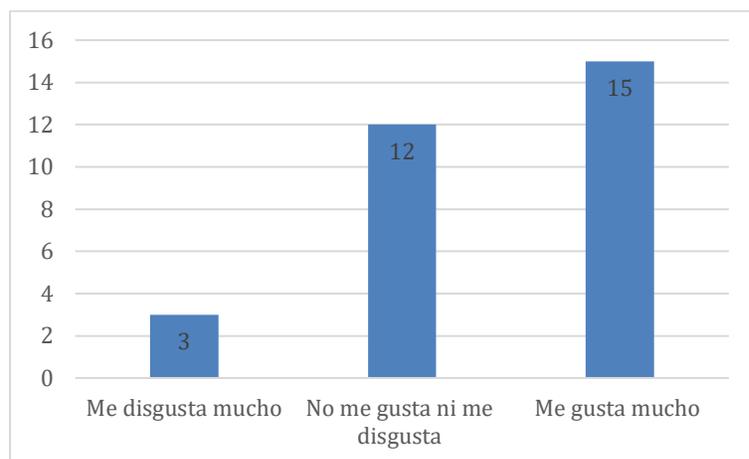
A partir de las dos semanas de almacenamiento, la calidad sensorial de los chorizos envasados puede obtener niveles de desagrado cuando existe contacto con el aire. Mediante el uso de atmósferas modificadas en el envasado, se consigue preservar la calidad sensorial a lo largo de todo el proceso de almacenamiento. (González Tenorio, 2011).

La Figura 15 de la investigación muestra detalladamente las puntuaciones otorgadas por el panel de degustación para el atributo de olor, en esta figura se indica que el 50% del panel de degustación aceptó el Tratamiento 2, lo cual indica que la mayoría de los degustadores han encontrado que el tratamiento es satisfactorio y cumple con sus expectativas. Como lo presentan Carmona-Escutia et al. (2023) y Cachaldora et al. (2013), la atmósfera modificada de nitrógeno afecta positivamente el olor del chorizo, ya que al reducir el contenido de oxígeno se impide la oxidación de las grasas y proteínas del producto, lo que puede contribuir a prevenir su deterioro.



Figura 15.

Olor

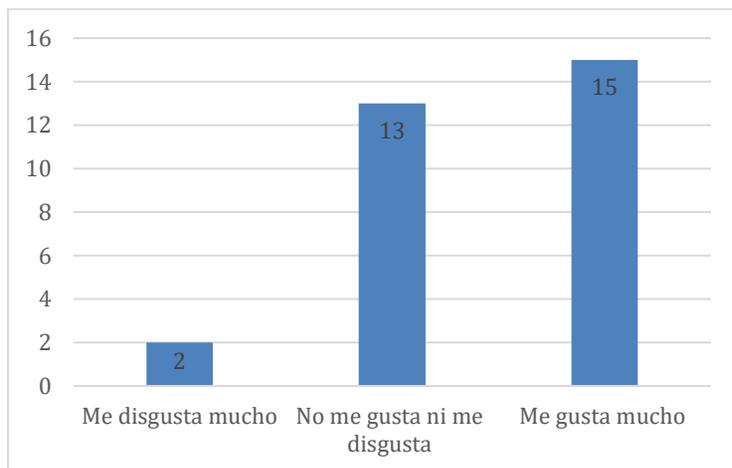


Por otro lado, la tonalidad del color es una de las propiedades más significativas que tienen un impacto en cómo se perciben los productos cárnicos, ya que afecta a su aceptación por parte del consumidor. El mantenimiento del color a lo largo del proceso de maduración y conservación de los embutidos es un factor crucial que influye en la calidad de estos (González Tenorio, 2011).

En la figura 16 se presentan las puntuaciones que el panel de degustación otorgó para el atributo de color, en donde se demuestra que los resultados son similares al atributo anterior, en el que un 50% del panel de degustación aprueba el color del producto. Cabe destacar que Uysal et al. (2022) mencionan que el uso de N_2 en los envases de AM puede influir en el color del chorizo, ya que comúnmente se utiliza el oxígeno para el envasado de la carne con el propósito de mantener su color atractivo de tono rojo. En conclusión, la utilización de N_2 en el envasado en AM puede contribuir a conservar el color del chorizo y a la vez inhibir el crecimiento de microorganismos (Parra et al., 2010).

Figura 16.

Color

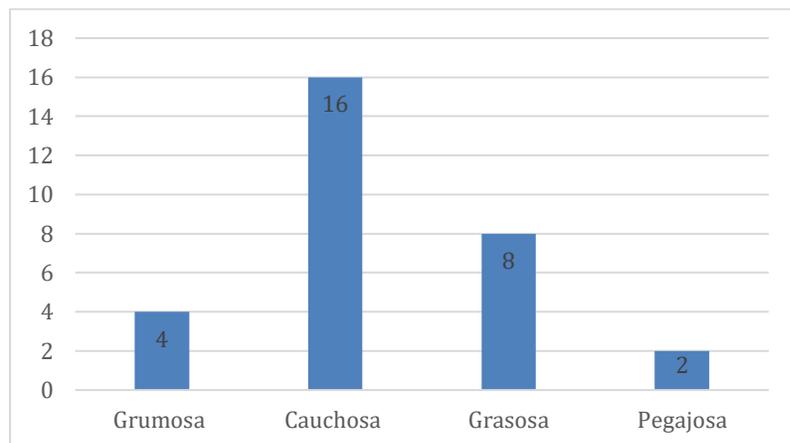


Además de evaluar el olor y el color, es necesario incluir una evaluación de textura para obtener información más detallada sobre la aceptabilidad de este tratamiento en la investigación. Según se indica en la Figura 17, el panel de degustadores seleccionó la mejor calidad para el atributo de textura, donde se reflejaron las preferencias del panel en cuanto a la consistencia óptima, observando que la mejor consistencia es la “cauchosa”, con un 53% de aprobación.



Figura 17.

Textura



Después de realizar el análisis sensorial del chorizo ahumado, se puede concluir que el T2 fue aceptado por el panel de degustadores. La evaluación sensorial incluyó la valoración de diferentes atributos como el olor, color y textura, en donde se obtuvo las mejores puntuaciones en términos de calidad organoléptica. Estos resultados indican que este tratamiento cuenta con las características sensoriales ideales para su comercialización y consumo, esto representa una buena opción para la industria cárnica.



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Después de realizar un análisis fisicoquímico inicial de la materia prima, se pudo observar que los valores de pH (6.20 ± 0.02), humedad (64.29 ± 2.85) y actividad del agua (0.92 ± 0.01) se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-8, los cuales son considerados adecuados para prevenir el crecimiento bacteriano. Además, se confirmaron los resultados que indican la presencia de *Escherichia coli* en el chorizo, pero los valores se mantienen por debajo de los límites permitidos por la norma mencionada, y no se encontró evidencia de contaminación por *Salmonella spp.*

Después de 12 días de almacenamiento, el tratamiento T2, que utiliza una concentración de N₂ del 100% y una temperatura de refrigeración de 12°C, demostró ser más efectivo, ya que el valor de las propiedades fisicoquímicas evaluadas (pH, humedad, Aw) permiten obtener un producto inocuo.

Una vez realizado el análisis sensorial del producto final después de 12 días de almacenamiento se encontró que el tratamiento 2 (100%N₂ / 12°C) fue aceptado por el panel degustador ya que sus características organolépticas fueron calificadas con los puntajes más altos de las pruebas evaluadas. En referencia a la propiedad microbiológica el producto no presento ningún tipo de patógenos.



Con lo anterior, la aceptación de la hipótesis alternativa implica que el tratamiento de almacenamiento de AM en refrigeración tiene un impacto en la preservación de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la materia prima.

4.2. Recomendaciones

Efectuar un estudio de la cinética del comportamiento de los gases presentes en el envase del chorizo, para conocer la concentración ideal para su almacenamiento.

Evaluar la humedad relativa como una variable de estudio fuera del envase de la materia prima, para evaluar el efecto que tiene frente a la humedad dentro del envase almacenado en AM.

Realizar análisis de recuento total de bacterias ácido-lácticas, así como análisis específicos de los géneros y especies presentes. Esto permitirá obtener resultados precisos sobre la presencia y la concentración de bacterias ácido-lácticas en el chorizo ahumado y su posible influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto.

Realizar un análisis económico de las tecnologías de conservación aplicadas en la presente investigación para el almacenamiento de chorizo, para conocer si es factible su aplicación en el uso comercial.



CAPÍTULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC 925.10. (s/f). *Determinación de humedad en alimentos. Método de estufa universal y/o estufa de vacío.*
- AOAC 991.14. (s/f). *Instructivo Técnico de Análisis/Ensayo para Recuentos de Coliformes y E. Coli mediante Técnica Petrifilm.*
- Aste, N., del Pero, C., & Leonforte, F. (2017). Active refrigeration technologies for food preservation in humanitarian context – A review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 22, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2017.02.014>
- Badui Dergal, S. (2016). *Química de los alimentos*. www.pearsoneducacion.net
- Barcenilla Canduela, C. (2019). *ESTRATEGIAS INNOVADORAS DE BIOCONSERVACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.*
- Bernier, S. P., & Surette, M. G. (2013). Concentration-dependent activity of antibiotics in natural environments. En *Frontiers in Microbiology* (Vol. 4, Número FEB). Frontiers Research Foundation. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00020>
- Cabrera, M. E. (2023). *Elaboración de curados y salazones cárnicos: carnicería y elaboración de productos cárnicos.*
- Cachaldora, A., García, G., Lorenzo, J. M., & García-Fontán, M. C. (2013). Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics and the shelf-life of “morcilla”, a typical cooked blood sausage. *Meat Science*, 93(2), 220–225. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.028>
- Cárdenas, N., Cevallos, C., Romero, E., Salazar, J., Gallegos, P., & Cáceres, M. (2018). *Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. Use of affective, discriminatory and descriptive sensory evaluation tests in the gastronomic field.*
- Cardona, F. (2015). *Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones.*
- Cardona Serrate, F. (2019). *Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones.* <https://riunet.upv.es/handle/10251/121948>
- Carmona-Escutia, R. P., Ponce-Alquicira, E., García-Parra, M. D., Villanueva-Rodríguez, S. J., & Escalona-Buendía, H. B. (2023). Changes in the Sensory Odor Profile during



- Chorizo Maturation and Their Relationship with Volatile Compound Patterns by Partial Least Square Regression (PLS). *Foods*, 12(5).
<https://doi.org/10.3390/FOODS12050932/S1>
- Cazar Villacís. (2016). *Análisis físicoquímico para la determinación de la calidad de las frutas*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Chávez, M., Vásquez, M., Corral, P., & Maldonado, P. (2015). Influencia de la adición de humo líquido en la estabilidad y aceptabilidad de chorizo ahumado Influence of adding liquid smoke on stability and acceptability of smoked sausage. *Agro Sur*, 43(1), 51–59.
<https://doi.org/10.4206/agrosur.2015.v43n1-07>
- CIAP. (2017). *Guía nutricional acerca de las propiedades del chorizo*.
- Cobos Velasco, J. E., Soto Simental, S., Alfaro Rodríguez, R. H., Aguirre Álvarez, G., Rodríguez Pastrana, B. R., & González Tenorio, R. (2014). *Evaluación de parámetros de calidad de chorizos elaborados con carne de conejo, cordero y cerdo, adicionados con fibra de trigo* (Vol. 8, Número 1).
- COFRICO. (2022). *La Refrigeración de la Carne, el frío en la industria carnica*.
<https://www.cofrico.com/procesos-industriales/la-refrigeracion-de-la-carne/>
- Cordero, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria*.
- Cubillo Karol, Rivera Andrea, & Rodríguez Milena. (2016). *Caracterización de un embutido, mediante análisis sensorial y estimación de la vida útil del producto con base en análisis microbiológicos y pH*.
- FAO-PRODAR. (2014). *Procesados de carnes Fichas técnicas*. <http://www.fao.org/3/a-au165s.pdf>
- FDA. (2014). *Water Activity (aw) in Foods*. <https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>
- García, E., Gago, L., & Fernández, J. L. (2016). *Tecnologías de Envasado en Atmósfera Protectora*. www.madrimasd.org
- Gonzales-Fandos E, Vazquez de Castro M, Martinez-Laorden A, & Perez-Arnedo I. (2021). *Behavior of Listeria monocytogenes and Other Microorganisms in Sliced Riojano*



- Chorizo (Spanish Dry-Cured Sausage) during Storage under Modified Atmospheres.*
<https://doi.org/10.3390/microorganismos9071384>
- González Tenorio, R. (2011). *Evaluación de diversas características responsables de la calidad de los chorizos elaborados en México.*
- Gonzalez-Fandos, E., de Castro, M. V., Martinez-Laorden, A., & Perez-Arnedo, I. (2021). Behavior of listeria monocytogenes and other microorganisms in sliced riojano chorizo (Spanish dry-cured sausage) during storage under modified atmospheres. *Microorganisms*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071384>
- González-Tenorio, R., Totosaus, A., Caro, I., & Mateo, J. (2013). Caracterización de propiedades químicas y fisicoquímicas de chorizos comercializados en la zona centro de México. *Información Tecnológica*, 24(2), 3–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200002>
- Gorris, L. G. M., & Peppelenbos, H. W. (2020). Modified-Atmosphere Packaging of Produce*. *Handbook of Food Preservation*, 349–362.
<https://doi.org/10.1201/9780429091483-26>
- INCAP. (2020). *Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos.*
- ISO 13302. (2017). *Métodos para la evaluación de las modificaciones producidas en las sensaciones olfato-gustativas de los productos alimenticios debidas al envase.*
- ISO:18787. (2017). *Productos alimenticios. Determinación de la actividad del agua.*
- Kangbeite. (2023). *Envasado en atmósfera modificada de productos cárnicos procesados y curados cocidos / EMBALAJE KANGBEITE.* <https://es.kbtfoodpack.com/knowledge-base/modified-atmosphere-packaging-food-products/modified-atmosphere-packaging-of-cooked-cured-and-processed-meat-products/>
- Kim, I. S., Jin, S. K., Yang, M. R., Ahn, D. U., Park, J. H., & Kang, S. N. (2014a). Effect of packaging method and storage time on physicochemical characteristics of dry-cured pork neck products at 10°C. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(11), 1623–1629. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13728>
- Kim, I. S., Jin, S. K., Yang, M. R., Ahn, D. U., Park, J. H., & Kang, S. N. (2014b). Effect of packaging method and storage time on physicochemical characteristics of dry-cured



- pork neck products at 10°C. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(11), 1623–1629. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13728>
- Majcherczyk, J., Maciejaszek, I., & Surówka, K. (2022). Chemical Safety and Quality Attributes of Dried Sausage Snacks Stored in Modified Atmosphere. *International Journal of Food Science*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/6173613>
- Martín Juárez, B., Aymerich Calvet, M. Teresa., Hugas, M. (Marta), & Universitat de Girona. Departament d'Enginyeria Química, A. i T. A. (2005). *Estudio de las comunidades microbianas de embutidos fermentados ligeramente acidificados mediante técnicas moleculares estandarización, seguridad y mejora tecnológica*. Universitat de Girona.
- Martín, M. J., García-Parra, J., Trejo, A., Gómez-Quintana, A., Miguel-Pintado, C., Riscado, A., Paulo, L., & Ramírez Bernabé, R. (2021). Comparative effect of high hydrostatic pressure treatment on Spanish and Portuguese traditional chorizos and evolution at different storage temperatures. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15082>
- Méndez, M. (2015). *“Producción y consumo de embutidos en el Ecuador y su impacto en la economía ecuatoriana*.
- NTE INEN 1 344. (s/f). *Carne y productos cárnicos. Chorizo. Requisitos*.
- NTE INEN 1338:2012. (2012). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos*.
- NTE INEN 1529-15:2013. (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección*.
- Olarte, Z., & Ramírez, E. (2021). *Determinación de la vida útil del chorizo parrillero del laboratorio al taller de alimentos*.
- Parra, V., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, F., Gutierrez, J. I., & Andrés, A. I. (2010). Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham. *Meat Science*, 84(4), 760–768. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2009.11.013>
- Partida, S. (2018). *Manipulación y conservación de la Carne*.



- Pereda J. A. O. (2016). Envasado De Alimentos De Origen Animal En Atmosferas Modificadas. *Dialnet*.
- Posadas, A. (2009). *Comportamiento Mecánico de los Materiales*.
- Ramírez Navas, J. S. (2014). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor Lácteos concentrados azucarados: de la tradición a la ciencia View project Helados (Ice Cream) View project*. <http://revistareciteia.es.tl/>
- Ramírez Sebastián. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. <http://revistareciteia.es.tl/>
- Ramírez-Muñoz, D., Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., Pintado, T., De Las Rivas, B., Muñoz, R., Pérez-Baltar, A., Cueto-Wong, M. C., & Balagurusamy, N. (2015). *Caracterización del chorizo verde mexicano durante el procesado y conservación a distintas temperaturas: Aminas biógenas* (Vol. 23, Número 36).
- Requena, J. (2015). *Técnicas de higiene, manipulación y conservación de alimentos*. (Editorial ICB).
- Reséndiz Cruz, Ramírez Bribiesca, & Guerrero Legarreta. (2013). *Empaque para la conservación de carne y productos cárnicos*.
- Rodríguez Saucedo, R., Rojo Martínez, G., Martínez Ruiz, R., Piña Ruiz, H., Ramírez Valverde, B., Vaquera Huerta, H., & Cong Hermida, M. (2014). *Envases inteligentes para la conservación de alimentos*. 10, 151–173.
- Salvatierra, I. M. (2019). *MANUAL CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS*.
- Sánchez, A. L. B., García, O. D., Domínguez-López, A., Cotero, D. A., & Quintero-Salazar, B. (2019a). Hygienic quality of the traditional red chorizo commercialized in the city of Toluca, State of Mexico. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(1), 172–185. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4344>
- Sánchez, A. L. B., García, O. D., Domínguez-López, A., Cotero, D. A., & Quintero-Salazar, B. (2019b). Hygienic quality of the traditional red chorizo commercialized in the city of Toluca, State of Mexico. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(1), 172–185. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4344>



- Segurondo, R., Lina, O., & Céspedes, L. (2020). *Vigilancia de nitritos y nitratos presentes en salchichas expandidas en los mercados: Rodríguez y Villa Fátima de la ciudad de La Paz.*
- Severiano Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *INTER DISCIPLINA*, 7(19), 47. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Tejada, L., Buendía-Moreno, L., Álvarez, E., Palma, A., Salazar, E., Muñoz, B., & Abellán, A. (2021). Development of an Iberian Chorizo Salted With a Combination of Mineral Salts (Seawater Substitute) and Better Nutritional Profile. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.642726>
- Tirado, D., Acevedo, D., & Montero, P. (2015). *Calidad microbiológica, fisicoquímica, determinación de nitritos y textura de chorizos comercializados en Cartagena (Colombia)* (Vol. 18, Número 1). Enero-Junio.
- Toricella, R., Zamora, E., & Pulido, H. (2020). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la Industria Alimentaria.*
- Uysal, C., Enişte, İ., Çifçi, M., Şimşek, A., & Kılıç, B. (2022). Effects of different packaging methods and storage temperatures on physicochemical, microbiological, textural and sensorial properties of emulsion-type sausage chips. *Journal of Stored Products Research*, 98. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.102002>
- Valenzuela V., C., & Pérez M., P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. En *Revista Chilena de Nutricion* (Vol. 43, Número 2, pp. 188–195). Sociedad Chilena de Nutricion Bromatología y Toxilogica. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Acreditada Resolución N.º. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

ANEXOS



CAPITULO VI

ANEXOS

Anexo 1.

Especificaciones del Empaque



PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR					
DIVISION POLIETILENO					
CERTIFICADO DE CALIDAD DEL PRODUCTO					
CLIENTE	ECOPACIFIC	FECHA	2 de enero de 2018		
CANTIDAD	60.000	CODIGO	4394.07		
FUNDAS POR BULTO	4.000	TIPO DE FUNDA			
FUNDAS POR PAQUETE	15	TRADICIONAL TRANSPARENTE			
NÚMERO DE LOTE	21217	EMPAQUE PRODUCTO TERMINADO REFERENCIA SAMBO PICADO			
USO					
MATERIAL		POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD			
		ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS			
		PARAMETRO	MEDIDA	TOLERANCIA	REVISADO
		ANCHO	7,00 "	±5 %	✓
		LARGO	10,00 "	±5 %	✓
		ESPESOR	3,50 mils	±10 %	✓
		FUELLE LATERAL	--	--	✓
		FUELLE FONDO	--	--	✓
		LENGÜETA	--	--	✓
COLORES DE IMPRESIÓN					
ANVERSO		REVERSO			
COLOR	REVISADO	COLOR	REVISADO		
1 NEGRO	✓	1 BLANCO	✓		
2 BLANCO	✓	2 NEGRO	✓		
3 NARANJA 130C	✓	3 VERDE 349C	✓		
4 NARANJA151C	✓	4			
5 VERDE 349C	✓	5			
6		6			
PROPIEDADES DEL PRODUCTO					
ESPECIFICACION		REVISADO			
RESISTENCIA LONGITUDINAL		✓			
RESISTENCIA TRANSVERSAL		✓			
CARGA DE RUPTURA		✓			
BLOQUEO DE MATERIAL		✓			
TRATADO SUPERFICIAL DE MATERIAL		✓			
ADHERENCIA DE LA TINTA		✓			
RESISTENCIA DE SELLOS		✓			
<p>Los materiales usados en la fabricación de este empaque, se encuentran dentro de la lista positiva y cumplen con las regulaciones FDA "Food and drugs administration" aptos para estar en contacto con alimentos según: FDA:21CFR parte177 §1520 FDA: 21 CFR 177.1520(c) 3.2(a) FDA: 21CFR parte175 §105 y § 320; parte 176 §125,180,200, 210 y 176(c) y que son utilizados para la elaboración de empaques para alimentos de consumo humano.</p>					
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO					
<p>Los paquetes deben almacenarse en bodegas o depósitos cerrados con techo en buen estado, ventilados, evitando condiciones adversas de humedad, exposición al sol o a la lluvia y excesivo calor. Deben estar aislados de materiales aromáticos, químicos y vapores. Evitar contaminación por plagas y polvo. Un periodo largo de almacenamiento puede causar alteraciones en las características y especificaciones técnicas del material.</p>					
<p>El lote al que se hace referencia en el presente certificado cumple con las especificaciones de calidad establecidas, por lo que se LIBERA para su uso comercial como empaque de alimentos.</p>					

INSPECCIONADO POR
Control de Calidad



PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR

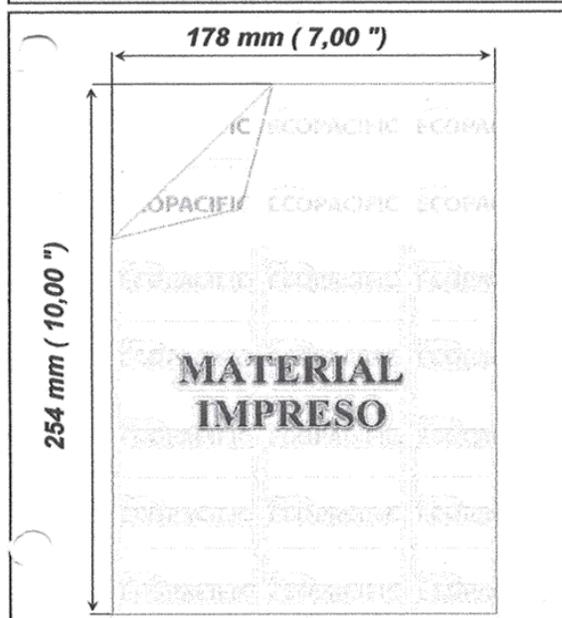
DIVISION POLIETILENO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CLIENTE	ECOPACIFIC EMPRESA COMERCIAL DEL PACIFICO S.A
REFERENCIA	SAMBO PICADO

FUNDAS POR PAQUETE	100	TIPO DE EMPAQUE
FUNDAS POR BULTO	4.000	TRADICIONAL TRANSPARENTE
CODIGO	4394.07	

MATERIAL	POLIETILENO EXTRUIDO DE BAJA DENSIDAD
-----------------	--



ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS		
PARAMETRO	MEDIDAS	TOLERANCIA
ANCHO	178 mm (7,00 ")	± 5%
LARGO	254 mm (10,00 ")	± 5%
ESPESOR	88,9 μ (3,50 mils)	± 10%

COLORES DE IMPRESIÓN	
COLORES ANVERSO	COLORES REVERSO
NEGRO	BLANCO
BLANCO	NEGRO
NARANJA 130C	VERDE 349C
NARANJA 151C	
VERDE 349C	

EMPAQUES IMPRESOS utilizamos SISTEMA DE CONTROL DE COLOR X-RITE que garantiza la uniformidad del color y la fidelidad con los colores aprobados por nuestros clientes en cada uno de los lotes de producción fabricados.

PROPIEDADES DEL PRODUCTO		
ESPECIFICACIONES	VALORES	NORMAS
RESISTENCIA AL DESGARRE MD (gf.)	600	ASTM D-1922 (1)
RESISTENCIA AL DESGARRE YD (gf.)	1.200	ASTM D-1923
RESISTENCIA AL IMPACTO (g)	>600	ASTM D-1709
ESFUERZO DE RUPTURA MD/TD (MPa).	24/26	ASTM D-882
DEFORMACIÓN POR RUPTURA MD/TD (%).	100/150	ASTM D-883
SELLABILIDAD (° C)	100 ~ 105	PPE -1011

Para valoraciones en nuestros laboratorios aplica Norma ASTM

REGULACIONES PARA EL CONTACTO CON ALIMENTOS.

Los materiales usados en la fabricación de esta lámina, se encuentran dentro de la lista positiva y cumplen con las regulaciones FDA "Food and drugs administration" aptos para estar en contacto con alimentos según: FDA:21CFR parte177 §1520 FDA: 21 CFR 177.1520(c) 3.2(a) FDA: 21CFR parte175 §105 y § 320; parte 176 §125,180,200, 210 y 176(c) y que son utilizados para la elaboración de empaques para alimentos de consumo humano. No se permite el uso de material reciclado para este tipo de empaques.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL

Los paquetes deben almacenarse en bodegas o locales cerrados con techo en buen estado, ventilados, evitando condiciones adversas de humedad, exposición al sol o a la lluvia y excesivo calor. Deben estar aislados de materiales aromáticos, químicos y vapores. Evitar contaminación por plagas y polvo. Un período largo de almacenamiento puede causar alteraciones en las características y especificaciones técnicas del material. Teniendo en cuenta el manejo y las condiciones de almacenamiento, el material puede conservar sus propiedades hasta 6 meses, sin embargo recomendamos utilizar dentro de los primeros 4 meses desde su fabricación.



Anexo 2.

Descripción de los Métodos Sensoriales

Según las normas UNE-ISO 13302 (2008) los procedimientos a seguir para realizar la evaluación sensorial son los siguientes:

Método para realizar el análisis visual: Color

Visualizar el color de los fragmentos de grasa, estos no deben aparecer teñidos por el pimentón (sobre los trozos de grasa para mayor claridad de evaluación).

Método para realizar el análisis del olor en una pieza cortada

Se evalúa la intensidad de olor a ajo, pimentón, curado y ahumado (chorizo que se ha secado/madurado en ambiente de humo).

Método para realizar el Análisis de textura táctil

Se evalúa para definir la cohesividad o grado de deformación del producto antes de romperse con los dedos.



Anexo 3.

Prueba de Aceptabilidad (Hedónica) para Olor

Fecha:

Producto: Chorizo envasado en atmósferas modificadas

Instrucciones: Frente a Ud. se presenta una muestra de chorizo que fue envasado en atmósferas modificadas, observe y siga las siguientes instrucciones.

Olor: Tomar la muestra y elevarla hasta cerca de su nariz, identificar la intensidad de olor a ajo, pimentón, curado y ahumado.

Indique si le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo con el puntaje, escriba el numero correspondiente en la línea de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	No me gusta ni me disgusta
3	Me gusta mucho

Calificación para el atributo
OLOR

Muchas gracias por su participación



Anexo 4.

Prueba de Aceptabilidad (Hedónica) para Color

Fecha:

Producto: Chorizo envasado en atmósferas modificadas

Instrucciones: Frente a Ud. se presentan una muestra de chorizo que fue envasado en atmósferas modificadas, observe y siga las siguientes instrucciones.

Color: Visualizar la muestra, verificar que el color de los fragmentos de grasa no tenga coloraciones por el pimentón.

Indique si le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo con el puntaje, escriba el numero correspondiente en la línea de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	No me gusta ni me disgusta
3	Me gusta mucho

Calificación para el atributo
COLOR

Muchas gracias por su participación



Anexo 5.

Prueba Descriptiva para Textura

Fecha:

Producto: Chorizo envasado en atmósferas modificadas

Instrucciones: Frente a Ud. se presentan muestras de chorizo envasado en atmosferas modificadas, observe y siga las siguientes instrucciones.

Textura: Tomar la muestra en sus manos, palpar y apretar para analizar el grado de deformación del producto antes de romperse.

Marque con una X en la línea de la muestra, la textura que ha percibido.

()	Grumosa
()	Cauchosa
()	Grasosa
()	Pegajosa

Muchas gracias por su participación



Anexo 6.

Descripción de los Métodos Fisicoquímicos

Determinación de humedad

Según AOAC 925.10 (2009) este método se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra por calentamiento hasta obtener peso constante.

La ecuación para el cálculo es:

$$\%Humedad = \frac{Ma - Mb}{Ma - M} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

M = masa en gramos del crisol

Ma = masa en gramos del crisol y la muestra

Mb = masa en gramos del crisol y la muestra seca

Determinación de Actividad de agua (Aw)

El método por utilizarse será el Aw Meter con medida del punto de rocío, ISO:18787 (2017) menciona que se coloca una muestra en la cámara de medida hermética, esta contiene un espejo cuya temperatura puede variar. El espejo baja la temperatura hasta que aparece condensación en su superficie. Esto hace que el aire se enfríe hasta llegar al punto de saturación sin alterar el contenido de agua. En el momento en que llega al punto de equilibrio, la humedad relativa de la cámara la actividad del agua de la muestra es igual. Por otro lado, es necesario tener el dato de la temperatura a la que se produce la condensación de vapor de agua.



Anexo 7.

Descripción de los Métodos Microbiológicos

Determinación de *Escherichia coli*

Según las normas AOAC 991.14 el procedimiento a realizar para la determinación de *E. coli* es el siguiente:

1. Colocar la placa Petrifilm para Recuento de *E. coli* y Coliformes, en una superficie plana.
2. Levantar el film superior y colocar 1 ml de la muestra o su dilución en el centro del film inferior.
3. Bajar con cuidado el film superior sobre la muestra evitando que se formen burbujas de aire.
4. Colocar el aplicador con la cara lisa hacia abajo en el centro de la placa.
5. Presionar ligeramente el centro del aplicador para distribuir la muestra uniformemente. Distribuir el inóculo por toda el área de crecimiento del Petrifilm antes de que se forme el gel. No deslizar el aplicador por el film.
6. Sacar el aplicador y dejar la placa en reposo durante al menos un minuto para que el gel se solidifique.
7. Por cada dilución existente siembre en una o dos placas.
8. Incubar las placas en posición horizontal, cara arriba, en pilas de hasta 20 placas.
9. Incubar las placas Petrifilm y coliformes para lectura de *E. coli* durante $48 \text{ h} \pm 4 \text{ ha } 35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ (AOAC. 991. 14) y $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h a } 35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ (AOAC 998.08).

Determinación de *Salmonella spp*

Según las normas NTE INEN 1529-15 (2013) en este método se toman en cuenta las siguientes fases:

Diluyentes. Los líquidos de dilución empleados para el objeto de esta norma son:

Agua peptona tamponada. Para colorantes alimentarios de $\text{pH} > 6$; productos del mar: crustáceos (camarones cangrejos, etc.), moluscos (bivalvos caracoles), pescados; carnes y productos cárnicos;



huevos pasteurizados, líquido o en polvo, productos con huevo; gelatinas y postres de gelatina; frutas y vegetales desecados: productos de panadería; pastas alimenticias quesos.

Pre-enriquecimiento. Preparar el homogeneizado con 25g de muestra y 225 cm³ de diluyente, y si es necesario, ajustar el pH a $6,8 \pm 0,2$ con una solución estéril de hidróxido de sodio 1N, o de ácido clorhídrico 1N, o de fosfato tripotásico al 8% (K, PO 7H₂O).

Procedimiento general.

1. Asépticamente, pesar 25g de la muestra en un fresco de boca ancha con tapa de rosca (500cm³) adicionar 225 cm³ de diluyente, homogeneizar a alta velocidad durante 2 minutos. Si la muestra es pequeña, hacer la dilución proporcionalmente y proceder según el método (informar el resultado en base a la cantidad de muestra realmente analizada).
2. Tapar el frasco y dejar a temperatura ambiente por 60 minutos.
3. Mezclar bien y ajustar el pH. Si la muestra es rica en grasa, después de ajustar el pH, adicionar hasta el 2,2 cm de Tergitol Aniónico-7 o, dos a tres gotas DE Triton X-100, esterilizados a vapor por 15 minutos. Utilizar estos surfactantes en la cantidad mínima necesaria para iniciar la formación de espuma.
4. Con la tapa aflojada de vuelta, incubar a 37°C durante no menos 16 horas y no más de 20 horas.
5. Incubar el caldo selenito cistina a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas y el caldo tetratioatoentre 42 y 43°C durante 48 horas.



Anexo 8.

Glosario de Términos

GLOSARIO

ADEVA. Análisis de varianza.

AM. Atmosferas modificadas.

AOAC. Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica.

Aw. Actividad de agua.

BAL. Bacterias acido lácticas.

CIAP. Centro de información de actividades porcinas.

DCA. Diseño completamente al azar.

DMS. Diferencia mínima significativa.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FICAYA. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

INEN. Instituto ecuatoriano de normalización.

INCAP. Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá.

INAMHI. Instituto nacional de meteorología e hidrología.

PBD. Polietileno de baja densidad.

UTN. Universidad Técnica del Norte.