

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Química

Sustitución de las sales de cura por extractos vegetales para la elaboración de salami.

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de
Ingeniero Químico


Autores:

Byron Renato Solórzano Salcedo

Rubén Darío Velín Rivadeneira

Director:

Servio Rodrigo Astudillo Segovia

ORCID: 0009-0001-5314-576X

Cuenca, Ecuador

2024-01-08

Resumen

Durante mucho tiempo la conservación de alimentos, ha sido un tema que se ha venido estudiando por décadas, siendo principalmente necesaria la preservación de la carne en la elaboración de embutidos, donde en un inicio se empleó sal dentro del proceso de curado. Por su parte, los embutidos, al ser alimentos procesados, contienen aditivos y conservantes, donde al ser ingeridos dentro del organismo humano, pueden reaccionar en el ambiente ácido del estómago y formar nitrosaminas. Por tanto, la investigación realizada tiene la finalidad de presentar una alternativa natural a las sales de cura, incorporando el extracto vegetal de acelga (*Beta vulgaris var cicla*) en la producción de un embutido curado tipo salami. Para lo cual, se propuso 5 tratamientos con diferentes porcentajes de mezcla de nitrato y nitrito de sodio (0% 25% 50% 75% 100%) para el control de parámetros físico-químicos dentro de una cámara de maduración artesanal. Mediante evaluación hedónica y prueba estadística H de Kruskal Wallis, se determinó el mejor lote, con el producto que presente los mejores resultados. Los experimentos, demostraron que no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos formulados, siendo el mejor, el lote formulado con 50% de nitrato vegetal y nitrito respectivamente (a2/b50), quien a su vez demostró características bromatológicas y microbiológicas acorde a la normativa INEN-1338 2012. Finalmente, la sustitución parcial del nitrito de sodio por nitrato natural, garantiza un producto inocuo y agradable al consumidor, de tal manera que el empleo de verduras como fuente de nitrato, pretende una alternativa viable para la elaboración de embutidos.

Palabras clave: embutidos, nitrato, nitrito de sodio, sustitución, extracto vegetal de acelga



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

For a long time, food preservation has been a subject that has been studied for decades, with the preservation of meat being mainly necessary in the preparation of sausages, where salt was initially used in the curing process. Sausages, being processed foods, contain additives and preservatives, which, when ingested in the human organism, can react in the acidic environment of the stomach and form nitrosamines. Therefore, the purpose of this research is to present a natural alternative to curing salts, incorporating the vegetable extract of chard (*Beta vulgaris var cicla*) in the production of a cured salami-type sausage. For this purpose, 5 treatments with different percentages of nitrate and sodium nitrite mixture (0% 25% 50% 75% 100%) were proposed for the control of physicochemical parameters inside an artisanal maturation chamber. By means of hedonic evaluation and the Kruskal Wallis H statistical test, the best lot was determined, with the product presenting the best results. The experiments showed that there were no significant differences between the different formulated treatments, the best being the batch formulated with 50% vegetable nitrate and nitrite respectively (a2/b50), which in turn demonstrated bromatological and microbiological characteristics in accordance with INEN-1338 2012 standards. Finally, the partial substitution of sodium nitrite for natural nitrate guarantees a product that is safe and pleasant for the consumer, so that the use of vegetables as a source of nitrate can be used as a source of nitrite.

Keywords: sausages, nitrate, sodium nitrite, substitution, chard vegetable extract



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de Contenido

DEDICATORIA	12
AGRADECIMIENTOS.....	13
DEDICATORIA	14
AGRADECIMIENTOS.....	15
Introducción.....	17
Antecedentes	17
Planteamiento del Problema	17
Justificación.....	18
Objetivos	19
Objetivo General:	19
Objetivo Específicos:	19
Estado Del Arte y Marco Teórico.....	21
Curado.....	21
Química del Curado.....	21
Reacciones de las Sales de Cura	21
Fuentes de Nitrato Vegetales	22
Legislación vigente: Uso y Control de Nitratos/Nitritos	23
Acelga	23
Taxonomía de la Acelga	23
Niveles de Nitrato en Acelga	24
Productos Cárnicos.....	25
Productos Cárnicos Crudos.....	25
Productos Cárnicos Curados-Madurados	26
Salami	26
Primera Fase De Maduración o Estufaje	29
Segunda Fase de Maduración o Secado.....	31

Análisis Sensoriales.....	31
Pruebas Cuantitativas de Consumo.....	32
Escalas de Intervalo.....	32
Pruebas de Preferencia	33
Pruebas No Paramétricas.....	34
Prueba de Kruskal Wallis.....	34
Vida Útil de Productos Cárnicos Madurados	36
Defectos de los Embutidos Madurados.....	36
Análisis Fisicoquímicos.....	37
pH y Acidez.....	37
Temperatura.....	38
Humedad Relativa	38
Tiempo de Maduración	38
Flujo de Aire	39
Microorganismos que Intervienen en la Fermentación	39
Validación de Hipótesis	40
Hipótesis Nula.....	40
Hipótesis Alternativa	40
Metodología	42
Enfoque de la Investigación	42
Modalidad de la Investigación	42
Tipo de Investigación.....	42
Diseño de la Investigación.....	43
Diseño y Construcción de una Cámara Climatizada	43
Generalidades.....	44
Diseño del Equipo de Maduración	44
Construcción de la cámara climatizada.....	48

Ensamble del Equipo de Maduración.....	48
Distribución del Salami Dentro de la Cámara Climatizada	49
Selección del Tipo de Aislante	49
Cálculo del Espesor del Aislamiento	50
Selección del Sistema de Humidificación.....	50
Selección del Sistema de Calentamiento.....	51
Selección del Sistema de Ventilación	51
Técnica de Recolección de Datos	53
Población en Estudio y Tamaño de Muestra	53
Métodos de Análisis.....	53
Obtención del Extracto de Acelga	53
Diagrama de Flujo: Obtención del Extracto de Acelga	54
Controles Físico-Químico del Salami	58
Formulación para la Elaboración de Salami	59
Diagrama de flujo: Elaboración de Salami	61
Diagrama D.P.O para la Formulación del Salami	62
Cálculo del Número de Panelistas para Degustación.....	63
Elaboración de la Ficha de Degustación.....	64
Análisis de Aceptación Mediante Pruebas Hedónicas.....	64
Selección de la Mejor Muestra Mediante Prueba Estadística H de Kruskal Wallis.	64
Análisis Microbiológico	64
Análisis de Nitrito Residual	65
Procesamiento de Datos	65
Resultados y Discusiones.....	67
Resultados	67
Rendimiento del Secado de la Acelga	67
Control Parámetros de Maduración del Salami	68

Resultados de Pruebas Hedónicas	75
Resultado De Comparación Estadística Entre Los Diversos Grupos	80
Resultado del Mejor Producto Terminado.....	84
Resultados Bromatológicos del Mejor Producto	87
Resultado Microbiológico.....	88
Resultado de Nitrito Residual	88
Conclusiones y Recomendaciones	89
Conclusiones.....	89
Recomendaciones	90
Referencias.....	92

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Esquema Simple de las Reacciones de Curado</i>	22
Figura 2	<i>Ejemplos de Escalas de Intervalo</i>	33
Figura 3	<i>Localización del Lugar de Investigación</i>	42
Figura 4	<i>Diseño en AutoCAD de Cámara Climatizada</i>	43
Figura 5	<i>Temperatura Máxima y Mínima Promedio en Cuenca</i>	44
Figura 6	<i>Dimensiones del Salami</i>	45
Figura 7	<i>Diseño Final de la Cámara de Maduración Climatizada</i>	48
Figura 8	<i>Ensamble de la Cámara Climatizada</i>	49
Figura 9	<i>Distribución del Lugar Para Maduración del Salami</i>	49
Figura 10	<i>Sistema de Humidificación</i>	51
Figura 11	<i>Implementación de Niquelinas Dentro de la Cámara de Maduración</i>	51
Figura 12	<i>Sistema de Ventilación Acoplado dentro de un Tubo PVC</i>	52
Figura 13	<i>Preparación de las Hojas de Acelga para el Secado</i>	55
Figura 14	<i>Empleo de Horno Eléctrico e Industrial a Gas Para Secado de Acelga</i>	55
Figura 15	<i>Resultado del Proceso de Secado de las Hojas de Acelga</i>	56
Figura 16	<i>Infusión de las Hojas Secas de Acelga</i>	56
Figura 17	<i>Obtención del Extracto de Acelga a Dosificar</i>	57
Figura 18	<i>Uso De Espectrofotómetro DR 2800 Para Cuantificar Ppm de Acelga</i>	58
Figura 19	<i>Lectura del pH de las Muestras de Salami</i>	58
Figura 20	<i>Incorporación de la Sal de Cura y Posterior Embutido</i>	60
Figura 21	<i>Distribución de los Salamis Elaborados en la Cámara de Maduración</i>	60
Figura 22	<i>Balance de Materia Para Secado de la Acelga</i>	67
Figura 23	<i>Control Temperatura del Salami</i>	69
Figura 24	<i>Control pH del Salami</i>	70
Figura 25	<i>Control de Humedad Relativa del Salami</i>	72
Figura 26	<i>Controles Peso del Salami</i>	73
Figura 27	<i>Controles %Merma del Salami</i>	74
Figura 28	<i>Comparaciones por Parejas Variable de Agrupación Color</i>	75
Figura 29	<i>Frecuencia de Campos Categóricos Variable Color</i>	76
Figura 30	<i>Comparaciones por Parejas Variable de Agrupación Aroma</i>	76
Figura 31	<i>Frecuencia de Campos Categóricos Variable Aroma</i>	77
Figura 32	<i>Comparaciones por Parejas Variable de Agrupación Sabor</i>	77

Figura 33 <i>Frecuencia de Campos Categóricos Variable Sabor</i>	78
Figura 34 <i>Comparaciones por Parejas Variable de Agrupación Textura</i>	79
Figura 35 <i>Frecuencia de Campos Categóricos Variable Textura</i>	80
Figura 36 <i>Diagrama de Cajas y Bigote Parámetro Color</i>	84
Figura 37 <i>Diagrama De Cajas y Bigote Parámetro Aroma</i>	85
Figura 38 <i>Diagrama de Cajas y Bigote Parámetro Sabor</i>	85
Figura 39 <i>Diagrama de Cajas y Bigote Parámetro Textura</i>	86

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Taxonomía de la Acelga</i>	24
Tabla 2	<i>Clasificación de los Vegetales de Acuerdo al Contenido de Nitrato</i>	25
Tabla 3	<i>Etapas en la Maduración del Salami</i>	29
Tabla 4	<i>Resumen de Pruebas Estadísticos No Paramétricas</i>	35
Tabla 5	<i>Datos Fisiológicos Cultivos Starters</i>	39
Tabla 6	<i>Dimensiones del Salami</i>	45
Tabla 7	<i>Medidas de la Estructura de la Cámara de Maduración</i>	46
Tabla 8	<i>Volumen Diseño Interno de la Cámara Climatizada</i>	47
Tabla 9	<i>Grupos Experimentales Para Control de Maduración del Salami</i>	52
Tabla 10	<i>Formulación Para la Elaboración de Salami</i>	59
Tabla 11	<i>Valores Para el Cálculo de Fichas de Degustación</i>	63
Tabla 12	<i>Requisitos Microbiológicos Para Productos Cárnicos Curados</i>	65
Tabla 13	<i>Resultado Balance de Materia en el Deshidratado de Acelga</i>	68
Tabla 14	<i>Estadísticos Descriptivos Parámetro Temperatura</i>	68
Tabla 15	<i>Estadísticos Descriptivos Parámetro pH del Salami</i>	70
Tabla 16	<i>Estadísticos Descriptivos Parámetro Humedad Relativa del Salami</i>	71
Tabla 17	<i>Estadísticos Descriptivos Parámetro Peso Para el Salami</i>	72
Tabla 18	<i>Estadísticos Descriptivos Parámetro %Merma</i>	73
Tabla 19	<i>Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Color</i>	80
Tabla 20	<i>Análisis Post Hock Variable de Agrupación Color</i>	81
Tabla 21	<i>Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Aroma</i>	81
Tabla 22	<i>Análisis Post Hock Variable de Agrupación Aroma</i>	82
Tabla 23	<i>Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Sabor</i>	82
Tabla 24	<i>Análisis Post Hock Variable de Agrupación Sabor</i>	82
Tabla 25	<i>Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Textura</i>	83
Tabla 26	<i>Análisis Post Hock Variable de Agrupación Textura</i>	83
Tabla 27	<i>Resultado Mejor Muestra Analizada Según Prueba Kruskal Wallis</i>	86
Tabla 28	<i>Resultado del Análisis Bromatológico Para el Mejor Producto (a2_b50)</i>	87
Tabla 29	<i>Resultado del Análisis Microbiológico Mejor Producto(a2_b50)</i>	88
Tabla 30	<i>Resultado Del Análisis De Nitrito Residual</i>	88

Índice de Ecuaciones

Ecuación:(1) Mecansimo de las Reacciones de Curado	21
Ecuación:(2) Cálculo del Área del Salami	45
Ecuación:(3) Cálculo del Volumen del Salami	46
Ecuación:(4) Cálculo del Volumen Interno Requerido	46
Ecuación:(5) Cálculo del Área Interna de la Cámara.....	47
Ecuación:(6) Cálculo del Volumen Interno de la Cámara	47
Ecuación:(7) Cálculo del Espesor del Aislante	50
Ecuación:(8) Cálculo del Número de Panelistas.....	63
Ecuación:(9) Cálculo del %Merma	67
Ecuación:(10) Cálculo del %Rendimineto	67

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por ser luz y guía durante las etapas más difíciles, quien me supo brindar la fuerza y fortaleza para convertirme en un profesional y cumplir mis sueños.

Dedico esta tesis a mi padre Geovanni y mi madre Priscila, por su gran apoyo, comprensión y cariño durante esta trayectoria formativa.

A mis hermanos Nicolas y Salome por ser una luz y guía para ellos y que me brindaron su apoyo y mejores deseos.

A mi abuelo José por brindarme su apoyo incondicional y siempre estuvo ahí para cumplir mis metas.

A mi amigo Diego por ser un gran compañero y brindarme su amistad durante nuestros momentos compartidos dentro de la universidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, por abrirme las puertas y poder formar profesionales con grandes aspiraciones y metas.

Agradezco a mi tutor el Ing. Servio Astudillo por ser un amigo y mentor para la culminación de este estudio.

Agradezco al Ing. Vinicio por formar parte de este estudio y aportar sus conocimientos.

Agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Químicas, quienes con sus enseñanzas y anécdotas fueron fuente de inspiración para estudiar mi carrera.

DEDICATORIA

Dedico el resultado de todo este trabajo primeramente a Dios, que me ha dado las fuerzas y la fe para continuar con la culminación de mi carrera y esta tesis.

También quiero dedicarle esta tesis a toda mi familia. Principalmente, a mi padre Rubén y a mi madre Auria, que desde un principio me aportaron su apoyo ante las diferentes adversidades que se fueron presentando en el desarrollo del trabajo, así como enseñarme a afrontar con valentía, esfuerzo, valores y dedicación las dificultades que se me presenten, gracias por todo el esfuerzo que me dieron y siguen dando.

A mi hermana Merilin le dedico esta tesis, fue la que estuvo a mi lado aconsejándome y dándome todo su apoyo cuando mis padres no pudieron estar en ciertos momentos, gracias por darme el empujón que me faltaba para terminar este trabajo y motivarme a convertirme en un profesional.

A mi hermana Evelyn, que desde la distancia me brindaba su cariño y me daba palabras de aliento para dar lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Cuenca, principalmente a la Facultad de Ciencias Químicas que brindaron su ayuda para llegar a formarme como profesional.

Un agradecimiento enorme al Ing. Servio Astudillo tutor de tesis, por su apoyo y ser un guía en el desarrollo de la tesis, compartiendo sus conocimientos para el progreso del mismo.

A mi compañero de tesis Renato, le agradezco, por los innumerables momentos que tuvimos en el desarrollo de este trabajo, gracias por contar con tu amistad y haber confiado en mí.

CAPÍTULO I

Introducción

Antecedentes

Durante el surgimiento de la industria cárnica, un tema general estudiado ha sido la conservación de la carne; mediante la técnica del curado, se permite la conservación durante largos periodos. Si bien la sal se usaba tradicionalmente para curar la carne, hoy en día los nitratos y nitritos se usan más comúnmente debido a su capacidad para unirse a la mioglobina en la carne, actuar como un sustituto del oxígeno e inhibir el crecimiento de bacterias patógenas. Estudios señalan que los niveles de nitrito legalmente permitidos, no tienen efecto sobre el crecimiento de la bacteria *Clostridium botulinum*, causante del botulismo; algunos nitritos naturales procedentes del apio, pueden usarse en carnes procesadas sin "nitritos agregados". En general, podemos decir que existe una relación completa de la historia, los métodos tradicionales y las técnicas modernas de conservación de la carne, donde se engloba la producción de productos cárnicos (Editorial, 2019).

El nitrito por su parte fue ampliamente usado como aditivo alimentario (E-249 nitrito potásico, E-250 nitrito sódico), comúnmente en carnes curadas. La adición de nitrato junto con el nitrito como conservante (E-251 nitrato sódico, E-252 nitrato potásico), actuaban como una fuente de reserva, cuando el nitrito se transforma lentamente. Durante la evolución de la industria cárnica, se replantea el uso de nitritos en los productos cárnicos, según diversos estudios planteados desde 1976, se prevé una alternativa del uso de los mismos por la posible formación de nitrosaminas; además se informó que su uso era imposible de sustituir, ya que éstos inhiben selectivamente el desarrollo de la peligrosa bacteria *Clostridium botulinum*, que aparece con gran facilidad en los productos cárnicos. Sin embargo, los nitritos no inhiben el desarrollo de bacterias beneficiosas tales como los lactobacilos. Los nitritos tienen un carácter antioxidante, porque uno de los componentes de la degradación del nitrito, el óxido de nitrógeno tiene gran afinidad por el átomo de hierro, bloqueándolo o impidiéndole que participe en reacciones de óxido-reducción posteriores (Madrid, 2014).

Planteamiento del Problema

Los nitratos no son tóxicos para el consumo humano, sin embargo, en grandes cantidades éstos pueden ser reducidos en nitritos por acción de bacterias digestivas presentes en el estómago, sin embargo, esto sucede cuando se ingesta una cantidad excesiva de vegetales, con alto contenido de los mismos. Por otro lado, la ingesta de nitritos presentes en embutidos residuales

pueden provocar riesgos para la salud dando lugar a alergias, portarse como agentes vasodilatadores de los vasos sanguíneos, entre otros (Ventanas et al., 2004).

En la actualidad, los productos embutidos son demandados mayoritariamente a nivel internacional, sin embargo, al ser alimentos procesados contienen aditivos y otros conservantes que garantizan la inocuidad del alimento, destacando principalmente conservantes que son de difícil transformación para el organismo, como los son los nitritos, al ingerir los mismos, pueden reaccionar en el ambiente fuertemente ácido del estómago y formen nitrosaminas (Méndez Ordóñez, 2015).

“La resolución CX/FA 21/52/10 del CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (CCFA), de abril de 2021” establece que los nitritos y nitrosos son frecuentemente utilizados en alimentos procesados, ya que son usados para la conservación de embutidos, estabilizar el color y favorecer el desarrollo de aroma, sin embargo, al ser ingerirlos dentro del cuerpo humano, el nitroso se convierte en nitrito (Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR], 2016).

Justificación

Durante los avances de la industria alimentaria por mejorar las expectativas de los consumidores, se provee el desarrollo de aditivos alimentarios naturales, tecnologías que no sean destructivas y de procesamiento mínimamente dañinas para reducir o reemplazar la adición de nitrito o nitroso. En cuanto al uso de aditivos de origen natural existen más de 200 vegetales comestibles, extractos de los cuales en su gran mayoría quedan por evaluar su efecto para la reducción de nitritos (Yin Zhang et al., 2023).

Los nitrosos por su naturaleza no son agentes tóxicos para el consumo humano, además tienen un efecto protector sobre el estómago y son agentes antimicrobianos contra los patógenos del intestino, reduciendo el riesgo de úlceras y otros problemas estomacales. Estudios recientes, revelan que los nitritos y nitrosos (E-249 a E-252) son empleados como aditivos alimentarios para inhibir el crecimiento de bacterias (toxinas botulínicas) a niveles seguros delimitados por la EFSA (Elika, 2021).

Lorenzo (2023) evaluó formulaciones innovadoras dentro del salami, donde los nitritos fueron reemplazados por ácido ascórbico y una mezcla de extracto de plantas, aunque dichas

formulaciones no han brindado beneficios superiores a los de control y producto con nitritos, los resultados son prometedores, ya que los extractos de plantas han originado resultados comprobables a la formulación tradicional.(Sebranek, Jackson-Davis, Myers, & Lavieri, 2012, como se citó en Amali U. Alahakoon et al., 2015) realizaron estudios con polvo de acelga suizo secado por aspersión como fuente natural de nitrito, además indicó que esta contiene un 3 al 3.5% de nitrito.

Objetivos

Objetivo General:

- Determinar el efecto de sustituir sales de cura por extracto vegetal presente en acelga en diversas concentraciones para la elaboración del salami.

Objetivo Específicos:

- Diseñar y construir una cámara de maduración artesanal para garantizar el control de los parámetros físicos en la elaboración del salami.
- Analizar el efecto de sustituir concentraciones del 0, 25, 50, 75 y 100% de nitratos provenientes de acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) en la formulación del salami.
- Evaluar mediante el análisis sensorial la muestra que presente las mejores características según el método estadístico H de Kruskal-Wallis.
- Evaluar las propiedades bromatológicas y microbiológicas del tratamiento que presente las mejores características acorde INEN 1338-2012.

CAPÍTULO II

Estado Del Arte y Marco Teórico

Curado

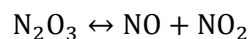
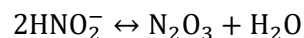
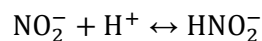
Los métodos de conservación se emplean en las fuentes de proteínas para mejorar su vida útil y, por lo general, se agregan aditivos para lograrlo. Estos aditivos a menudo incluyen una mezcla de nitritos/nitratos con cloruro de sodio, así como condimentos y saborizantes, que contribuyen a la formación de color y aroma, a la vez que suprimen el crecimiento de bacterias patógenas (Villamil-Galindo y Piagentini, 2021).

Química del Curado

El proceso de curado involucra varias etapas influenciadas por factores como el valor de pH, el contenido de mioglobina, el potencial redox, la distribución del agente de curado, la temperatura y la humedad. Si la carne es almacenada, puede desarrollar un color marrón en su superficie, debido a la retención del pigmento oscuro metamioglobina (Cassens, 1997). Se agregan sales de curado a base de nitrato y nitrito para estabilizar el color, inhibir microorganismos dañinos como los que producen la toxina botulínica, mejorar el aroma y proporcionar un efecto antioxidante para retrasar la formación de ranciedad en la carne (Ventanas et al., 2004).

Reacciones de las Sales de Cura

Dentro de las reacciones que se originan en el curado de productos cárnicos, las enzimas bacterianas facilitan la reducción de nitratos a nitrito debido a la acción de bacterias reductoras.



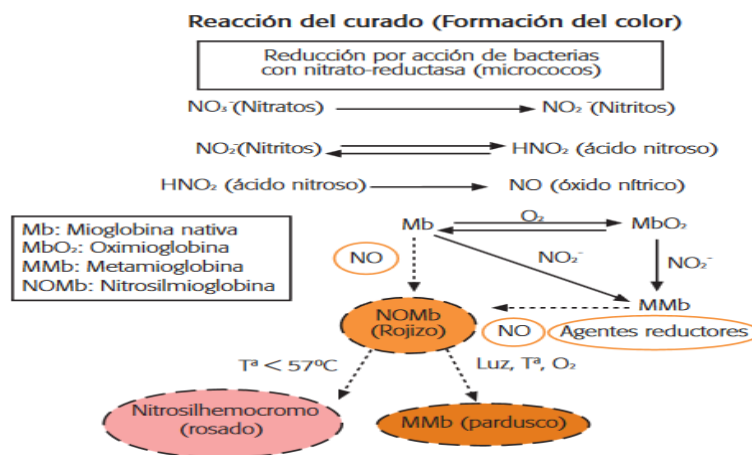
El nitrato es reducido a nitrito, debido a la presencia de mecanismos biológicos donde intervienen plantas, microbios y enzimas reductoras que forman productos gaseosos (N_2 y N_2O)(1). En un ambiente ácido, el nitrito acepta un hidrón (H^+) para generar ácido nitroso (HNO_2) en un proceso reversible. El ácido nitroso luego reacciona con dos de sus propias moléculas para producir óxido de nitrógeno (N_2O_3) y agua (H_2O) como productos resultantes. La molécula N_2O_3 es crucial ya

que se disocia en óxido nítrico (NO), que juega un papel fundamental en la formación de color de los productos curados como se observa en la ecuación (1). (Villamil-Galindo y Piagentini, 2021).

Durante el proceso del curado para que se produzca la aparición de la nitrosilmioglobina (pigmento de coloración rojiza), mediante un esquema de reacciones simples, los nitratos son reducidos en nitritos por acción del medio reductor de la carne, donde las sales de cura pasan a formar óxido nítrico, el cual reaccionará posteriormente con los grupos de aminoácidos y la mioglobina otorgando el color rojo característico (Lugo, 2008).

Figura 1

Esquema Simple de las Reacciones de Curado



Nota. Adaptado de “Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos” (p.3), por Ventanas et al. 2004, *Eurocarne*, 14 (129).

Fuentes de Nitrato Vegetales

El nitrato juega un papel vital en el ciclo natural del nitrógeno del ecosistema; se genera a través de la descomposición de residuos vegetales, materiales orgánicos, levaduras y otras fuentes que contienen fósforo nitrogenado, potasio y minerales que se encuentran en los fertilizantes. Los organismos vivos, ayudados por plantas y bacterias que descomponen la materia orgánica, absorben el nitrógeno presente en los suelos a través de un proceso de fijación. Los vegetales comúnmente contienen cantidades significativas de nitratos, y su acumulación está influenciada por varios factores, siendo el tipo de cultivo, la taxonomía y su variedad (Moreno C et al., 2015).

Legislación vigente: Uso y Control de Nitratos/Nitritos

“La resolución No 95/2/EC de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, del 20 febrero de 1995”, establece una dosis máxima nitrato en alimento de 50 mg/kg, y de 300 mg/kg en nitrato; sus dosis residuales son de 50 mg/kg en nitritos en productos cárnicos sin tratado térmico y de 250 mg/kg de nitratos en productos cárnicos curados.

Por su parte el (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2012) manifiesta “Los aditivos deben cumplir las normas de identidad, de pureza y de evaluación de su toxicidad de acuerdo a las indicaciones del Codex Alimentarius de FAO/OMS” (p. 5).

Acelga

Esta especie es una hortaliza que proviene del griego (skielos) donde a través del árabe (al-silqah) recibe su nombre por la isla de Sicilia en Italia; lugar donde fue hallada esta planta, sin embargo, su origen verdadero es el continente europeo. Una vez cocinada puede ser consumida y usada como aderezo en ensaladas, también se lo consume acompañada de carnes y pescados (Laserna, 2015). Inicia su crecimiento dos veces al año y contiene similitudes con la verdura Beta Vulgaris (remolacha), sin embargo, se diferencia por tener una raíz ramificada y poco encarnada.

Dentro de sus hojas verdes posee mayor cantidad de vitaminas y potasio; también contiene cantidades menores de magnesio, sodio, yodo, hierro y calcio (Eroski Consumer, 2018). Su sabor ligeramente amargo se puede disfrutar en muchas preparaciones diferentes, como salteados, al vapor, en sopas y guisos. En general, la acelga es una verdura versátil y nutritiva que puede aportar tanto sabor como beneficios para la salud a una variedad de platos.

Taxonomía de la Acelga

En terminología científica, se denomina *Beta cicla* y *Beta vulgaris var. cicla*, sin embargo, a nivel común o popular, también se le conoce con varios nombres como beta, bleda, acelga, acelga roja, acelga marina, acelga castellana o acelga negra, entre muchos otros (Bióloga, 2020).

Tabla 1*Taxonomía de la Acelga*

Nombre común	<i>Acelga</i>
Reino	<i>Plantae</i>
Filo	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magniolopsida</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Chenopodiaceae</i>
Genero	<i>Beta</i>
Especie	<i>Vulgaris</i>
Subespecie	<i>Cicla</i>

Nota. Tomado de:(Laserna, 2015).

Niveles de Nitrato en Acelga

Los nitratos se pueden encontrar en una variedad de productos frescos, procesados, por su parte la presencia de nitratos en estos productos suele ser en bajas concentraciones, típicamente por debajo de los 10 mg/kg, y no deben superar los valores de 100 mg/kg, sin embargo, se sabe que las verduras contienen cantidades significativas de nitratos que oscilan entre 200 y 2500 ppm. La cantidad de nitratos en las verduras puede variar según factores como los métodos de cultivo utilizados, la aplicación de fertilizantes y la composición del suelo. (Almudena y Lizaso, 2001).

Tabla 2*Clasificación de los Vegetales de Acuerdo al Contenido de Nitrato*

Poco	Bajo	Moderado	Alto	Superior
<200	200-500	500-1000	1000-2500	>2500
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Ajo	Alcachofa	Nabo	Apio	Hojas de Acelga
Berenjenas	Tomate	Col rizada	Cilantro	Apio
Calabacines	Coliflor	Berros	Perejil	Betarraga
Espárragos	Hinojo	Hojas de mostaza	Puerro	Espinaca
Frijoles	Pepinillo	Col china	Brócoli	Lechuga
Pimiento	Zanahoria			Rábano
Papa	Zapallo			Remolacha

Nota. La tabla indica concentraciones dadas como (mg/kg de masa fresca). Tomado de:(Moreno C et al., 2015).

Bornis, Bevardi, Boskovik, Lasic, Krivohlaveck, Racs y Mojsovik (2017) encontraron niveles de nitrato para 25 muestras diferentes de acelga (*Beta vulgaris* susp.var. cicla) dando un promedio de 972 mg/kg y un valor de 1 024 mg/kg mediante el análisis en cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), sin embargo, los resultados demostraron diferencias significativas al realizar sus estudios en diferentes temporadas del año. Por otro lado, Libutti y Rivelli (2021) encontraron dentro de la parte vegetal de la hoja de acelga, niveles de nitrato entre 163-331 mg/kg.

Productos Cárnicos

Los productos cárnicos procesados se refieren a alimentos creados con carne y grasa, subproductos comestibles o despojos de diversas fuentes. Estos productos pueden o no incluir la adición de especias, aditivos y se fabrican utilizando métodos tecnológicos adecuados.

Productos Cárnicos Crudos

Son los productos cárnicos que no requieren un proceso tecnológico ni térmico para su elaboración, además de ser salazonados son secados y madurados.

Productos Cárnicos Curados-Madurados

Estos productos implican la adición de sales de curado permitidas y maduran a través de la actividad de microorganismos durante los procesos de fermentación o acidificación. A continuación, el producto madurado se puede cocinar, ahumar y/o secar.

Salami

El salami, también llamado salchichón, es una variedad de embutido que puede ser catalogado en seco, curado, madurado o cocido, además se elabora con una combinación de carne de cerdo y/o de res, que son las principales fuentes de proteínas y grasas. Los ingredientes y aditivos utilizados en la fabricación de salami en el Ecuador están regulados y estandarizados según la norma INEN 1338-2012. Por lo general contiene grasa de cerdo, sal, azúcar, especias, nitrito de sodio y ácido ascórbico, y para su fabricación se procede a picar y mezclar hasta obtener una masa pegajosa y homogénea; posteriormente es embutido usando tripa natural o sintética (Paltrinieri, 1988). Finalmente, experimenta un proceso de maduración en un entorno oscuro con parámetros de control como humedad y temperaturas controladas.

Materias Primas para Elaboración del Salami. La carne proviene de los músculos de cerdos, bovinos y ovinos, que debe ser adecuada para el consumo humano después del proceso de sacrificio y almacenarse en condiciones higiénicas. La cual contiene agua, compuestos nitrogenados, lípidos, carbohidratos y minerales. La elección meticulosa de la carne es fundamental cuando se preparan productos cárnicos, ya que debe manifestar características deseables como el color, nivel de madurez y la capacidad de retención de agua, para certificar un producto final de calidad aceptable (Guadalupe, 2022).

La grasa también consta de una de las principales materias primas en donde, existen dos tipos de grasa: grasa orgánica y tisular. La grasa orgánica es de naturaleza suave y habitualmente se funde para obtener manteca de cerdo. La grasa tisular, en cambio, se encuentra en áreas como el dorso, la pierna y el mentón, y posee una consistencia más sólida. Este tipo de grasa se emplea comúnmente en la elaboración de productos cárnicos. La grasa dorsal, que está presente en el tocino, suele recomendarse por su consistencia, así como la de evitar problemas relacionados con la fermentación, como la aparición de olores desagradables, es por eso que habitualmente se aconseja almacenar la grasa a temperaturas de refrigeración que oscilen entre -5 y -10 °C (Jiménez Colmenero y Carballo Santaolalla, 1989).

El cloruro de sodio (NaCl) desempeña un papel fundamental en todas las mezclas de curado y resulta básico en la producción de embutidos, sus propiedades favorecen a aumentar la capacidad de conservación, realzan el sabor de la carne, mejoran la capacidad de retención de agua y proporcionan la penetración de otros agentes de curado, entre otros beneficios (Guadalupe, 2022); también se puede aprovechar como agente conservante, ya que reduce la actividad de agua (a_w) y facilita la solubilización de proteínas miofibrilares durante la preparación de embutidos (Weiss et al., 2010).

Los nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) han sido investigados y aplicados debido a sus beneficios en la preservación de productos cárnicos y su capacidad de proteger el crecimiento de bacterias patógenas (Andújar et al., 2003), por otro lado, las sales de cura trabajan en conjunto con la sal y el azúcar durante el proceso de curado de la carne, con la finalidad de tener diversas características como el desarrollo de color, la modificación del sabor y la prevención del crecimiento de microorganismos dañinos para la salud de los consumidores (Rojas, 2003).

Los cultivos iniciadores, son cepas específicas de microorganismos que se escogen detalladamente para su aplicación en un proceso particular. Como materias primas para la industria cárnica, se utilizan cultivos iniciadores en forma de "pasta" y por lo general constan de una combinación de dos tipos de bacterias: bacterias del ácido láctico (BAL) y *Staphylococcaceae*. Dichos cultivos desempeñan un papel básico en la acidificación del entorno, lo que mejora los perfiles de aroma, sabor y el color general del producto cárnico final. Debido a eso se produce un descenso del pH durante las primeras 48 horas (Andújar et al., 2003). Al incorporar microorganismos específicos, se vuelven la población microbiana predominante, desplazando de manera efectiva a los microorganismos no deseables. Este proceso contribuye a disminuir los riesgos relacionados con la higiene, lo que asegura un entorno de producción más seguro y controlado (Calderón, 2020).

Los azúcares aportan sabor y aroma ya que las bacterias ácido lácticas lo utilizan como fuente de energía para la producción de ácido láctico, especialmente en productos fermentados. Entre los azúcares más utilizados se encuentran la lactosa, la glucosa, el almidón, el jarabe de maíz (Mejía y Giraldo, 2019).

El eritorbato de sodio, cuya fórmula química es $C_6H_7NaO_6$, es una sal de sodio conseguida del ácido eritórbico, que se obtiene de unos cuantos azúcares como la caña de azúcar o el maíz. Este ingrediente se utiliza en productos cárnicos, tiene el propósito principal de extender la vida útil de los alimentos conservando su sabor natural; al actuar como agente reductor previene la formación de nitrosaminas. En el proceso de curado de embutidos, funciona como acelerador, al reducir químicamente los nitratos a nitritos, por tanto, resulta en un tiempo de curado más breve, una coloración uniforme y una mejora en el perfil del sabor (Grupo Pochteca, 2016).

El sorbato de potasio ($C_6H_7KO_2$) es una sustancia compuesta por ácidos grasos insaturados que se encuentra naturalmente en algunas frutas, como las bayas, aunque en la actualidad se produce de manera sintética por la reacción del ácido sórbico con el hidróxido potásico. Por lo general, aumenta la acidez latente en los alimentos y disminuye los niveles de agua y humedad, lo que a su vez previene el crecimiento de microorganismos patógenos (Grupo Pochteca, 2022).

Los condimentos son combinaciones de sustancias saborizantes utilizadas para darle sabor a un producto cárnico específico y se vuelven esenciales para la elaboración del salami.

Las tripas desempeñan un papel básico, ya que van a mantener todos los ingredientes que se usaron en la elaboración del producto cárnico, de tal manera que condicionan la maduración del mismo; existen dos tipos de tripas clasificándose en primer lugar como tripas animales o naturales. Las naturales que provienen de partes del tracto gastrointestinal de bovinos, porcinos y ovinos y han sido utilizados históricamente como envolturas para los productos embutidos, estas tripas requieren una limpieza y secado minucioso antes de usarse, ya que son fuente de contaminación microbiana.

Por otro lado, las tripas artificiales están hechas de celulosa y colágeno y pueden tener diferentes dimensiones; entre ellas destacan las siguientes:

Tripas de Colágeno: Es la que se fabrica con el mismo compuesto químico (Guadalupe, 2022).

Tripas de Fibrosa: Se utiliza la misma materia prima, pero se añade fibra de cáñamo de manila, esto confiere al producto alta resistencia, lo que garantiza un calibre muy uniforme (Fibraco.net, s. f.).

Proceso de Maduración del Salami. La producción de salami involucra un proceso en varios pasos que es responsable de la creación de las características distintivas de la carne. El proceso de maduración se compone de dos fases principales; en la primera fase empiezan los procesos metabólicos y reproductivos de las bacterias, que llevan a la generación de ácidos y a la diferenciación bacteriana. En la segunda fase, la cantidad de bacterias disminuye, lo que da lugar a procesos de descomposición y transformación que favorecen en el olor característico del salami, a su vez durante esta fase también se descomponen las proteínas y los azúcares.

Tabla 3*Etapas en la Maduración del Salami*

Etapa	Duración	Parámetros ambientales y de proceso
Elaboración de la materia prima		Carne gélida (-18°C) en pedazos. Grasa congelada (-18°C)
Picado y mezclado		Picar en Cutter hasta el tamaño requerido. Mezclado (0 a 2°C con Starter diluido en agua, aditivos y especias.
Embutido		Tripa calibre 20 mm.
Premadurado	24 horas	Temperatura:9°C. Humedad relativa ambiente:90%.
Fermentación	Hasta pH 4,9	Temperatura:27°C. Humedad relativa ambiente:80%.
Secado y madurado.	Hasta merma 22%	Temperatura:15°C. Humedad relativa ambiente:70-75%.

Nota: Adaptado de “Carne y los Productos Cárnicos Ciencia y Tecnología ” (p.306) por (Antonio Madrid Vicente, 2014) AMV Ediciones.

Primera Fase De Maduración o Estufaje

El pastón utilizado en la producción de salami, es una mezcla que contiene fibras musculares en suspensión, partículas de grasa y una solución de proteínas. Cuando se agregan los aditivos y se mezclan, se forma una estructura específica que no es muy estable y puede ser vulnerable. Para conservar la integridad de esta textura, mantener la humedad relativa alrededor del 95% y

una baja velocidad de circulación del aire es fundamental ya que se crea debido a la coagulación de las proteínas que envuelve las partículas de carne y grasa.

Diferenciación Bacteriana. En el embutido recién formado la cantidad de microorganismos se encuentra alrededor de 10 000 y varios millones por gramo. En el proceso de elaboración del embutido se busca promover el crecimiento de las bacterias ácido lácticas, cuya temperatura óptima de crecimiento se encuentra en el rango de 22 a 25 °C. La adición de sal, nitratos y nitritos reduce la actividad de agua, lo que a su vez inhibe el desarrollo de estas bacterias, por tanto, se buscan factores que beneficien el desarrollo de las mismas responsables de la producción de ácido láctico.

Liberación de Agua. Las proteínas son moléculas complejas que llevan cargas eléctricas y pueden tener una carga total positiva, negativa o neutra en función del nivel de pH en el que se encuentren. A un pH aproximado de 5,5, se produce una reducción de las fuerzas de repulsión entre las moléculas de proteína, lo que conlleva a su atracción y el cierre de la estructura de la carne. Este proceso de coagulación de las proteínas facilita la eliminación del agua, por otro lado, para las etapas finales de maduración, si se mantiene una humedad relativa entre el 75% y el 80% se seguirá con el proceso de liberación de agua (Lago, 1997).

Gelificación de las Proteínas. El proceso de unión de la mezcla cárnica en la elaboración del salami es un proceso fisicoquímico que se origina por la acción de las proteínas musculares liberadas durante el proceso de picado. Estas se disuelven en presencia de la sal y consiguen un estado soluble denominado "sol". A medida que el nivel de pH disminuye, las proteínas experimentan una transición del estado de "sol" a un estado gelatinoso o llamado "gel", lo que resulta en la consolidación de la masa en una entidad compacta. Esta transición ocurre en un rango de pH que normalmente se sitúa entre de 5,3 y 5,4, dicho cambio influye el estado de las proteínas dentro de las piezas de carne. El estado gelatinoso resultante es responsable de unir o enlazar los ingredientes de relleno utilizados en la producción de salami.

Enrojecimiento. Durante el proceso de maduración del embutido crudo, éste experimenta una transformación que lo hace volverse de color rojo, la extensión de este enrojecimiento depende de las sustancias de curado y los aditivos utilizados; normalmente comienza en el interior del salami y se propaga hacia el exterior. Para lograr el color deseado, es crucial regular con

precisión la cantidad de nitrito que se utiliza, ya que un exceso puede tener un impacto negativo tanto en el color como en la conservación de la carne. Por otro lado, el nitrito también cumple con la función de proteger el color de curado de la decoloración; además la velocidad e intensidad de la acidificación pueden influir en el enrojecimiento de la carne, ya que una acidificación rápida acción inhibe el desarrollo y la actividad de la microflora reductora de nitratos que contribuye al color; como resultado el producto final podría mostrar una retención de color insuficiente, parecer de color gris o presentar un enrojecimiento mediocre (Coretti, 1971).

Segunda Fase de Maduración o Secado

Esta fase se caracteriza por continuar con la diferenciación bacteriana, lo que conlleva a una disminución de la carga microbiana, además en esta etapa se producen reacciones de transformación de sustancias que otorgan aroma al producto terminado.

Formación de Aroma y Sabor Característico. En el proceso se crean peptonas, aminoácidos, aminas y amoníaco a partir de proteínas grandes. La fase de aminoácidos, es la etapa donde se produce la mayor cantidad de aroma, siendo el ácido glutámico un ejemplo de un compuesto altamente fragante. Por otro lado, las grasas se descomponen para crear compuestos de carbonilo. Asimismo, el ácido láctico se forma después de la descomposición de los azúcares, dando lugar a la generación de aldehídos y cetonas, que también contribuyen al aroma. (Moreno C et al., 2015; Oliveros Beltrán y Gongora, 1997)

Análisis Sensoriales

El análisis sensorial es un método científico comúnmente empleado para evaluar, estudiar e interpretar las características que los humanos reconocen a través de sus cinco sentidos en productos o materiales. Esto se logra a través de una serie de reacciones que alteran sus propiedades. Las características preferidas del producto se determinan mediante pruebas sensoriales, que pueden incluir pruebas basadas en el consumidor (P.O.C) que recopilan información sobre preferencias y criterios de aceptación (Ramírez-Navas, 2012).

Las pruebas de aceptación deben de ser formuladas con un público y jurado no entrenado (Arrabal y Ciapinni, 2000). Mediante el mapeo de preferencias es posible usar mapas de percepción para ilustrar aspectos que influyen en las preferencias de los consumidores y muestra la relación entre los datos sensoriales descriptivos y las evaluaciones hedónicas de los

consumidores. La aceptación del consumidor se comprende mejor cuando las variables extrínsecas y los atributos sensoriales intrínsecos se examinan juntos mediante un análisis conjunto (R.J. Mongi y A.D. Gomezulu, 2022).

Pruebas Cuantitativas de Consumo

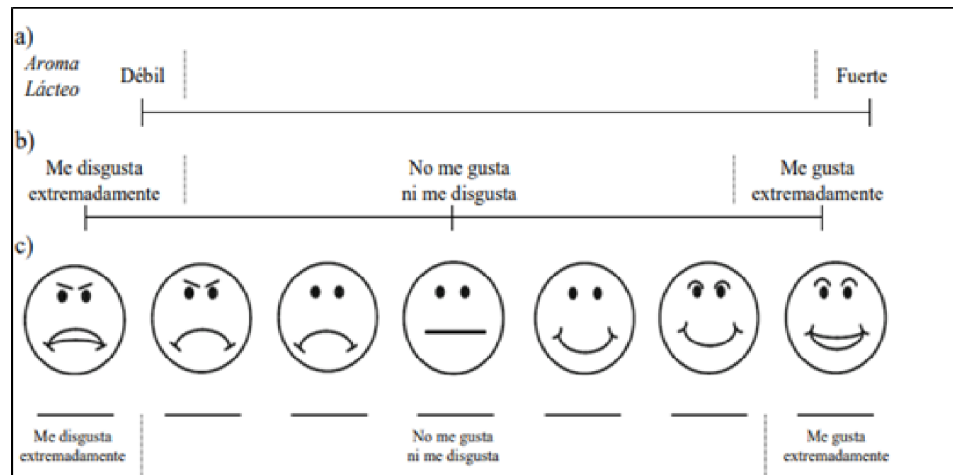
Hay tres categorías distintas de pruebas basadas en el consumidor a conocer, siendo análisis sensorial/hedónico, prueba orientada a la conveniencia y las que se centra en los atributos relacionados con la salud. Las pruebas orientadas al consumidor (P.O.C), se llevan a cabo seleccionando un grupo de muestra aleatorio de 70 a 500 personas para recopilar información sobre las preferencias del consumidor. Estos resultados se utilizan luego para predecir las actitudes de una población específica, estas pruebas a menudo se llevan a cabo en áreas designadas, como instituciones educativas, centros comunitarios u otros lugares destinados a las evaluaciones de aceptación del consumidor (Ramírez-Navas, 2012).

Escalas de Intervalo

Dentro del análisis sensorial se usan escalas de intervalo para determinar las validaciones estadísticas medidas en los parámetros durante el procesamiento de los resultados, sin embargo, el nivel de proporción es mejor ajustado al mecanismo de la percepción en cuanto son evaluados estímulos simples. Las escalas de intervalo ayudan a categorizar las muestras y medir magnitudes asociadas a alguna característica, grado de preferencia o aceptación o la diferencia que puede existir entre muestras. Los usos de estas escalas son requeridos dentro de P.O.C, o de preferencias de un producto.

Figura 2

Ejemplos de Escalas de Intervalo



Nota. *a) Escala lineal asociada a una característica b) Línea para pruebas de aceptación c) Escala facial. Adaptado de "Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas Al Consumidor" (p. 187), por A. Apellido, 2019, Revista ReCiTeIA, 12.

Pruebas de Preferencia

Las pruebas de preferencia permiten elegir al consumidor de entre varias muestras el nivel de preferencia de una muestra sobre otra o si no existe alguna preferencia, siendo las más habituales las pruebas de ordenamiento y de categorías.

Prueba Hedónica. La escala hedónica más utilizada consta de nueve puntos, aunque existen variaciones, como escalas de 7, 5 y 3 siendo impares por el puntaje neutro que perciba el consumidor y dos valores extremos que sirvan de mayor o menor aceptación, donde el puntaje asignado dependerá del grado de percepción de la persona y su entrenamiento sensorial al desarrollar mejores diferencias entre cada atributo evaluado. Además, se emplean escalas gráficas de caritas sonrientes cuando se realizan pruebas con niños (Ibáñez, 2001). El uso de estas pruebas se recomienda en la mayoría de los estudios y proyectos de investigación que tienen como objetivo evaluar si los consumidores aceptan un producto. Durante la prueba, los miembros del grupo evalúan muestras codificadas de varios productos indicando su nivel de agrado en una escala que va desde "me gusta mucho" hasta "me disgusta mucho". Se pueden asignar varias muestras a la misma categoría, las muestras se codifican con un número aleatorio de tres dígitos y se colocan en un contenedor y si es posible, se presentan al azar a cada miembro del panel. Para analizar los datos, se recopilan las puntuaciones numéricas de cada muestra y

se someten a ANOVA (análisis de varianza) con la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). El propósito de esta prueba es determinar si existen diferencias significativas en las medias asignadas a las muestras (Ramírez-Navas, 2012).

Pruebas No Paramétricas

Las pruebas no paramétricas son una opción viable para analizar pequeñas muestras de datos categóricos. Estas pruebas son independientes de la distribución de muestreo que se analiza y son fáciles de implementar. Las pruebas no paramétricas también son beneficiosas cuando se analizan datos jerárquicos o cuando se necesita un nivel específico de significación y son adecuadas para usar con muestras independientes. Aunque las pruebas estadísticas paramétricas suelen ser más poderosas que las no paramétricas en términos de la probabilidad de rechazar correctamente una hipótesis nula falsa, es importante señalar que es necesario un tamaño de muestra suficientemente grande para aumentar la efectividad de dichas pruebas. A medida que crece el tamaño de la muestra, disminuye la probabilidad de cometer un error de tipo II (Gómez et al., 2003).

Prueba de Kruskal Wallis

La prueba de Kruskal-Wallis o de H es una prueba no paramétrica derivada de U de Mann-Whitney; se centra en el rango existente que permite corroborar si existen diferencias relevantes a nivel estadístico entre dos o más grupos de una variable independiente en una variable dependiente ordinal o continua dentro de distribuciones de estudio poblacionales.

Esta prueba sirve como alternativa al análisis de varianza paramétrico (ANOVA) cuando no se cumplen los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas. Antes de realizar una prueba de Kruskal-Wallis, es importante asegurarse de que los datos cumplan con ciertos supuestos, los cuales incluyen:

Escala de Medición: La variable dependiente debe medirse a nivel ordinal o continuo, esto garantiza que los datos se puedan clasificar u ordenar.

Grupos Independientes: La variable independiente debe constar de dos o más grupos categóricos e independientes. Si bien la prueba de Kruskal-Wallis generalmente se usa para tres o más grupos, aún se puede aplicar a dos grupos.

Independencia de las Observaciones: No debe haber relación o dependencia entre las observaciones dentro o entre los grupos. Cada observación debe ser independiente y sin relación con otras. La estadística H generada por la prueba de Kruskal-Wallis determina si existen diferencias significativas entre los grupos, proporcionando una medida estadística. El valor p asociado con la estadística H indica la probabilidad de que tales diferencias se observen debido al azar. Si el valor p es más pequeño que el nivel de significación predeterminado como 0,05, significa que hay diferencias significativas entre los grupos y rechazamos la hipótesis nula, lo que sugiere que no existen diferencias entre los grupos. Por el contrario, si el valor p es mayor que el nivel de significación, implica que no hay evidencia suficiente para concluir diferencias significativas entre los grupos, y no podemos rechazar la hipótesis nula, lo que indica que los grupos no son significativamente diferentes. Es crucial mencionar que la prueba de Kruskal-Wallis no identifica qué grupos en particular difieren significativamente entre sí. Se necesitan pruebas adicionales como la de U de Mann-Whitney por pares para que un análisis post-hock reconozca las diferencias por pares (Ortega, 2022).

Tabla 4*Resumen de Pruebas Estadísticas No Paramétricas*

Prueba estadística	Objetivo	Suposiciones
Prueba U de Mann-Whitney	Compara dos grupos independientes	Observaciones independientes
Prueba de rango con signo de Wilcoxon	Comparar dos muestras relacionadas-dependientes	Observaciones emparejadas
Kruskal-W	Comparar tres o más grupos independientes	Observaciones independientes, variable dependiente ordinal/continua
Prueba de Friedman	Compare tres o más muestras relacionadas-dependientes	Observaciones pareadas, variable dependiente ordinal/continua
Correlación de rango de Spearman	Examina el grado de asociación	Observaciones independientes, variables ordinales/continuas
Correlación de rango de Kendall	Examina el grado de asociación	Observaciones independientes, variables ordinales

Nota: *Este tipo de pruebas ofrecen métodos robustos de análisis estadístico que son usadas en varios campos de investigación y análisis de datos. Tomado de:(Gómez et al., 2003).

Vida Útil de Productos Cárnicos Madurados

Se refiere al tiempo en donde el producto cárnico se mantiene seguro y adecuado para el consumo después de su procesamiento y/o envasado, siempre y cuando se almacene en condiciones específicas. Durante este tiempo, el alimento debe mantener sus características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y funcionales. Cada uno o más de estos parámetros no cumplen con los estándares de calidad o seguridad, por tanto, se considera que el producto ha llegado al final de su vida útil y ya no es apto para el consumo (Arias y Villarruel, 2019).

En los productos cárnicos envejecidos su vida útil se debe a la contribución de varios factores que inhiben el crecimiento microbiológico. Estos incluyen un bajo nivel de pH y actividad del agua, la inclusión de sal a las carnes durante el proceso de maduración (lo cual reduce la actividad del agua), y la presencia de sustancias de bajo peso molecular con actividad osmótica y deshidratante, ayuda a que el producto se mantenga seguro para el consumo después de un periodo largo de tiempo (Fernández, 2019).

Defectos de los Embutidos Madurados

En el proceso de producción del salchichón puede presentar diversos defectos, como cambios de color externo, crecimiento de moho en la superficie y una fermentación inhibida debido a una disminución lenta del valor del pH. Estos problemas pueden afectar la calidad o reducir su vida útil. Además, puede haber la proliferación de hongos en la superficie, que comienza debido a la presencia de la sal y el ácido, teniendo en cuenta que es importante controlar estos problemas para mantener la calidad del producto curado (Holck et al., 2017). La Industria ha enfrentado el problema del defecto del salchichón dorado, el cual es causado por la presencia de hongos en el aire, en las materias primas y en la superficie de los salchichones secos fermentados. Es crucial realizar una selección cuidadosa los cultivos iniciadores durante la producción, ya que esto contribuirá a prevenir el desarrollo de este defecto, garantizando la calidad del producto final.

Defectos de aspecto:

- Formación de arrugas y desprendimiento de la envoltura
- Enmohecimiento
- Alteraciones y roturas de la tripa
- Manchas marrones, amarillas y negras

Defectos de color:

- Enrojecimiento defectuoso y mala conservación del color
- Color oscuro de la superficie de sección
- Coloraciones internas
- Coloraciones superficiales
- Enrojecimiento del tocino

Defectos de olor y sabor:

- Sobre acidificación
- Embutidos picantes y fétidos
- Sabor amargo
- Putrefacción
- Olor y sabor a pescado
- Olor y sabor mohosos y húmedos (Coretti, 1971).

Análisis Físicoquímicos

La realización de los análisis físicoquímicos dentro de la elaboración de salami, permite el control de diversas variables medibles, como pueden ser el pH, temperatura, peso, porcentaje de merma, humedad relativa y el tiempo de curado del embutido, ya que dichos análisis son esenciales para asegurar la correcta maduración del salami y mantener la calidad del producto.

pH y Acidez

El pH de las materias primas utilizadas en la producción del salami generalmente se encuentra en un rango de 5.8 a 6.0, sin embargo, durante el proceso de fermentación, los ácidos producidos por los azúcares provocan una disminución en el pH, que puede estar llegando a valores de 5 o menos. Las bacterias que generan ácido láctico usan el glucógeno presente en la carne, pero debido a la baja cantidad de azúcar disponible, se necesita emplear azúcares adicionales para asegurarse de que el pH disminuya adecuadamente durante la fase inicial de maduración, ya que el pH en el centro del salami disminuye más rápidamente que en la periferia, por tanto, la

capacidad de las proteínas para retener el agua aumenta nuevamente. Es por eso que se deben establecer las condiciones adecuadas para garantizar un gradiente de difusión desde el centro del salami hasta la cámara, lo que contribuirá al proceso de maduración teniendo un desarrollo de las características deseadas del salami (Oliveros y Zapata, 1997).

Temperatura

El control de la temperatura adquiere un papel esencial en la disposición de la velocidad de fermentación durante el proceso de maduración y secado del salami, debido a que las temperaturas más altas conducen a una producción más rápida de ácido láctico, por otro lado, las temperaturas son variables para el proceso de fermentación, según la región y las preferencias locales, por ejemplo, en el norte de Europa, se suelen emplear temperaturas que oscilan entre 10 y 17 °C, mientras que, en el sur de se utilizan entre 18 y 24 °C. En Estados Unidos a menudo suelen realizar las fermentaciones rápidas, lo que lleva al uso de temperaturas de hasta 43°C, lo que conlleva a que la temperatura debe adaptarse a las preferencias regionales.

Humedad Relativa

La humedad relativa se define como la cantidad de vapor de agua presente en el ambiente en comparación con la cantidad máxima que el aire puede retener a una temperatura determinada, para el proceso de maduración de un embutido, generalmente se deben utilizar humedades relativas que se encuentren entre 2 y 5 % más bajas que la actividad del agua (a_w) dentro del embutido, para evitar que la superficie del producto se endurezca en exceso. Durante la maduración, si se usan humedades muy bajas pueden provocar la deshidratación de la superficie del embutido y dificultar la liberación de agua del producto. Por lo tanto, se pueden utilizar humedades constantes (entre 70% y 78%) o niveles escalonados, donde se realiza una reducción gradual. Estas estrategias ayudan a controlar la calidad y las características fisicoquímicas del producto final (Calderón, 2020).

Tiempo de Maduración

La duración de esta fase varía según del tipo de embutido: para los embutidos de maduración rápida puede durar alrededor de dos semanas, en los de maduración mediana, el tiempo se extiende de entre tres y cuatro, a su vez existen periodos de más de ocho semanas que son para

los embutidos de maduración lenta. La duración de maduración se vuelve crucial, ya que determina las características deseadas del producto final (Fernández, 2019).

Flujo de Aire

En la cámara de maduración el aire que fluye es básico para garantizar que las condiciones sean homogéneas en su interior. En dichas cámaras existen controles electrónicos del flujo de aire, la humedad relativa y la temperatura del ambiente. En general, a mayor velocidad del aire en la cámara, se acelera el proceso de secado. No obstante, una vez que se supera cierto valor de velocidad de aire, el proceso de secado ya no depende de este parámetro, sino de la velocidad de difusión del agua del interior del embutido hacia la superficie, ya que la adecuada gestión del flujo del aire es crucial para el proceso de maduración del salami (Calderón, 2020).

Microorganismos que Intervienen en la Fermentación

El proceso de fermentación es una técnica que además de utilizarse en la conservación de alimentos, junto con secado y salazón, sino que también se emplea para mejorar la calidad de los alimentos y realzar su disfrute gastronómico, otorgando sabores, aromas y texturas característicos de productos fermentados; los microorganismos usados en la industria de alimentos fermentados incluyen bacterias del tipo ácido láctico (BAL) como *Lactobacillus*, *Streptococos*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Bifidobacterium* que desempeñan un papel crucial en este proceso (Xiang et al., 2019). Dentro del grupo de microorganismos utilizados en la maduración de embutidos, las especies de bacterias del género ácido láctico (BAL) que se encuentran con mayor frecuencia incluyen a las *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus* y *Lactobacillus plantarum* (Pisacane et al., 2015).

Tabla 5

Datos Fisiológicos Cultivos Starters

Composición del cultivo	pH	Temp.Ferm. (°C)	Contenido (g)	Temp.Almac. (°C)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	5-4,8	35-45°C	44	<-18
<i>Pediococcus pentosaceus</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>	6-3,6	26-38°C	43	<-17
<i>Lactobacillus sakei</i> y <i>Staphylococcus carnosus</i>	5.4	21-32°C	25	<-17

Nota. Parámetros de inoculación de BAL. Fuente (CHR Hansen, 2014).

Validación de Hipótesis

Mediante prueba estadística no paramétrica, se evaluó la mejor aceptación del producto final en torno a características sensoriales adecuadas al consumidor, con un nivel de significancia de 0.95, $\alpha=0,05$ mediante el uso del estadístico H de Kruskal-Wallis.

Hipótesis Nula

Par demostrar la hipótesis nula, se realizó análisis estadísticos mediante comparaciones entre pares de grupos con diferente formulación, tomando como referencia un estándar de comparación donde se definió:

Ho: No existe cambios significativos sensoriales entre los diferentes grupos

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

Sig. < p. valor = 0,05 ⇒ Se rechaza la Ho.

Sig. > p. valor = 0,05 ⇒ Se acepta la Ho y se rechaza la Hi.

Hipótesis Alternativa

Par demostrar la hipótesis alternativa se realizó análisis estadísticos mediante comparaciones entre pares de grupos con diferente formulación, tomando como referencia un estándar de comparación donde se definió:

Hi: Al menos un grupo presenta cambios significativos diferente a los demás.

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$$

Sig. < p. valor = 0,05 ⇒ Se rechaza la Ho.

Sig. > p. valor = 0,05 ⇒ Se acepta la Ho y se rechaza la Hi.

CAPÍTULO III

Metodología

Enfoque de la Investigación

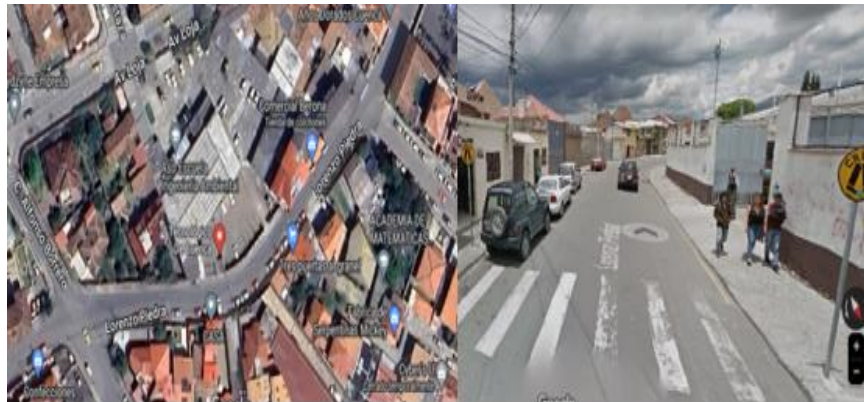
El enfoque de esta investigación es mixto, es decir hubo una combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo, donde dentro del proceso de elaboración del salami se dio un enfoque cuantitativo en torno al proceso de maduración, por medio del control de las variables discretas como el pH, temperatura, tiempo de maduración, humedad relativa. El enfoque cualitativo por su parte, determino la aceptación del consumidor en torno al mejor producto final, mediante pruebas sensoriales de aceptación.

Modalidad de la Investigación

Las investigaciones pertinentes fueron realizadas dentro de la planta piloto de productos cárnicos, del laboratorio tecnológico de la Universidad de Cuenca, ubicado en las calles Alfonso Borrero y Lorenzo Piedra, donde se instaló la cámara climatizada para controlar parámetros físicos de maduración.

Figura 3

Localización del Lugar de Investigación



Nota: *Imagen satelital donde se puede encontrar la ubicación 3XXP+PR5 (izquierda), entrada principal dentro del laboratorio tecnológico(derecha).

Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue de tipo: descriptivo y explicativo. El estudio descriptivo busca conocer y especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, procesos, objetos o cualquier fenómeno donde se realice un análisis (Roberto Hernández Sampieri et al., 2014). El nivel descriptivo surge por la necesidad de estudiar las propiedades de formulación del salami

con la incorporación de diversas concentraciones de nitrato presente en extracto de acelga y recoger dicha información para posterior análisis mediante diagramas de procesos. En el estudio explicativo se pretendió conocer el efecto de sustituir la sal de cura dentro de un salami preferente de entre varios lotes formulados y asociar dicho fenómeno con las causas posibles para que se genere una cierta cantidad de nitrito residual y población microbiológica.

Diseño de la Investigación

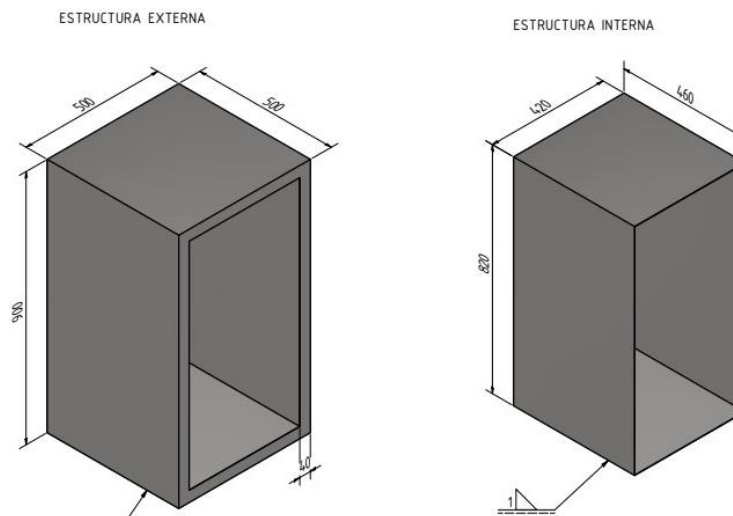
El diseño de la investigación fue experimental, ya que se pretendió abordar estudios previos con verduras modificando el propósito de análisis dentro del uso de acelga.

Diseño y Construcción de una Cámara Climatizada

Para facilitar la maduración del salami se procedió con el diseño y construcción de una cámara de maduración artesanal climatizada, elaborada con material de acero inoxidable, el cual consta de equipos y sensores adecuados que facilitan el control de las variables manipuladas (Flujo aire, humedad relativa, temperatura, tiempo de maduración), esto con el fin de promover una correcta relación entre las etapas de madurado y secado del embutido.

Figura 4

Diseño en AutoCAD de Cámara Climatizada

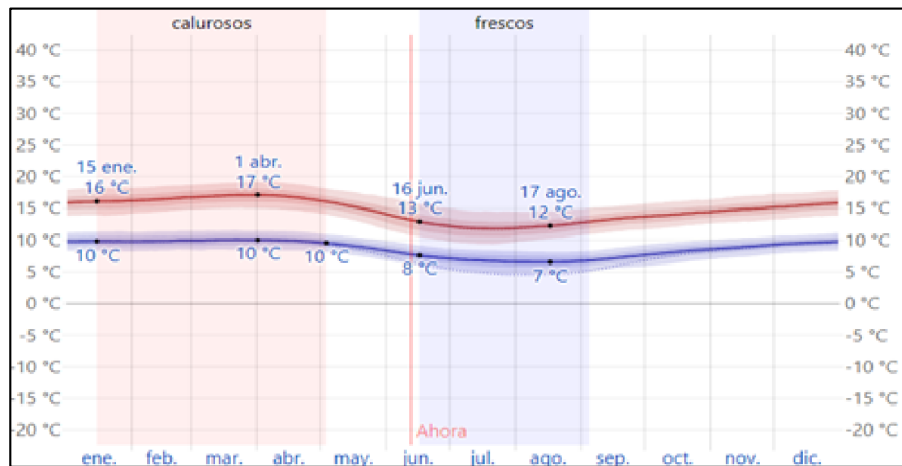


Generalidades

El equipo de maduración consta de sensores de temperatura controladas por niquelinas, un humidificador de ultrasonido, puerta de vidrio templado, dos ventiladores, sensores de humedad, un higrómetro, una fuente de voltaje de salida de 110 voltios, varillas de acero inoxidable que en conjunto permitirán una correcta manipulación y funcionamiento del mismo.

Figura 5

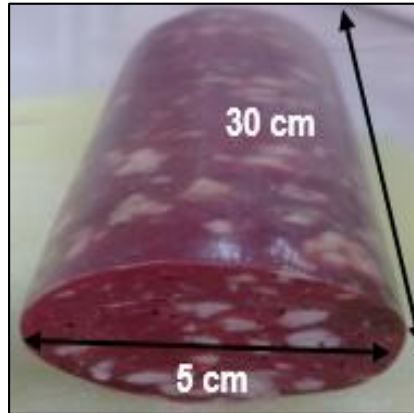
Temperatura Máxima y Mínima Promedio en Cuenca



Nota: *Valores máximo de temperatura registrados durante el periodo 2022 (línea azul) en la ciudad de Cuenca, frente a valores mínimos de temperatura (línea roja). Tomado de:(Weather Spark, 2020).

Diseño del Equipo de Maduración

El equipo de maduración se construyó, partiendo del diseño interno y después del tamaño externo, para lo cual se partió con las medidas del salami y el volumen requerido a ocupar dentro de la cámara climatizada.

Figura 6*Dimensiones del Salami*

Nota: Dimensión del diámetro y longitud de una pieza de salami promedio.

Para el diseño del equipo de maduración partimos tomando en cuenta las medidas aproximadas de un salami y calculamos su área considerando una forma cilíndrica y con ellos se obtuvo medidas aproximadas para el diseño interno.

Tabla 6*Dimensiones del Salami*

Dimensión	Valor	Unidad
Altura	30	cm
Diámetro	5	cm

Una vez planteadas las medidas de salami, se procedió con el cálculo de su volumen para lo cual se tomó en consideración su forma con la de un cilindro y se encontró su área y volumen respectivo.

$$A = 2\pi r(r + h) \quad (2)$$

$$A = 2\pi * 2,5(2,5 + 30) = 510 \text{ cm}^2$$

$$A = 0,051 \text{ m}^2$$

$$V = \pi * r^2 * h \quad (3)$$

$$V = \pi * 2,5^2 * 30 = 589 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,0005895 \text{ m}^3$$

Una vez obtenido el volumen del salami, se procedió a realizar el cálculo del volumen interno requerido para colocar 25 salamis dentro de la cámara mediante la siguiente formula:

$$Vr = V * C \quad (4)$$

Donde:

Vr: Volumen interno requerido

V: Volumen del salami

C: Cantidad de salami elaborado

Remplazando los valores de la ecuación (4) con la cantidad de 25 piezas de salamis tenemos:

$$Vr = 0,00058995 * 25$$

$$Vr = 0,0147 \text{ m}^3$$

Con el volumen calculado, se procedió con el diseño interno de la caja de maduración, para lo cual, se tomó como referencia valores realizados en prototipos previamente diseñados a nivel semiindustrial, por tanto, se propusieron las siguientes medidas en cuanto al diseño interno y externo de la caja de maduración.

Tabla 7

Medidas de la Estructura de la Cámara de Maduración

Longitud Externa	Medida	Dimensión	Longitud Interna	Medida	Dimensión
Altura	900	mm	Altura	820	mm
Ancho	500	mm	Ancho	420	mm
Largo	500	mm	Largo	460	mm

Finalmente se calculó el volumen interno en base al cálculo del área interna de la cámara de maduración en base a las medidas planteadas para determinar si el espacio de almacenamiento fue el ideal.

$$A_i = b * h \quad (5)$$

$$A_i = 820 * 460 = 377200 \text{ mm}^2$$

$$A = 0,3772 \text{ m}^2$$

$$V_i = L * a * h \quad (6)$$

$$V_i = 460 * 420 * 820 = 158424000 \text{ mm}^3$$

$$V_i = 0,1584 \text{ m}^3$$

Una vez planteadas las medidas se procedió con el diseño del resto de la estructura del equipo, como es la implementación de una puerta de acrílico, una toma de aire situada en la esquina superior y soportes alternos para la alimentación del nebulizador y la base del equipo.

Tabla 8

Volumen Diseño Interno de la Cámara Climatizada

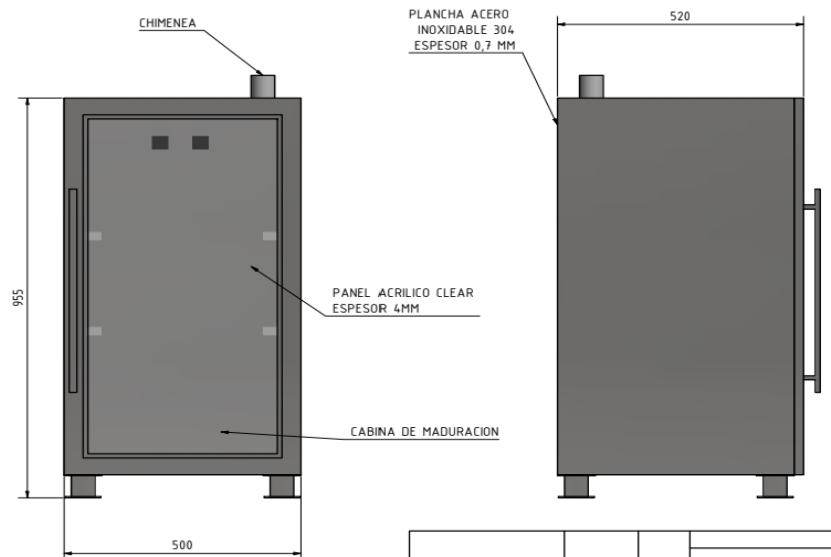
Volumen	Unidad	Valor
Volumen interno requerido	m ³	0,0147
Volumen interno de la caja	m ³	0,1584

Por tanto, al ser mayor el volumen interno de la caja que el volumen de salami requerido a madurar, tenemos una distribución equitativa de lotes de salami dentro de la cámara, mientras que en la parte central se realizó la colocación de dos soportes metálicos separadas en dos secciones equidistantes de 40 cm de alto para el empleo de varillas rectangulares en los extremos de 20 x 20 x 415 mm, colocadas horizontalmente con el fin de promover el volumen

necesario requerido de salami a madurar, dejando un margen equidistante entre cada varilla de 4 cm entre para cada lote formulado.

Figura 7

Diseño Final de la Cámara de Maduración Climatizada



Construcción de la cámara climatizada

Para la construcción de la cámara climatizada artesanal se procede a armar la misma con las dimensiones de la estructura interna y externa previamente detalladas en acero inoxidable grado alimenticio 304; sin embargo para su debido funcionamiento es necesario también la instalación de un sensor de humedad y temperatura, el cual estará controlado por medio de un panel digital dispuesto en la esquina superior izquierda de la estructura externa, además dispondrá de cuatro bases de apoyo de acero como soporte, una toma de aire, una fuente de corriente de 110 V y niquelinas que operen en rango de 20 - 100°C.

Ensamble del Equipo de Maduración

El ensamble del equipo consiste en el acople de todos los mecanismos, que a su vez permitan el correcto funcionamiento del equipo de maduración, además de piezas uniones y juntas que promueva un largo periodo de preservación del mismo.

Figura 8*Ensamble de la Cámara Climatizada****Distribución del Salami Dentro de la Cámara Climatizada***

La distribución del salami dentro de la cámara será dentro del primer compartimiento formada por varillas de acero inoxidable, con lo que se pretende que el agua en exceso escurra por la trampa de agua colocada debajo de la cámara y así evitar de igual manera que la distribución de aire caliente sea uniforme.

Figura 9*Distribución del Lugar Para Maduración del Salami****Selección del Tipo de Aislante***

Dada la importancia del aislante en el correcto funcionamiento del equipo de maduración se puede seleccionar el tipo de aislante de acuerdo a diferentes parámetros como: conductividad térmica, permeabilidad al vapor de agua, resistencia a la generación de malos olores, resistente

y duradero por lo que se optó por la implementación de Poliuretano R-11 expandido siendo su valor de conductividad térmica entre 0,023 a 0,026 W/(K m) (Today, 2002).

Cálculo del Espesor del Aislamiento

El cálculo del espesor del aislante es un componente muy importante debido a que evita que existan pérdidas por fugas excesivas de calor con el propósito de mantener las condiciones ideales de funcionamiento por largos periodos de tiempo. Los cálculos necesarios para el espesor están dados por la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\Delta T * K}{Q} \quad (7)$$

Donde:

X: Espesor del aislante

ΔT : Variación entre la temperatura exterior e interior

K: conductividad térmica

Q=Valor nominal entre 8 a 10, donde 8 es más eficaz y 10 es menos eficaz el aislamiento.

Reemplazando dichos valores de la ecuación (7) tenemos:

$$X = \frac{(14 - 22)^{\circ}C * 0,026W/m K}{9}$$

Teniendo como resultado un valor de X de: 23,11 mm.

Selección del Sistema de Humidificación

El sistema de humidificación consta de un humidificador de ultrasonido, el cual produce niebla y será impulsado dentro de una tubería de P.V.C hacia el interior de la cámara, con el fin de promover el aumento de humedad del equipo; opera con vibración de alta frecuencia para niebla fina, delicada y de gran cantidad. La salida de la corriente del humidificador será a una fuente de 110 voltios, además estará sobre una superficie cuadrada de espuma Flex, con el fin de distribuir mejor el dispositivo dentro de la fuente de agua. Para su funcionamiento se debe disponer de agua de la llave, debido a la presencia de electrolitos que están presentes en la misma y favorece el desarrollo de niebla.

Figura 10

Sistema de Humidificación

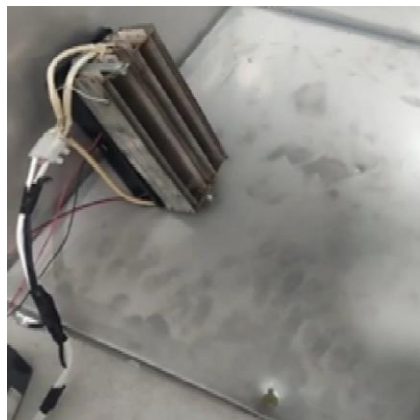


Selección del Sistema de Calentamiento

El sistema de calentamiento está formado por niquelinas, las cuales están conectadas a dos ventiladores hyperflow, donde mediante un sensor se puede controlar el aumento de temperatura. Posee un rango de operación mínimo 20°C y máximo 100°C.

Figura 11

Implementación de Niquelinas Dentro de la Cámara de Maduración



Selección del Sistema de Ventilación

El sistema de ventilación consta de un ventilador hyperflow de 120 mm diámetro, dentro de una estructura de P.V.C, colocada en la zona externa de la cámara para la correcta circulación del aire caliente y otro para impulsar el sistema de flujo de niebla desde el exterior hacia dentro de la cámara de maduración.

Figura 12

Sistema de Ventilación Acoplado dentro de un Tubo PVC

**Tabla 9**

Grupos Experimentales Para Control de Maduración del Salami

Tratamientos	Cantidad de Nitrito de Sodio(ppm)	Nitrato de Acelga (ppm)	Porcentaje de Sustitución de Nitrato
a0/b0	120	0	0%
a1/b25	90	30	25%
a2/b50	60	60	50%
a3/b75	30	90	75%
a4/b100	0	120	100%

Nota. Esta tabla indica las cantidades sustituidas de cada grupo experimental. *Control a0/b0: Formulaci3n con 120 ppm de nitrito de sodio y 0 ppm de nitrato de acelga; *a1/b25: Formulaci3n con 90 ppm de nitrito de sodio y 30 ppm de nitrato de acelga; *a2/b50: Formulaci3n con 60 ppm de nitrito de sodio y 60 ppm de nitrato de acelga; *a3/b75: Formulaci3n con 30 ppm de nitrito de sodio y 90 ppm de nitrato de acelga; *a4/b100: Formulaci3n con 0 ppm de nitrito de sodio y 120 ppm de nitrato de acelga.

Dentro del estudio experimental se plantearon formulaciones con concentraciones de sales de cura diferentes y un est3ndar (muestra control) para realizar un registro de los par3metros de maduraci3n dentro de la elaboraci3n del salami; como lo indica Tabla 9, posterior a ello se hicieron pruebas de degustaci3n del producto final, siendo el mejor quien posea aceptaci3n dentro de un jurado no entrenado mediante prueba no param3trica.

Técnica de Recolección de Datos

Para la recolección de datos, se llevó a cabo mediante el uso de una plantilla de Excel, donde se registró parámetros como pH, humedad relativa, temperatura y peso, además se elaboró fichas de degustación para tomar datos cualitativos, donde se evaluaron características sensoriales como color, aroma, sabor y textura en variables de tipo ordinal, posterior a la toma de datos, los resultados fueron analizados en software estadístico IBM SPSS Statistics, mediante prueba estadística H de Kruskal Wallis (Ortega, 2022).

Población en Estudio y Tamaño de Muestra

Dentro de la elaboración del salami, con diversas concentraciones de extracto de acelga y nitrito, se utilizaron condimentos, aditivos, tripa de fibrosa y cultivo ácido láctico, se formuló un pastón madre; partiendo de 12 kg de materia prima previamente mezclada, luego se dividió 2,4 kg de este pastón en 5 bandejas plásticas, se calculó la cantidad necesaria de sales de cura para cada formulación con el 0%, 25% ,50%, 75% y 100% de sustitución de nitrato, para luego ser mezclado dentro de cada bandeja y posterior embutido, por tanto se obtuvieron 5 salamis provenientes de cada bandeja, obteniendo un total de 25 salamis formulado para las diferentes concentraciones, donde se controló parámetros como peso, temperatura y humedad relativa, además se tomaron tres muestras por cada lote diferente, una sirvió para realizar control experimental del proceso de maduración del producto cárnico como pH y dos muestras para el respectivo análisis sensorial; el resultado estadístico sensorial de entre los 5 diferentes lotes obtenidos, determinó el mejor salami con la concentración ideal de nitrato y nitrito, donde fue enviado a un laboratorio privado los lotes a0/b0, a2/b50 y a4/b100 para el respectivo análisis en niveles de nitrito residual y recuento microbiológico dentro del lote a2/b50 acorde a la norma INEN:1338 (2012).

Métodos de Análisis

Obtención del Extracto de Acelga

Para la obtención del extracto de acelga se realizó en las siguientes etapas.

Diagrama de Flujo: Obtención del Extracto de Acelga

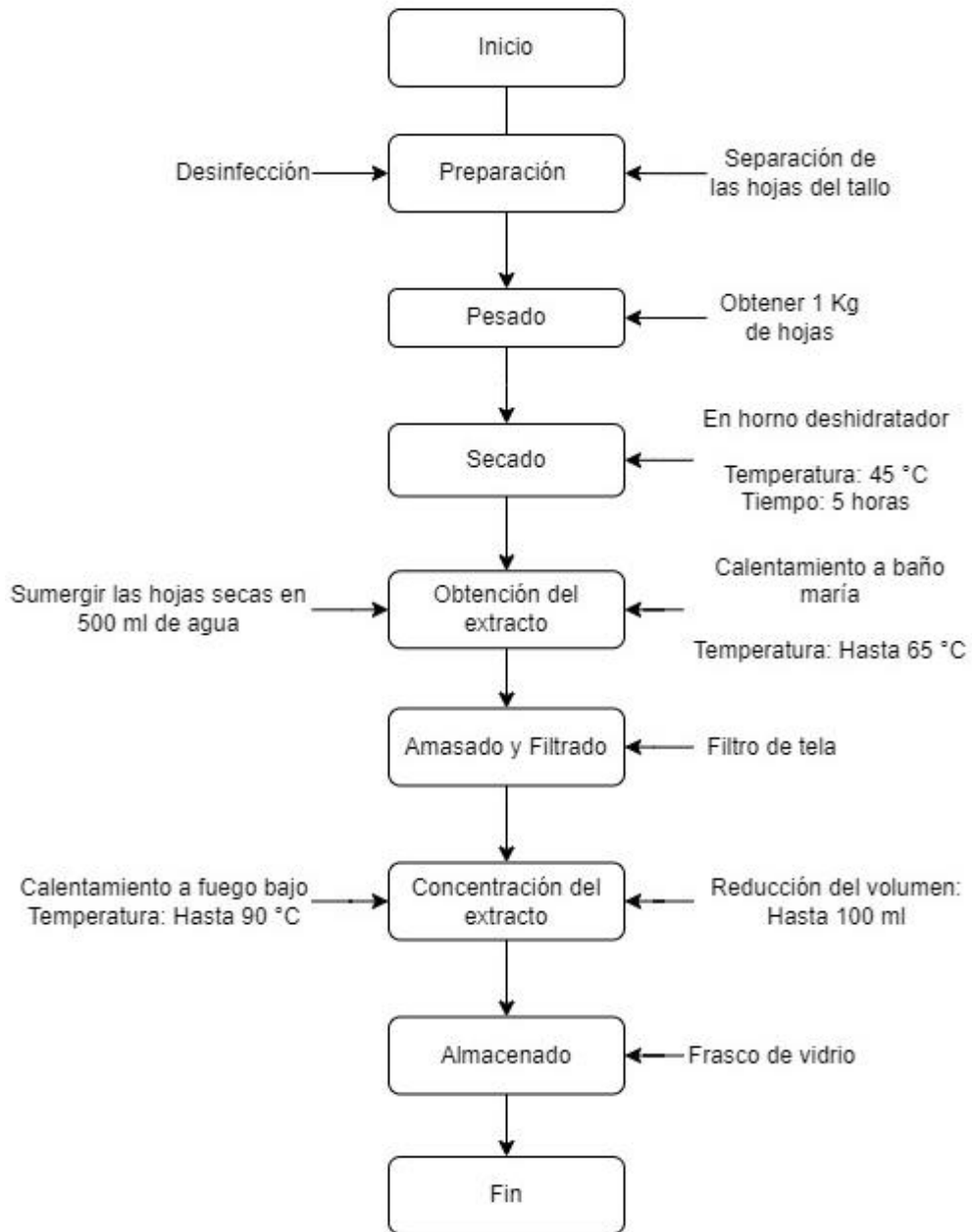


Figura 13

Preparación de las Hojas de Acelga para el Secado



Las hojas escurridas fueron colocadas en bandejas metálicas y secadas dentro de un horno deshidratador por un periodo de 5 horas a temperatura de 45°C.(Antonio,De Michelis. y Elizabeth Ohaco., 2021).

Figura 14

Empleo de Horno Eléctrico e Industrial a Gas Para Secado de Acelga



Nota: *Empleo de horno deshidratador para secar 2 kilos acelga (izquierda), uso de horno deshidratador industrial para secar 3 kilos de acelga(derecha).

Figura 15

Resultado del Proceso de Secado de las Hojas de Acelga



Según la metodología planteada por Carvajal-Macías et al,(2019), se implementó pequeñas modificaciones del método para la obtención del extracto de acelga, mediante infusión con hojas secas, para lo cual fueron sumergidas dentro de 500 ml de agua potable y sometido a calentamiento dentro de baño maría hasta tener temperatura de 65°C, posterior a ello se retiró del fuego y mediante amasado y filtrado en tela, se procedió a escurrir el zumo resultante, para luego llevar a concentrar el extracto obtenido mediante calentamiento a fuego bajo hasta alcanzar temperatura de 90°C.

Figura 16

Infusión de las Hojas Secas de Acelga



Figura 17

Obtención del Extracto de Acelga a Dosificar



Nota: *Obtención del zumo de hojas de acelga (izquierda), extracto concentrado de acelga en 250 ml de agua (derecha).

El producto final obtenido fue trasvasado dentro de un frasco de vidrio esterilizado, con un contenido de 100 ml de extracto concentrado. Se repitió el mismo procedimiento en 5 recipientes más, obteniendo en total un recipiente con solo 250 ml de extracto concentrado para posterior dosificación entre cada lote.

Análisis de Nitrato en Acelga. Según la literatura mencionada dentro del marco teórico; para corroborar los niveles de nitrato presentes en hojas de acelga; se procedió analizarlas mediante espectrofotometría, usando el equipo DR 2800, siendo un espectrofotómetro VIS con un rango de longitud de onda entre 340-900 nm, el cual permite lecturas de salida digitales en unidades de concentración directas, absorbancia o transmitancia (%). Luego de preparar el equipo mediante una curva de calibración con la concentración de una solución patrón de nitrato, la muestra a analizar de un frasco de 100 ml de extracto concentrado fue diluida a concentración 1/100, se midió su longitud de onda dentro del equipo a 350 nm, dando como resultado una cantidad de 1,6 mg/L; sin embargo, al considerar el factor de dilución su resultado final fue de 160 ppm.

Figura 18

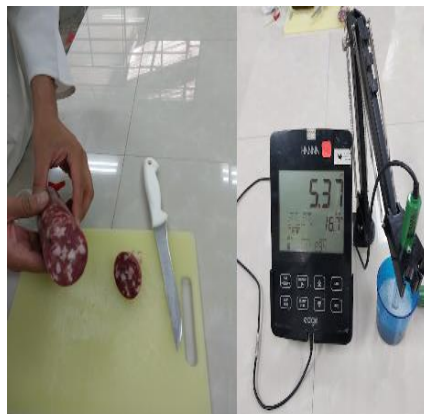
Uso De Espectrofotómetro DR 2800 Para Cuantificar Ppm de Acelga

**Controles Físico-Químico del Salami**

El periodo de control fisicoquímico del salami, fueron dentro de intervalos de 3 días de maduración, donde se llevó registro de la temperatura y humedad relativa mediante el panel digital de la cámara climatizada, el registro de peso de los salamis se lo realiza en balanza analítica con 3 cifras significativas, se tomaron 3 muestras representativas de cada lote; mientras que los controles de pH, a partir de una muestra se tomó un corte de 10 g y se diluyo en 100 ml de agua destilada, luego fue licuado por un lapso de un minuto y mediante un colador obtener la solución donde será tomada su lectura de pH con el uso de un pH metro multiparamétrico Hanna EDGE.

Figura 19

Lectura del pH de las Muestras de Salami



Nota: *Corte de aproximadamente de 10 g de la muestra de salami (izquierda), lectura del pH de la muestra licuada y diluida en 100ml de agua destilada (derecha).

Formulación para la Elaboración de Salami**Tabla 10***Formulación Para la Elaboración de Salami*

Ingredientes	a0b0	a1b25	a2b50	a3b75	a4b100
Carne de res (95/5)	2000,000	2000,000	2000,000	2000,000	2000,000
Grasa (20/80)	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Sal de cura	48,000	36,000	24,000	12,000	0,000
Extracto acelga	0,000	22,727	45,455	68,182	90,909
Aditivos	47,083	59,083	71,083	83,083	95,083
Espicias	25,493	53,145	53,145	53,145	53,145
Cultivo Starter	0,933	0,933	0,933	0,933	0,933
Total	2521,51	2571,89	2594,62	2617,34	2640,07

Nota: *La presente tabla indica la dosificación expresada en gramos dentro de los diferentes tratamientos, sin embargo, también se consideró el extracto de acelga para las formulaciones pertinentes dadas como el 0%,25%,50%,75% y 100% de sustitución de nitrato.

Para la elaboración del salami se partió de una dosificación de pastón que contenga la suma de todos los ingredientes dentro de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, sin la adición de sales de cura y extracto de acelga; donde para ello se dividió el pastón y se calculó la cantidad necesaria a incorporar dentro de recipientes separados por cada lote formulado, luego previo al mezclado manual con la incorporación de sal de cura y extracto de acelga, se llevó a embutir en tripa de fibrosa. Se obtuvieron 5 salamis formulados por cada lote diferente, para poder realizar los controles de maduración pertinentes, dando un total de 25 salamis entre los diferentes tratamientos.

Figura 20

Incorporación de la Sal de Cura y Posterior Embutido



*Nota: *Adición de sal de cura y extracto de acelga (izquierda), embutido en tripa de fibrosa (derecha).*

Figura 21

Distribución de los Salmis Elaborados en la Cámara de Maduración



Los salamis elaborados fueron distribuidos en la parte inferior de la cámara climatizada, donde el exceso de agua es liberado mediante una manguera situada debajo de la misma.

Diagrama de flujo: Elaboración de Salami

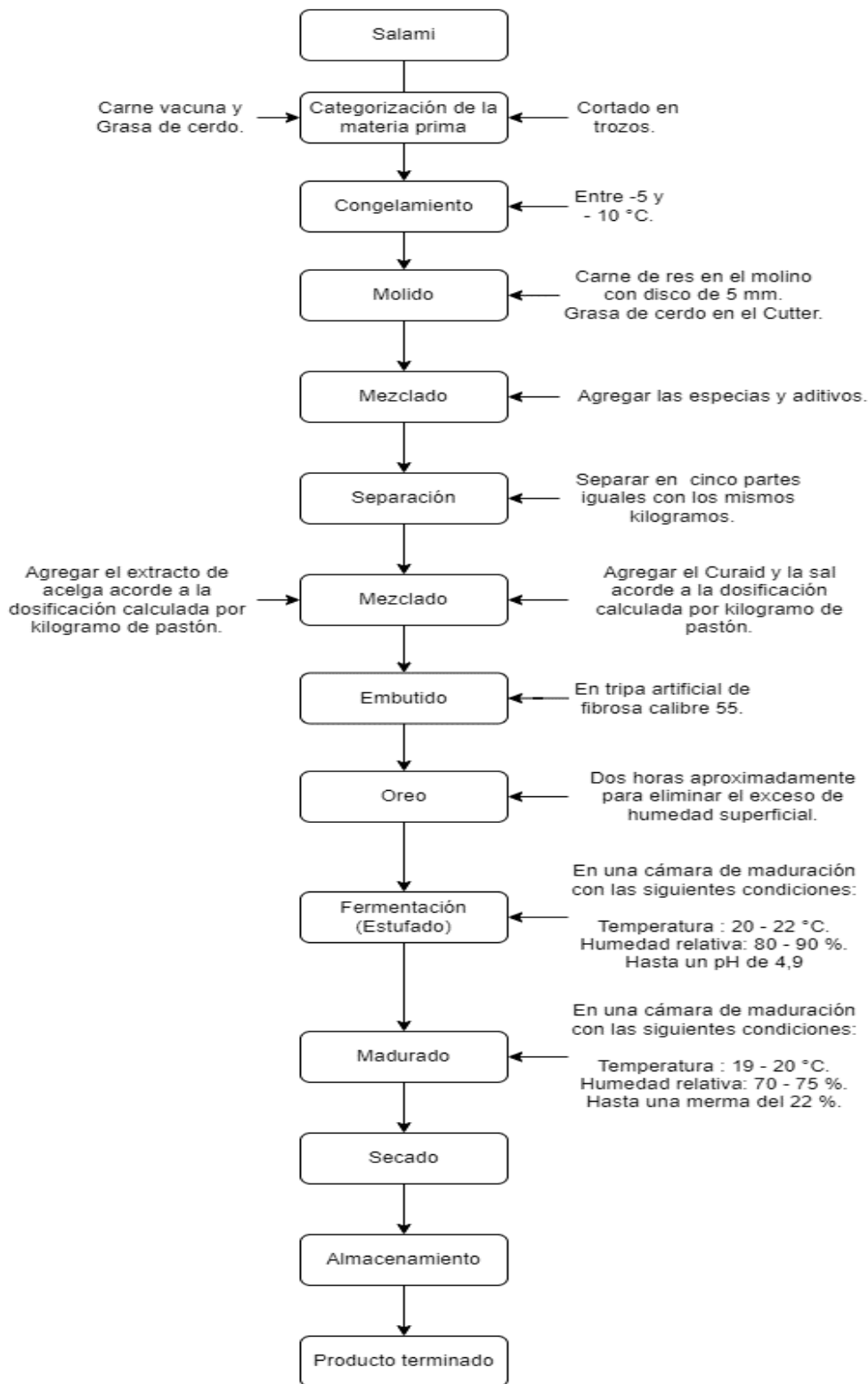
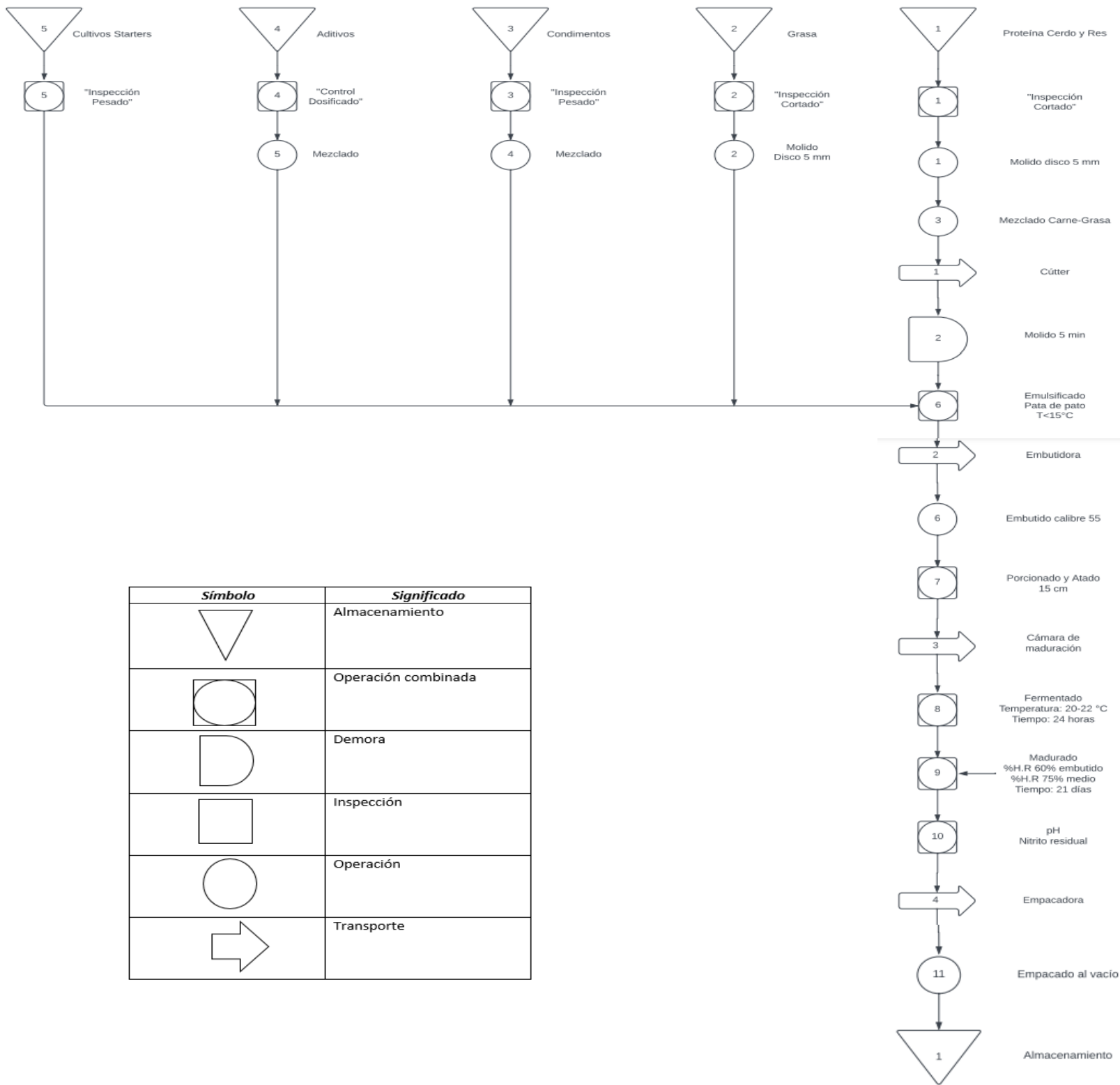


Diagrama D.P.O para la Formulación del Salami



<i>Símbolo</i>	<i>Significado</i>
	Almacenamiento
	Operación combinada
	Demora
	Inspección
	Operación
	Transporte

Cálculo del Número de Panelistas para Degustación

Para el estudio fueron necesarios estudiantes de octavo y decimo ciclo de la carrera de Ingeniería Química, donde sumaron un total de 44 estudiantes que fue la población de estudio.

Para el cálculo del número de panelistas, Baca (2012) define el número de encuestas necesarias para la realización de estudios, donde se especifica alguna característica económico o social que el investigador considere.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{E^2(N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (8)$$

Donde:

n=número de fichas necesarias.

N = población de estudio.

Z = distribución normal ($Z = 1.96$ la probabilidad de confianza es 95%).

p = probabilidad de aceptación deseada para la prueba.

q = probabilidad de rechazo deseada para la prueba.

E = Porcentaje de error aproximado.

Tabla 11

Valores Para el Cálculo de Fichas de Degustación

N	44
Z	1.96
E	0,05
P	0,5
q	0,5

Remplazando los datos en la ecuación (4) tenemos:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{E^2(N - 1) + Z^2 * p * q} = \frac{44 * 1.96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(44 - 1) + 1.96^2 * 0,5 * 0,5} = 39,5 \sim 40$$

Dando como resultado 40 fichas de degustación para recolectar la información.

Elaboración de la Ficha de Degustación

La ficha de degustación fue planteada minuciosamente, estableciendo el orden de catamiento para un total de 40 panelistas no entrenados; donde se llevaron a cabo las indicaciones pertinentes y se procedió con la toma de resultados mediante la ficha planteada.

En el Anexo:1 es posible encontrar la ficha donde se evaluó cada uno de los atributos sensoriales para degustación del consumidor.

Análisis de Aceptación Mediante Pruebas Hedónicas

El análisis de aceptación se planteó mediante la comparación de 4 grupos frente a un testigo denominado a0/b0, mediante la tabulación de los resultados obtenidos en las fichas de degustación, se llevaron a cabo la comparación estadística entre cada uno de los lotes con diferentes formulaciones, evaluando por separado cada aspecto cualitativo mediante la prueba estadística H de Kruskal Wallis para muestras independientes, mediante un análisis post hoc se pudo comparar los grupos en los que existen diferencias significativas $p < 5\%$ donde se planteó la hipótesis alternativa del investigador **H_i**: Al menos un grupo presenta cambios significativos diferente a los demás, el resultado de dicho análisis fue interpretado dentro del diagrama de cajas y bigotes donde se pudo obtener un criterio general de aceptación en cuanto al mejor producto entre los diferentes aspectos a evaluar.

Selección de la Mejor Muestra Mediante Prueba Estadística H de Kruskal Wallis.

Para comparar el mejor producto seleccionado se tomó como punto de comparación la formulación testigo y se comparó entre cada uno de los diferentes aspectos evaluados en las pruebas hedónicas, donde se optó por el producto final que cumpla características similares entre el producto de control y sus valores no estén por debajo del cuartil 1, además de la existencia de valores atípicos se consideró el error entre los criterios de aceptación de los bigotes y la varianza de los datos no sea muy distribuida.

Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se realizó con el mejor producto obtenido dentro de las pruebas estadísticas de degustación, donde se tomó una muestra representativa de ese lote que cumpla las características similares o mejores comparadas dentro del producto testigo, para luego ser analizada su población microbiológica dentro de un laboratorio privado donde se controló los siguientes aspectos:

Tabla 12*Requisitos Microbiológicos Para Productos Cárnicos Curados*

Requisitos	N	E	M	M	Método de Ensayo
Staphylococcus aureus ufc/g *	5	1	1,0x10 ²	1,0x10 ³	NTE INEN 1529-14
Clostridium perfringens ufc/g *	5	1	1,0x10 ³	1,0x10 ⁴	NTE INEN 1529-18
Salmonella ¹ /25g **	10	0	Ausencia	-	NTE INEN 1529-15

Nota: * Requisitos para determinar término de vida útil. ** Requisitos para determinar inocuidad del producto. Fuente:(INEN, 2012).

El análisis microbiológico se lo llevo a cabo de los 28 días de maduración, para ello se consideró 100g de muestra, la cual se la empaqueta en papel aluminio para ser analizada dentro de laboratorio, la técnica de análisis o método de ensayo se detalla en la Tabla 12.

Análisis de Nitrito Residual

El análisis de nitrito residual comprende el uso de una cantidad representativa de la mejor muestra y un salami testigo con un tamaño de aproximadamente 100 g respectivamente, dichas muestras que servirán de guía, para efectuar el análisis de nitrito residual; fueron recogidas al cabo de 28 días de maduración, posterior a ello se llevó a análisis dentro del laboratorio de control de alimentos M.S.V (privado).

Procesamiento de Datos

El procesamiento de la información fue tratado dentro de hojas de cálculo en Excel; donde se dispuso de toda la información recolectada dentro de las pruebas hedónicas, para luego ser tabuladas mediante el uso de software estadístico IBM SPSS Stactics; además se llevó de igual manera, registros de los controles de pH, peso, humedad relativa, porcentaje de merma, temperatura y tiempos de maduración del salami.

CAPÍTULO IV

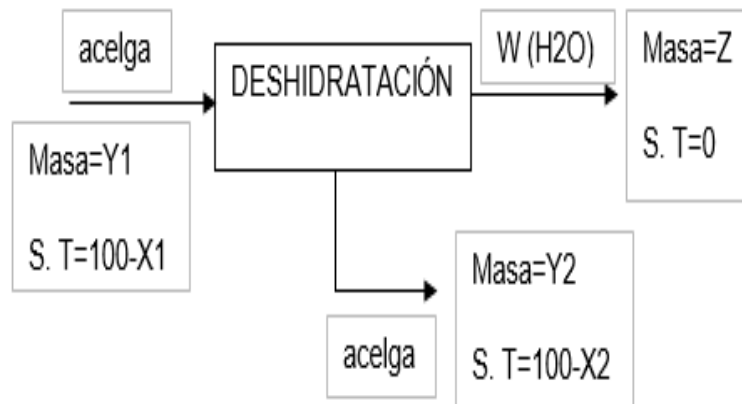
Resultados y Discusiones

Resultados

Rendimiento del Secado de la Acelga

Figura 22

Balance de Materia Para Secado de la Acelga



Nota: Se partió de una base de cálculo de 1kg de hojas húmedas en cada lote (Y1). *El porcentaje másico de fracción seca de acelga se expresó como S.T. *La humedad inicial en las hojas se expresa como X1. *La humedad final luego del deshidratado como X2. *La salida por pérdidas de agua se expresa como Z y el peso de agua que se retiró como W. Fuente: Elaboración(autores)

$$\%M = \frac{Y1 - Y2}{Y1} * 100 \quad (9)$$

$$\%R = \frac{Y1 - Z}{Y1} * 100 \quad (10)$$

Partiendo de una base de cálculo de 1kg de acelga húmeda, con humedad inicial X1 y una humedad después del secado X2, se hizo uso de las ecuaciones (9) y (10) para hallar el %Merma y %Rendimiento con el que se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 13

Resultado Balance de Materia en el Deshidratado de Acelga

Tratamientos	Peso Seco (kg)	Pérdida agua (kg)	Humedad Inicial (%)	Humedad final (%)	Rendimiento (%)	Diferencia de Peso (%)
a0/b0	0,176	0,824	95	15	17,6	82,4
a1/b25	0,18	0,82	95	15	18	82
a2/b50	0,192	0,808	95	15	19,2	80,8
a3/b75	0,2	0,8	97	12	20	80
a4/b100	0,231	0,769	97	12	23,1	76,9
Promedio	0,1958	0,8042	95,8	13,8	19,58	80,42

Los resultados del deshidratado de acelga muestran una reducción gradual de humedad, siendo 81%, la cantidad de humedad eliminada durante el proceso, además el secado entre los dos hornos posee un rendimiento general del 19,58%, con una merma del 80,42% entre los 5 kilos de acelga deshidratada, tal como se observa en la Tabla 13.

Control Parámetros de Maduración del Salami

Control de Temperatura. Los controles de temperatura se realizaron en intervalos de 3 días, partiendo del primer día a una temperatura ambiente de 25°C para todos los lotes, hasta regular la temperatura de almacenamiento en cada fase de maduración y obtener el producto final a los 21 días, donde se obtuvo los siguientes resultados.

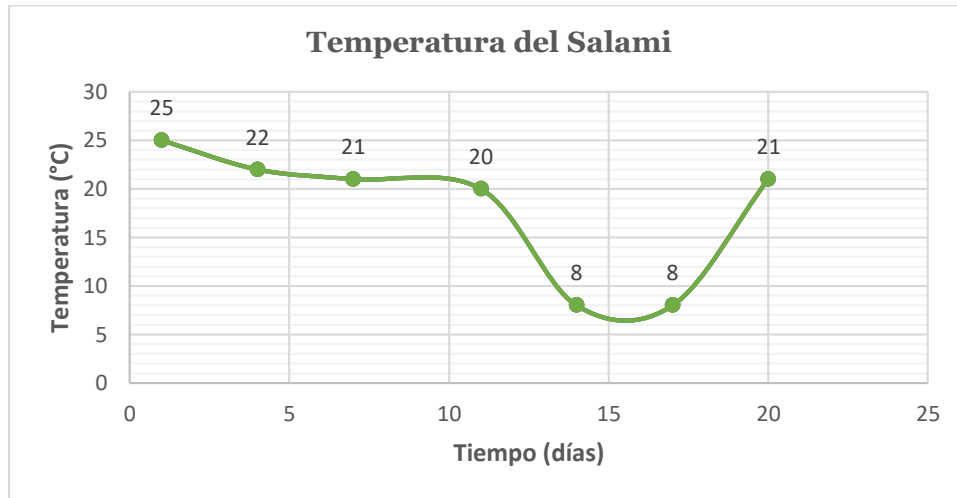
Tabla 14

Estadísticos Descriptivos Parámetro Temperatura

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Temperatura_°C	7	8,00	25,00	17,857	6,914

Figura 23

Control Temperatura del Salami



Los controles de temperatura en las muestras fueron independientes en cada periodo, sin embargo, hubo ligeras variaciones durante los días 7 y 14, donde los salamis fueron refrigerados, luego de recibir tratamiento de una solución al 5% P/V con sorbato de potasio, las muestras permanecieron almacenadas a temperatura de 8°C durante 3 días y colocadas nuevamente dentro del interior de la cámara climatizada. Lo que permitió además una rápida maduración del embutido por el incremento de la temperatura como se observa en la

Figura 23.

Control de pH. El control del pH, se realizó en intervalos de 3 días, donde el pH del pastón inicial fue de 5,65 hasta proceder los 21 días de maduración dentro de la cámara, obteniendo los siguientes resultados promedio.

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
a0_b0	7	5,01	5,65	5,2871	0,24690
a1_b25	7	5,02	5,65	5,2857	0,23408
a2_b50	7	4,89	5,65	5,2386	0,27132

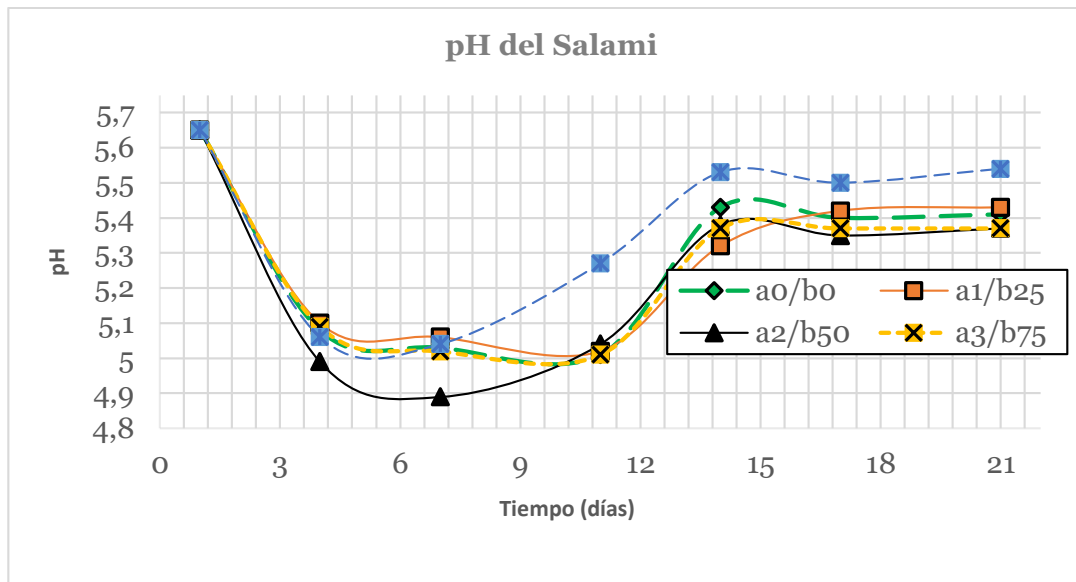
Tabla 15	a3_b75	7	5,01	5,65	5,2686	0,23695
	a4_b100	7	5,04	5,65	5,3700	0,24658

Estadísticos Descriptivos Parámetro pH del Salami

Nota: Parámetros descriptivos tomados a partir del día 1 y finalización a los 21 días de toma de datos.

Figura 24

Control pH del Salami



Los valores de pH de las diferentes muestras al acabo de los 4 primeros días, mostraron una disminución del pH con valores cercanos a 5 como se observa en la Tabla 15; debido a que se dieron las condiciones necesarias para convertir el azúcar de la proteína del salami en ácido láctico por acción del cultivo starter, durante la primera etapa de inoculación; lo que eventualmente permite una disminución del mismo hasta llegar la etapa de maduración, donde se produce un incremento del pH, a partir de los 7 días, debido también a la transformación de

nitrito en nitrito; lo que también favorece la formación del color rojo característico y aroma en los embutidos curados.

Según (Faria et al., 2020) con diferentes formulaciones de salami con muestras de extracto de espárrago también mostraron valores de pH que varía de 5,0 a 6,0 en el control final de maduración donde en algunas de las muestras hubo una disminución mayor del pH, pero esto se debe a la mayor producción de ácido láctico, debido a los azúcares fermentables según (Espinales et al., 2023). La etapa final de maduración surge dentro de los 14 días, donde no se apreció cambios notables del pH, lo que indica que la fase terminal del cultivo starter ha iniciado y las reservas alimenticias y población microbiológica disminuye en torno a un pH promedio de 5,3 tal como se indica en la Figura 24.

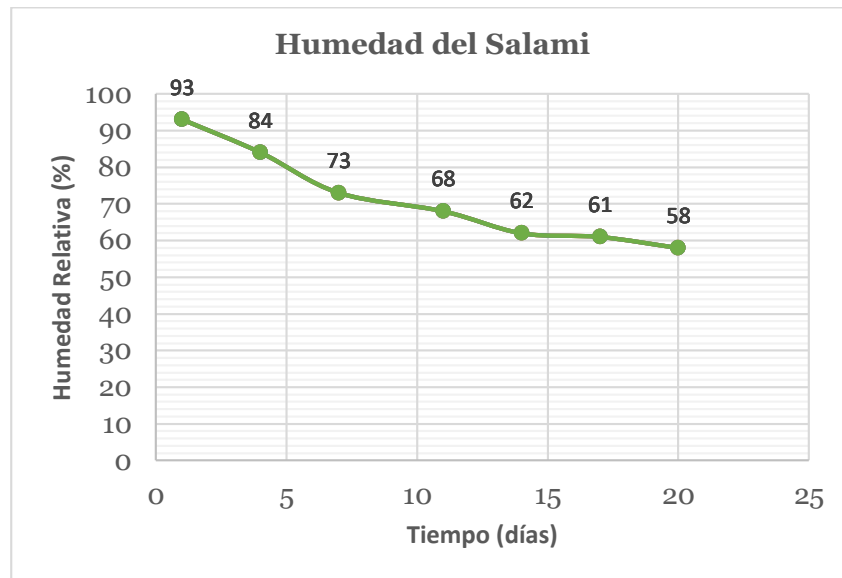
Control de Humedad Relativa

Tabla 16

Estadísticos Descriptivos Parámetro Humedad Relativa del Salami

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Humedad relativa	7	58,00	93,00	71,2857	13,00915

El control de humedad relativa, se realiza en intervalos de 3 días, donde el porcentaje de humedad inicial se fijó en 93% para todas las muestras, paulatinamente los parámetros de humedad fueron disminuyendo cada tres días dentro de la cámara climatizada, obteniendo una media de 71% hasta los 21 días de almacenamiento, donde se mantuvo en niveles mínimo del 58% de humedad; como lo indica Tabla 16.

Figura 25*Control de Humedad Relativa del Salami*

Los resultados del control de humedad fueron los mismos para todos los lotes dentro de cada periodo diferente, debido a que todos permanecieron en las mismas condiciones de maduración dentro de la cámara climatizada, como lo indica Figura 25.

Control de Peso y % Merma. Los controles de pesaje iniciaron a partir del día uno de elaboración, hasta los 21 días de culminación de la maduración del producto final, los pesos obtenidos y el porcentaje de merma fueron los siguientes:

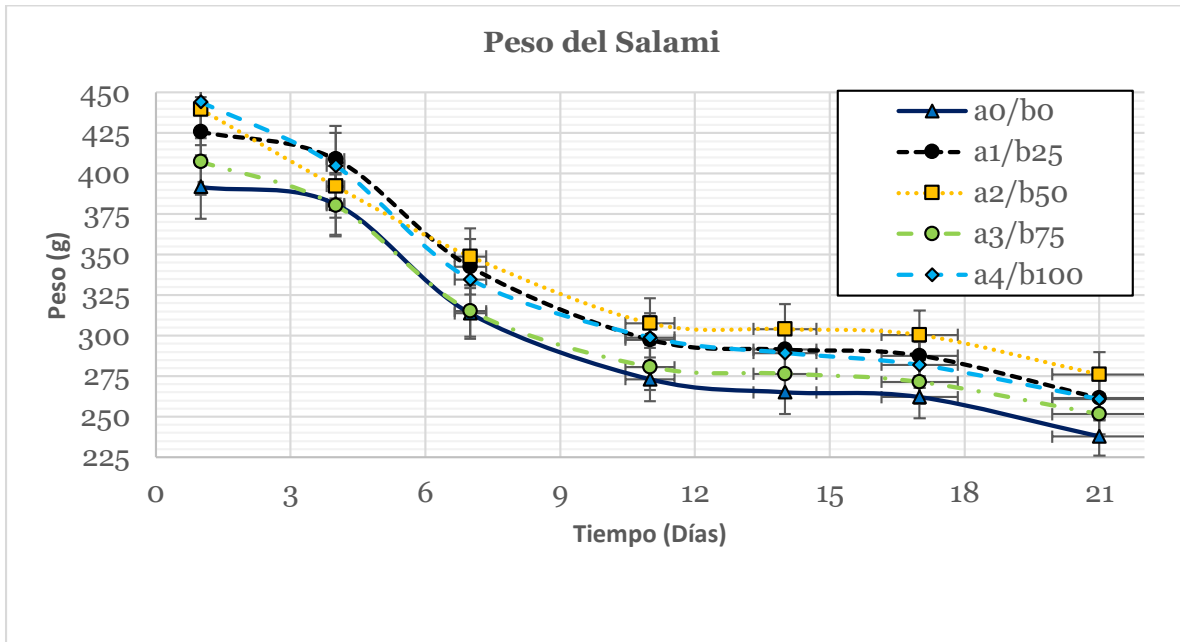
Tabla 17*Estadísticos Descriptivos Parámetro Peso Para el Salami*

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
a0_b0	7	237,75	391,84	303,540	61,11282
a1_b25	7	238,00	392,00	303,571	61,06515
a2_b50	7	276	440	338,48	58,722
a3_b75	7	252	407	311,81	59,568
a4_b100	7	261	444	330,68	68,793

Nota: *El control de los pesos fueron realizados en gramos para cada muestra de lote respectivamente.

Figura 26

Controles Peso del Salami



El peso del salami se obtuvo a partir del primer día de elaboración, teniendo un promedio de 415 g entre los diferentes lotes formulados, el peso al final la maduración del embutido fue en promedio de 253 g entre las diferentes muestras, dando como resultado salamis de peso aproximado de 318 g como se muestra en Tabla 17.

Por su parte, la disminución de peso del salami es evidente en el transcurso de maduración del embutido, por la gradual disminución de humedad relativa, como se muestra en la Figura 26; donde la condensación de agua hacia la superficie externa, disminuye la actividad de agua; favoreciendo la textura y concentración de sabores del salami.

Tabla 18

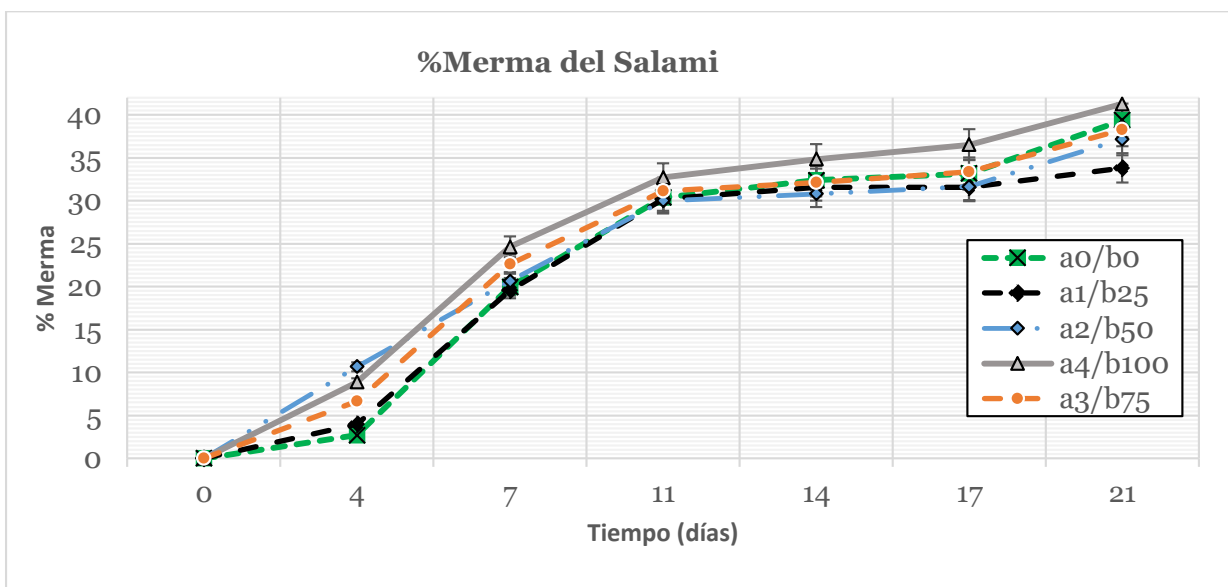
Estadísticos Descriptivos Parámetro %Merma

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
a0_b0	6	2,695	39,375	22,566	15,615
a1_b25	6	3,983	33,820	21,528	14,155
a2_b50	6	10,680	37,176	22,991	13,366
a3_b75	6	6,635	38,242	23,449	14,634
a4_b100	6	8,866	41,268	25,550	15,477

Nota: *El control del %Merma inicio desde el 4 día debido a que no existía disminución dentro de los primeros días.

El porcentaje promedio de merma inicial fue de 6,57% entre los diferentes lotes formulados, debido a que, durante los primeros días, no existe mucha diferencia significativa de pérdida de peso, lo que favorece el aumento del % merma, sin embargo, se observa un promedio del 23% durante la etapa de maduración del embutido y un valor máximo de 38% como se indica en la Tabla 18.

Figura 27
Controles %Merma del Salami



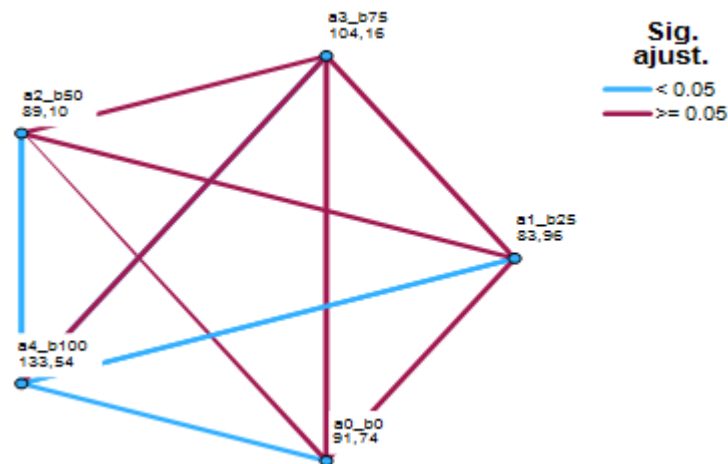
En base a la Figura 27, el porcentaje de merma tiende a aumentar conforme transcurre la fase de maduración del salami, según valores mostrados en la gráfica, existe un notable aumento durante los días 7 al 11 de la etapa intermedia, con un valor creciente del 30% en adelante y con referencia a otros estudios que usaron también extractos vegetales para la elaboración de salami, mostraron que todavía estaban en el rango esperado de 30 a 42% según (Faria et al., 2020), a su vez dicha pérdida de peso en el salami durante el proceso de maduración está influenciada por los parámetros de acondicionamiento de la carne, la formulación, el proceso de secado, el diámetro del producto y el tiempo según el estudio de (Espinales et al., 2023).

Resultados de Pruebas Hedónicas

Variable Color. Los resultados planteados mediante la prueba H de Kruskal Wallis fueron interpretados dentro del software estadístico IBM SPSS donde se realizó un análisis comparativo por separado de cada aspecto cualitativo entre de los diferentes lotes a evaluar, obteniendo así los siguientes resultados.

Figura 28

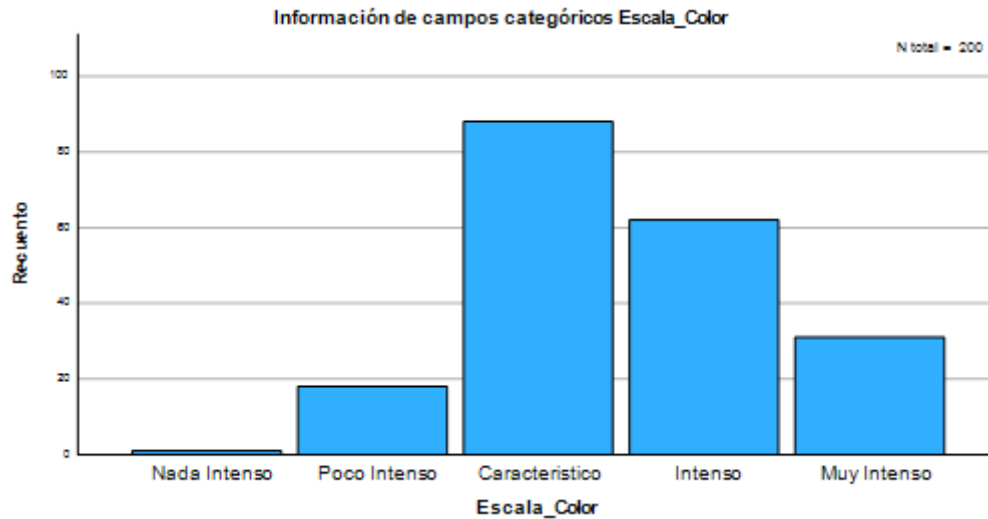
Comparaciones por Parejas Variable de Agrupación Color



Los resultados para el atributo color, muestra la agrupación de datos representados mediante el rango estudentizado, teniendo una mayor distribución dentro del lote a4_b100; con un valor de 133.54, además se puede indicar que entre los grupos a0_b0, a1_b25, a2_b50 y a4_b100 existen diferencias significativas, debido a que $p < 5\%$; tal como se puede apreciar en la Figura 28.

Figura 29

Frecuencia de Campos Categóricos Variable Color

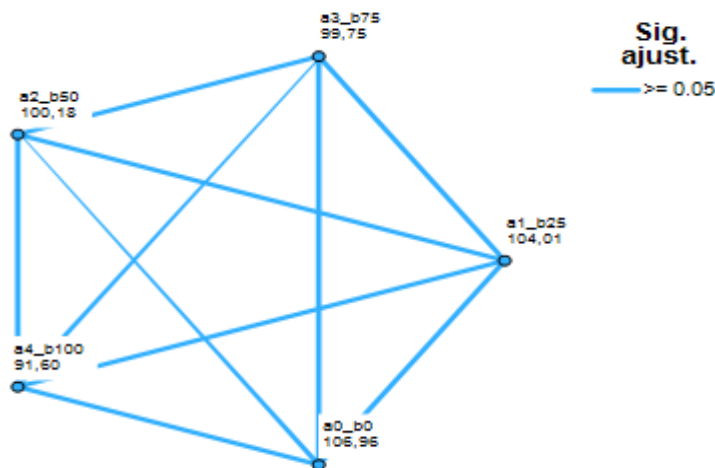


Los datos mostraron un mayor puntaje dentro del atributo color característico, con un valor de 85 votos, siendo el mismo atributo predominante entre los 5 lotes evaluados por los panelistas no entrenados, donde no existió una diferencia notable, tal como se puede observar en la Figura 29.

Variable Aroma. En cuanto a los resultados obtenidos para el atributo aroma mediante la prueba H de Kruskal Wallis fueron los siguientes:

Figura 30

Comparaciones por Pares Variable de Agrupación Aroma

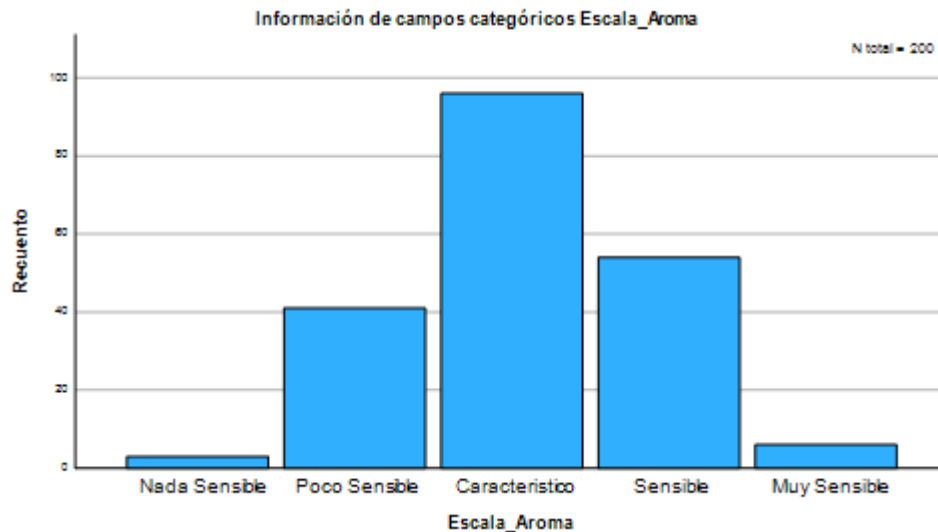


Los resultados obtenidos durante el análisis de datos, muestran que existe dispersión entre todas las clases evaluadas: sin embargo, se puede observar una mayor distribución entre el lote de control a0_b0 con un promedio en su rango de 106.96; también indican una significancia, $p > 5\%$

entre los diferentes lotes, donde no existieron diferencias significativas en cuanto al atributo aroma que indique cambios apreciables dentro de los salamis, tal como se observa dentro de la Figura 30.

Figura 31

Frecuencia de Campos Categóricos Variable Aroma

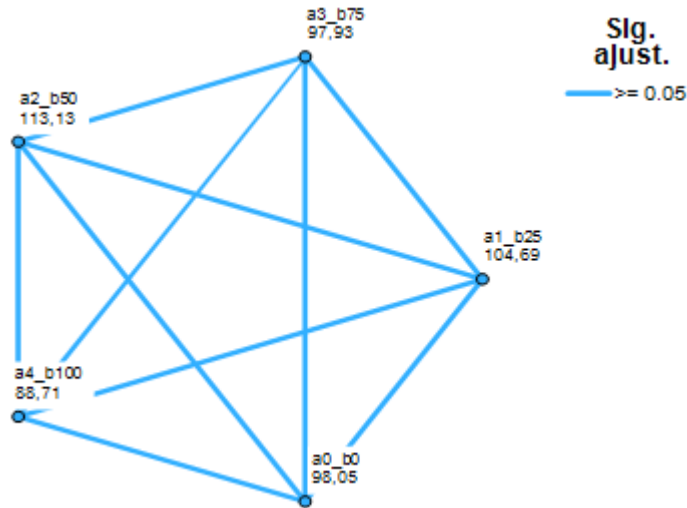


La mayor cantidad de opiniones, demostró que en cuanto a la variable aroma, la clase predominante entre los diferentes lotes, fue el característico del salami, con un total de 96 votos, tal como lo indica Figura 31; ya que los participantes no notaron cambios relevantes entre los demás grupos notando similitudes entre los diferentes salamis.

Variable Sabor. Los resultados estadísticos evaluados dentro del atributo sabor fueron los siguientes:

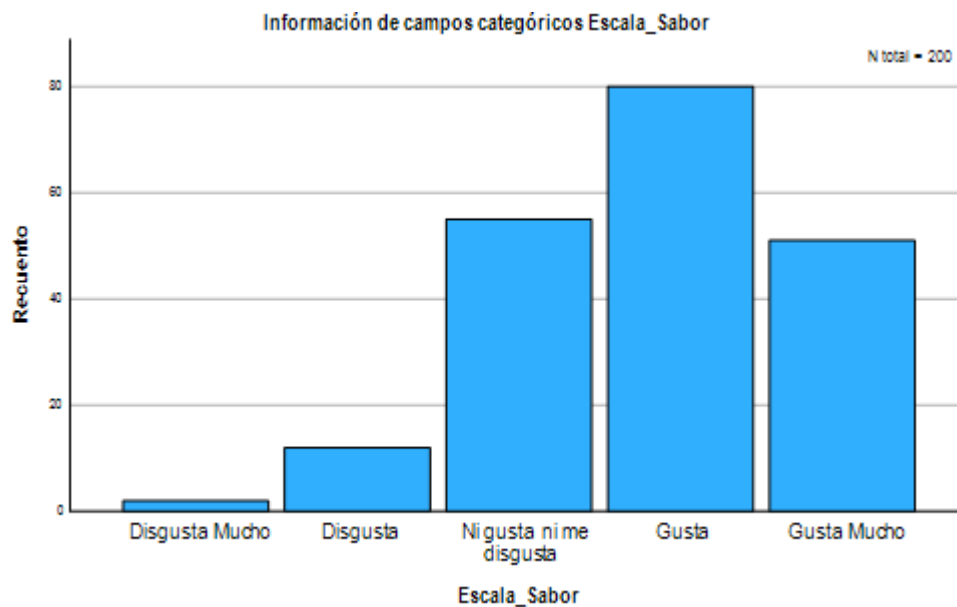
Figura 32

Comparaciones por Parejas Variable de Agrupación Sabor



Los resultados evaluados dentro de la variable sabor, indicaron que, para el rango promedio, existe una distribución mayoritaria para el lote a2_b50 con un valor de 113.13, además si se compara las relaciones entre los diferentes grupos, no existieron diferencias significativas que demuestren que p valor > 5%; como se observó en la Figura 32.

Figura 33
Frecuencia de Campos Categóricos Variable Sabor



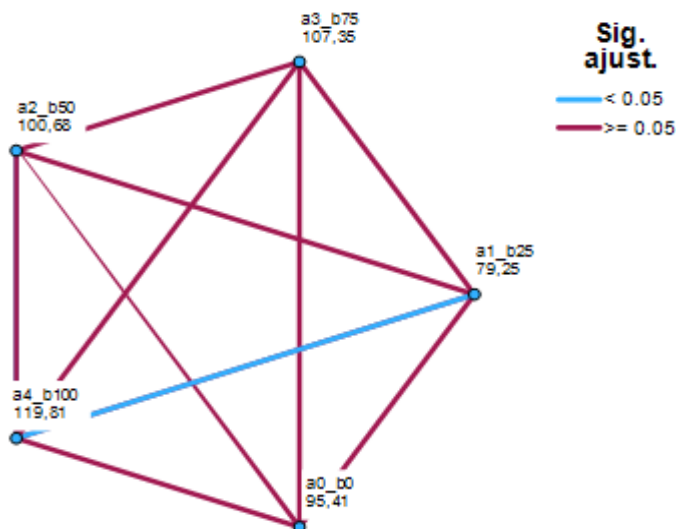
Los resultados del análisis estadístico demostraron que existieron opiniones variadas entre los participantes, los cambios tuvieron un alcance mayoritario dentro del atributo “gusta”, donde se evaluó el sabor del salami, teniendo una votación de 80 entre el total de opiniones, tal como lo indica en la Figura 33. Dichos resultados indicaron que los consumidores no perciben cambios perceptibles dentro de las diferentes formulaciones con nitrato de acelga, ya que tuvo un grado de aceptación general por parte de los estudiantes evaluados.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Variable Textura. Los resultados estadísticos evaluados en torno al parámetro textura indicó los siguientes resultados:

Figura 34

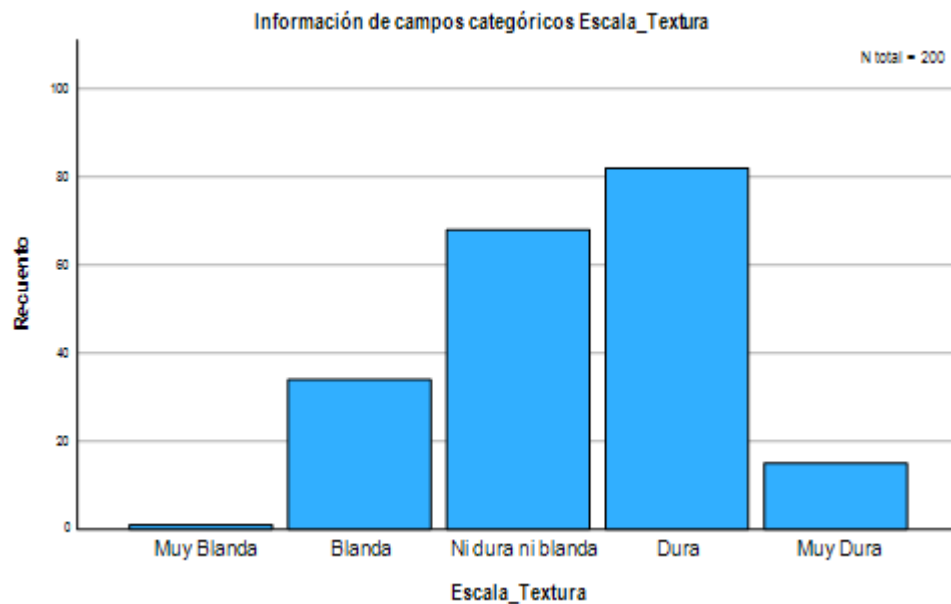
Comparaciones por Parejas Variable de Agrupación Textura



Los resultados para la variable textura, otorgó un mayor rango promedio dentro del lote a4_b100; indicando la mayor distribución de datos dentro del mismo, con un valor de 119.81, además sugiere que existe cambios significativos entre los diferentes lotes, donde significancia fue p valor < 5%; por lo que se rechazó la hipótesis nula y se consideró la hipótesis alternativa entre los lotes a1_b25 y a4_b100 como se muestra en la Figura 34.

Figura 35

Frecuencia de Campos Categóricos Variable Textura



Los resultados entre los votos de los participantes, demostró que el atributo “dura” dentro de la textura de los salamis, fue predominante, con un total de 81 votos, siendo notoria entre los diferentes lotes, como se puede observar en la Figura 35.

Resultado De Comparación Estadística Entre Los Diversos Grupos

Los resultados estadísticos mostraron diferencias significativas dentro de algunos atributos cualitativos evaluados, por lo que se procedió con el análisis post hock entre los grupos donde existían dichas diferencias significativas, indicando los siguientes resultados:

Tabla 19

Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Color

Tipo de Análisis	Escala Color
H de Kruskal-Wallis	21,493
gl	4
Sig. asin.	<,001

Tabla 20*Análisis Post Hock Variable de Agrupación Color*

Muestra1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. Ajust. ^a
a1_b25-a2_b50	-5,137	12,145	-0,423	0,672	1,000
a1_b25-a0_b0	7,775	12,145	0,640	0,522	1,000
a1_b25-a3_b75	-20,200	12,145	-1,663	0,096	0,963
a1_b25-a4_b100	-49,575	12,145	-4,082	<0,001	0,000
a2_b50-a0_b0	2,638	12,145	0,217	0,828	1,000
a2_b50-a3_b75	-15,063	12,145	-1,240	0,215	1,000
a2_b50-a4_b100	-44,438	12,145	-3,659	<0,001	0,003
a0_b0-a3_b75	-12,425	12,145	-1,023	0,306	1,000
a0_b0-a4_b100	-41,800	12,145	-3,442	<,001	0,006
a3_b75-a4_b100	-29,375	12,145	-2,419	0,016	0,156

Nota: *Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son iguales. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de 0,05 a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Los análisis estadísticos para el parámetro color, demostró cambios significativos entre los diferentes grupos con un p valor de <0,001 como lo indica Tabla 19, para determinar que grupos son diferentes entre sí; se realizó una comparación post hock, demostrando que las parejas a1_b25-a4_b100, a2_b50-a4_b100 y a0_b0-a4_b100 experimentan una significancia ajustada de 0,000 0,003 y 0,06 respectivamente como se puede corroborar en la Tabla 20.

Tabla 21*Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Aroma*

Tipo de Análisis	Escala Aroma
H de	1,858
Kruskal-Wallis	
gl	4
Sig. asin.	0,762

Tabla 22*Análisis Post Hock Variable de Agrupación Aroma*

Muestra1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. Ajust.^a
a4_b100-a3_b75	8,150	12,010	0,679	0,497	1,000
a4_b100-a2_b50	8,575	12,010	0,714	0,475	1,000
a4_b100-a1_b25	12,413	12,010	1,034	0,301	1,000
a4_b100-a0_b0	15,363	12,010	1,279	0,201	1,000
a3_b75-a2_b50	,425	12,010	0,035	0,972	1,000
a3_b75-a1_b25	4,263	12,010	0,355	0,723	1,000
a3_b75-a0_b0	7,213	12,010	0,601	0,548	1,000
a2_b50-a1_b25	3,838	12,010	0,320	0,749	1,000
a2_b50-a0_b0	6,788	12,010	0,565	0,572	1,000
a1_b25-a0_b0	2,950	12,010	0,246	0,806	1,000

Los valores observados en la Tabla 21, demostraron que entre los diferentes grupos no existieron cambios significativos en torno al parámetro aroma p valor=0.762, por lo que no existen diferencias significativas entre la comparación grupal de los diferentes lotes, teniendo una significancia de p valor>5% como lo indica la Tabla 22.

Tabla 23*Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Sabor*

Tipo de Análisis	Escala Sabor
H de Kruskal-Wallis	4,366
gl	4
Sig. asin.	0,359

Tabla 24*Análisis Post Hock Variable de Agrupación Sabor*

Muestra1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. Ajust.^a
a4_b100-a3_b75	9,212	12,267	0,751	0,453	1,000
a4_b100-a0_b0	9,337	12,267	0,761	0,447	1,000

a4_b100-a1_b25	15,975	12,267	1,302	0,193	1,000
a4_b100-a2_b50	24,413	12,267	1,990	0,047	0,466
a3_b75-a0_b0	0,125	12,267	0,010	0,992	1,000
a3_b75-a1_b25	6,763	12,267	0,551	0,581	1,000
a3_b75-a2_b50	15,200	12,267	1,239	0,215	1,000
a0_b0-a1_b25	-6,638	12,267	-0,541	0,588	1,000
a0_b0-a2_b50	-15,075	12,267	-1,229	0,219	1,000
a1_b25-a2_b50	-8,438	12,267	-0,688	0,492	1,000

Dentro del atributo sabor, no existieron cambios significativos entre los diferentes grupos, donde se obtuvo un p valor=0.359, tal como se indica en la Tabla 23, los resultados obtenidos en el análisis post hock además permitió demostrar que entre las parejas de grupos se obtuvo una $sig > 5\%$; como se demuestra en la Tabla 24.

Tabla 25

Estadístico de Prueba Kruskal Wallis Para Textura

Tipo de Análisis	Escala Textura
H de Kruskal-Wallis	12,087
gl	4
Sig. asin.	0,017

Tabla 26

Análisis Post Hock Variable de Agrupación Textura

Muestra1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. Ajust. ^a
a1_b25-a0_b0	16,163	12,185	1,326	0,185	1,000
a1_b25-a2_b50	-21,425	12,185	-1,758	0,079	0,787
a1_b25-a3_b75	-28,100	12,185	-2,306	0,021	0,211
a1_b25-a4_b100	-40,563	12,185	-3,329	<0,001	0,009
a0_b0-a2_b50	-5,263	12,185	-0,432	0,666	1,000
a0_b0-a3_b75	-11,938	12,185	-0,980	0,327	1,000
a0_b0-a4_b100	-24,400	12,185	-2,002	0,045	0,452
a2_b50-a3_b75	-6,675	12,185	-0,548	0,584	1,000
a2_b50-a4_b100	-19,138	12,185	-1,571	0,116	1,000

a3_b75-a4_b100	-12,463	12,185	-1,023	0,306	1,000
----------------	---------	--------	--------	-------	-------

Al evaluar el parámetro textura mediante prueba estadística no paramétricas, se obtuvo un valor de sig, p valor=0.017, como se indica en la Tabla 25, donde se demuestro que existe cambios significativos entre los diferentes grupos, el análisis post hock determino que entre los grupos a1_b25-a4_b100, existe una sig, p valor=0.009, lo que se demuestra la

Tabla 26.

Resultado del Mejor Producto Terminado

Figura 36

Diagrama de Cajas y Bigote Parámetro Color

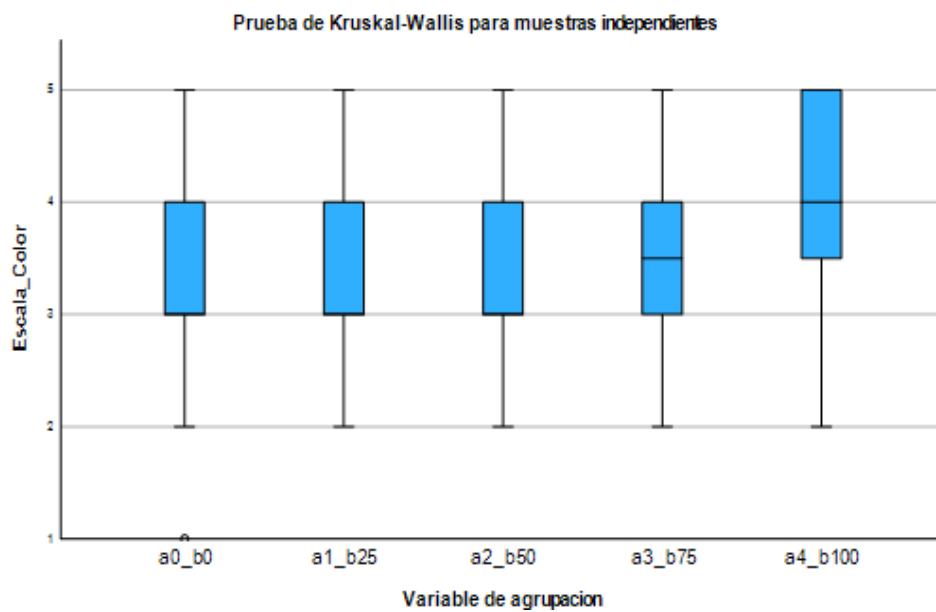


Figura 37

Diagrama De Cajas y Bigote Parámetro Aroma

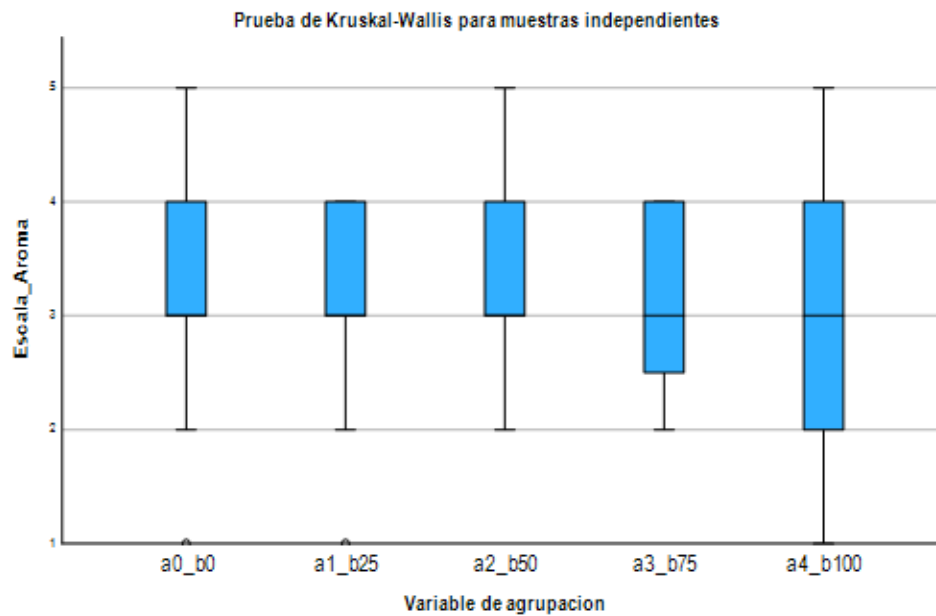


Figura 38

Diagrama de Cajas y Bigote Parámetro Sabor

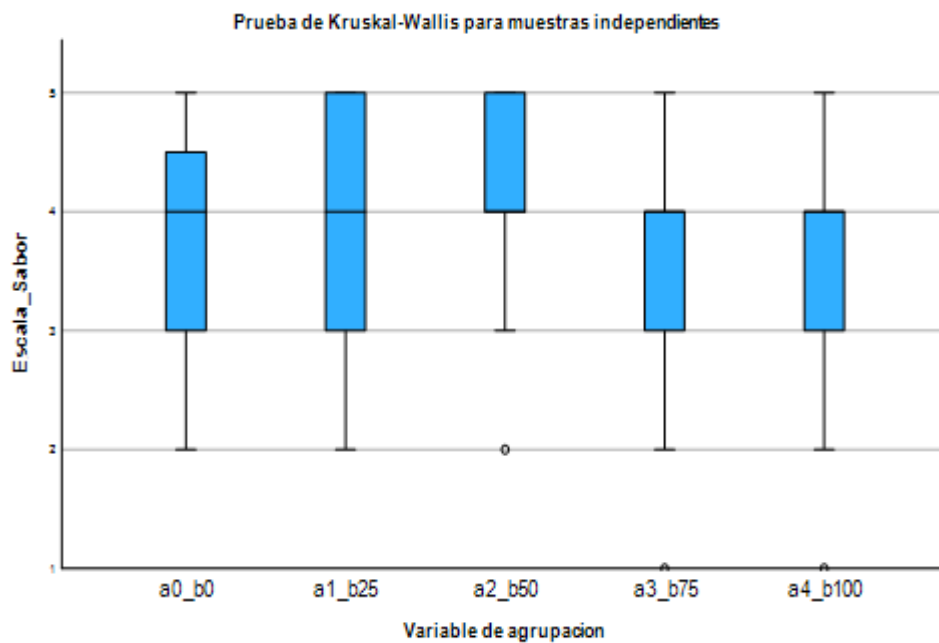
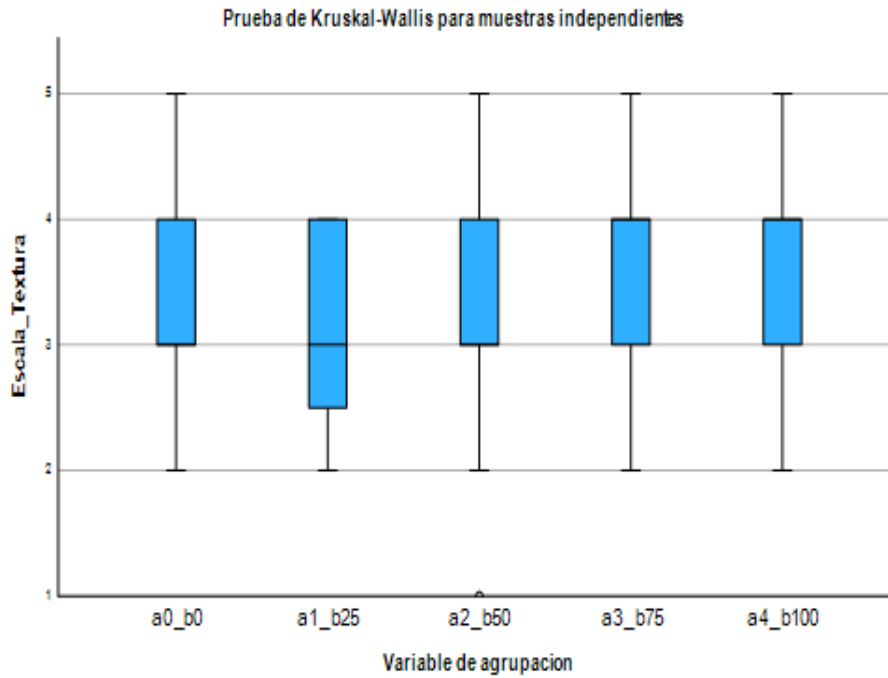


Figura 39

Diagrama de Cajas y Bigote Parámetro Textura



Los resultados entre los tratamientos a0_b0, a1_b25 y a2_b50 demostraron no tener diferencias significativas dentro del color y aroma como se indica en la Figura 36 y Figura 37, sin embargo, al comparar el atributo sabor, el mejor resultado contrasta con la formulación *estándar* a0_b0 y el lote a2_b50, donde su cuartil 2 se sitúa por encima del valor 4 como se observa dentro de la Figura 38, donde los posibles valores atípicos surgen por una calificación desproporcionada dentro de pocos participantes, finalmente al evaluar el atributo textura se notó que solo existe cambios significativos dentro del lote a2_b25 con un cuartil 2 por debajo del promedio como se observa dentro de la Figura 39.

Tabla 27

Resultado Mejor Muestra Analizada Según Prueba Kruskal Wallis

Muestra	Tipo de Análisis	Color	Aroma	Sabor	Textura
	H de Kruskal-Wallis	0,217	0,565	-1,229	-0,432
a0_b0-a2_b50	gl	4	4	4	4
	Sig. asin.	1,000	1,000	1,000	1,00

Los mejores resultados esperados comparados con el lote de control a0_b0, se demuestran dentro de estudio estadístico post Hock para cada atributo evaluado, donde en primera estancia vemos un cuartil superior dentro del lote a4_b100 por encima de los demás lotes en el atributo color, sin embargo al contrastar con características similares de un estándar el lote a2_b50 se destacó por no tener diferencias significativas debido a que p. valor fue mayor del 5% para todos los casos, tal como se observa dentro de la Tabla 27.

Resultados Bromatológicos del Mejor Producto

El resultado bromatológico fue obtenido mediante número de Feder, el cual consistió en la obtención de porcentaje de proteína adecuado en una muestra de salami, a partir de la composición porcentual y los Kg de grasa, proteína, agua y retenedores de humedad usada dentro de la elaboración de este tipo de embutido, con el cual también se puede conocer los índices de calidad del producto y la cantidad de cada componente formulada dentro del pastón.

Tabla 28

Resultado del Análisis Bromatológico Para el Mejor Producto (a2_b50)

Requisito	Min	Max	Resultado
Proteína total % (% N x 6,25)			
Productos cárnicos curados madurados, usando carne picada y embutida	14	_____	14,83

Nota: *Los cálculos fueron obtenidos a partir de numero de Feder.

Los resultados bromatológicos indican que el producto curado se encuentra dentro de los límites permitidos en la norma INEN 1338:2012, con un porcentaje de %14.83 cumpliendo de esta manera con los parámetros de calidad, establecidos dentro de los rangos máximos permitidos para productos curados, tal como se observa en la

Tabla 28.

Resultado Microbiológico**Tabla 29***Resultado del Análisis Microbiológico Mejor Producto(a2_b50)*

Parámetro	Método - Técnica	Unidad	Resultado	U(K=2)
*Clostridium perfringens	Bam cap 16 - recuento en placa	Ufc/goufc/ml	<10	_____
S. Aureus	Aoac 081001i pemsymb16 - compact dry	Ufc/g	1.0x10 ¹	±10.3%
*Salmonella	Bam cap 5 - recuento en placa	_____	Ausencia	_____

Los resultados del análisis microbiológico para el mejor producto son inferiores a los estipulados dentro de la norma (INEN 1338:2012) como se puede ver dentro de la Tabla 29, dando a entender que la combinación de extracto de acelga con nitrito de sodio grado USP al 50%, inhibe el crecimiento de la bacteria *Clostridium perfringens* y reduce el crecimiento de *Staphylococcus aureus* (Sindelar et al., 2010). Además de la información expuesta se puede decir que el proceso de elaboración del salami siguió una adecuada implementación de BPM, mediante controles adecuados de refrigeración de la materia prima y manipulación adecuada de utensilios y zonas críticas, también se puede inferir que dichos resultados fueron el resultado de la aplicación de una solución de sorbato de potasio al 5% P/V dentro de la primera semana de maduración, debido a la aparición de moho sobre la superficie del salami, evidenciando una notable disminución de puntos de moho (Food News Latam, 2016).

Resultado de Nitrito Residual

El resultado del análisis de nitrito residual entre los lotes a0_b0, a2_b50 y a4_b100 fueron los siguientes.

Tabla 30*Resultado Del Análisis De Nitrito Residual*

Lote	Técnica	Resultado(ppm)
a0_b0	Colorimetría	10.2
a2_b50	Colorimetría	8
a4_b100	Colorimetría	7.5

Los resultados del análisis de nitrito residual entre el lote a0_b0 (Testigo) fue de 10.2 ppm; acorde a las parámetros estipulados dentro del Reglamento (Ce) No 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de diciembre de 2008, estipula que los valores máximos de nitrito residual

para productos cárnicos curados debe ser de 50 mg/kg, sin embargo dentro del lote a2_b50 se obtuvo una disminución paulatina de 8 ppm, hasta el lote formulado con 100% de extracto de acelga con un valor de nitrito residual de 7.5 ppm, como se puede observar dentro de la Tabla 30, sin embargo, los niveles de conversión de nitrato a nitrito, no fueron elevados por el posible consumo de este, debido a la acción de bacterias reductasas y valores de pH por encima de 5.5 para formar el pigmento NO-mioglobina. Hayes et al. (2013) menciona que el nivel de nitrito residual es la cantidad de nitrito que todavía no ha reaccionado con la mioglobina y está presente dentro de la matriz cárnica.

Según (Kim et al., 2010) realizó estudios empleando espinacas fermentadas dentro de carne curada, afirmó que los niveles de nitrito residual, fueron menores que cuando el producto fue curado con nitrito de sodio comercial. Durante la maduración de embutidos curados, el crecimiento de bacterias, la oxidación de nitrato, la actividad de algunas enzimas y la formación de NO-mioglobina, podrían plantearse como las principales razones para disminuir los niveles de nitrito residual (Honikel, 2008). Los resultados en torno a los niveles de nitrito residual, confirman su disminución paulatina dentro de los diferentes lotes, cuando tiende a incrementar su concentración de nitrato vegetal, también concuerdan con los resultados de Hwang et al. (2018) quienes observaron el efecto del uso de fuentes vegetales de nitrito preconvertidos en el desarrollo de color en salchichas de cerdo crudas y cocidas.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

En base a la investigación realizada, se determinó que la sustitución parcial de sales de cura por nitratos provenientes del extracto vegetal de acelga, comparado con un testigo (a0_b0), cumple con los parámetros de elaboración decretados en la NTE; INEN 1338 para productos cárnicos curados, sin alterar sus características bromatológicas, garantizando un producto inocuo, aceptable y seguro al promover el uso parcial de nitratos como una alternativa natural.

La cámara de maduración artesanal diseñada y fabricada de acuerdo a las especificaciones, ayudaron al correcto control de la humedad relativa, temperatura, peso y merma del salami, atestiguando que las muestras de salami sigan con el proceso de maduración hasta tener el producto terminado y almacenado.

Las muestras de salami a diferentes concentraciones de nitrato provenientes del extracto de acelga; presentaron efectos en sus propiedades físicas como el color, aroma, textura y sabor similares, al ser comparadas con un producto estándar (a0_b0), demostrando que sus cambios no fueron significativos, a su vez la concentración de nitrito residual estuvo acorde a la normativa, cabe mencionar que dichas cantidades disminuyeron al aumentar la concentración de nitrato y los resultados del análisis sensorial, indicaron que, los diferentes atributos evaluados, son comparables con los formulados con salami tradicional, sin embargo, se tiene una mejor aceptación dentro del lote formulado con 50% de extracto de acelga y nitrito respectivamente (a2_b50); siendo el producto por poseer igual atributos sensoriales comparables a una muestra testigo de control a0_b0, al no existir una diferencia significativa p valor >5% que opte por rechazar la hipótesis nula H_0 .

La prueba microbiológica del mejor producto elaborado (a2_b50), indica valores aceptables dentro de los parámetros exigidos, donde se garantiza la inocuidad del embutido elaborado, además los requisitos bromatológicos en %proteína y nitrito residual son aceptables según lo estipulado en la NTE: INEN:1338 referente a valores máximos permitidos para la ingesta de este tipo de embutidos curados.

El uso de extracto vegetal como fuente de nitrato en productos madurados, propone una alternativa sostenible al uso de nitrito grado USP con la mezcla de verduras con alto contenido de nitrato, de igual manera no se altera las características organolépticas del consumidor final, debido a la conversión del nitrato a nitrito por acción de bacterias reductasas y proceso de formación de color y aroma dentro del embutido lo que produce niveles aceptables de ingesta.

Recomendaciones

Se recomienda realizar el estudio con otro tipo de embutidos curados y observar cómo influye el proceso de sustitución parcial de nitrato vegetal dentro de la maduración del embutido.

Se recomienda la investigación con otros tipos de verduras, obtenidas por otros métodos de cultivo tradicional en diferentes lugares y épocas del año.

Se recomienda el uso del extracto de acelga como fuente de nitrato dentro de la elaboración de salami, ya que no se encontraron cambios significativos dentro de atributos sensoriales percibidos por el consumidor final.

Referencias

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2016, mayo 6). *Resumen de salud pública: Nitrato y nitrito (nitrate/nitrite) | Phs | Atsdr*. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs204.html
- Almudena, A., y Lizaso, J. (2001). *Fundación Ibérica para la Seguridad Alimentaria*. https://www.academia.edu/25921074/FUNDACION_IBERICA_PARA_LA_SEGURIDAD_ALIMENTARIA
- Amali U. Alahakoon, Dinesh D. Jayasena, y Sisitha Ramachandra. (2015). Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science & Technology*, 45(1), 37-49. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.008>
- Andújar, G., Pérez, D., y Venegas, O. (2003). *Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos*. Universitaria Cuba.
- Antonio Madrid Vicente. (2014). *Carne y los Productos Carnicos Ciencia y Tecnologia* (1 er). AMV EDICIONES. <https://www.iberlibro.com/Carne-productos-carnicos-ciencia-tecnologia-Madrid/19184339607/bd>
- Antonio, De Michelis. y Elizabeth Ohaco. (2021). *Manual: Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala*. Virtual Pro. <https://www.virtualpro.co/biblioteca/deshidratacion-y-desecado-de-frutas-hortalizas-y-hongos-procedimientos-hogarenos-y-comerciales-de-pequena-escala>
- Arias, F., y Villarruel, J. (2019). Estimación de la vida útil sensorial de la salchicha tipo Huacho de bajo tenor graso utilizando el Método de Riesgos de Weibull. *Universidad Nacional del Callao - Repositorio institucional - CONCYTEC*. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5443>
- Arrabal, M. V., y Ciappini, M. C. (2000). Prueba de aceptabilidad en miel. *Invenio*, 3(4-5), 141-147. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87730511>
- Bióloga, G. E. (2020, mayo 20). Acelga, Beta vulgaris var. Cicla, características, cultivo y propiedades. *Naturaleza y ecología*. <https://naturaleza.animalbiologia.com/plantas/verduras/accelga-beta-vulgaris-var-cicla>
- Bosnir, D. B. J., Bevardi, M., Boskovic, A. G., Lasic, S. M. D., Krivohlavek, A., Racs, A., Mojosovic-Cuic, A., y Trstenjak, N. U. (2017). Nitrate in leafy green vegetables and estimated intake. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 14(3), 31-41. <https://doi.org/10.21010/ajtcam.v14i3.4>

- Calderón, S. (2020). *Diseño y documentación del proceso de elaboración de un producto cárnico crudo seco madurado (salami) en la empresa inversiones ZAMU de Alajuela S.A.* <https://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86178>
- Carvajal-Macías, B., Pérez-Ramírez, S., Gaviria-Gaviria, Y., y Alzate-Agudelo, J. (2019). Sustitución de nitritos en un producto cárnico embutido por nabo (*brassica rapa*) y sustitución parcial de harina de papa (*solanum tuberosum*) por harina de cáscara de mango (*mangifera indica*) para la evaluación del desarrollo de color y textura. *Informador Técnico*, 83(1), 33-43. <https://doi.org/10.23850/22565035.1518>
- Cassens, R. G. (1997). Composition and safety of cured meats in the USA. *Food Chemistry*, 59(4), 561-566. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00007-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00007-1)
- CHR Hansen. (2014). *Cultivos y enzimas para alimentación* [Web corporativa]. <https://www.chr-hansen.com/es/food-cultures-and-enzymes>
- Coretti, K. (1971). *Embutidos: Elaboración y defectos*. Editorial Acribia.
- Eroski Consumer. (2018). *Acelga | Introduccion | Hortalizas y verduras | CONSUMER EROSKI*. <https://verduras.consumer.es/accelga/introduccion>
- Espinales, C., Palacios-Ponce, S., Plaza-Ibarra, L., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., y Cáceres, P. J. (2023). Addition of ungerminated and germinated white rice and brown rice to improve the quality of salami. *LWT*, 181, 114769. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114769>
- Faria, G. Y. Y., Souza, M. M., Oliveira, J. R. M., Costa, C. S. B., Collares, M. P., y Prentice, C. (2020). Effect of ultrasound-assisted cold plasma pretreatment to obtain sea asparagus extract and its application in Italian salami. *Food Research International*, 137, 109435. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109435>
- Fernández, M. (2019). Efecto de la adición de lipasa pancreática en la maduración de embutidos crudos curados. *Ene*, 11, 23.
- Fibraco.net. (s. f.). Tripas fibrosas. *Fibraco.net*. Recuperado 22 de julio de 2023, de <https://fibraco.net/tripas-fibrosas-2/>
- Food News Latam. (2016, marzo 18). *El sorbato de potasio provoca daños en la actividad de su ADN*. El sorbato de potasio provoca daños en la actividad de su ADN. <https://www.foodnewslatam.com/paises/4965-internacional/5362-un-estudio-muestra-que-el-sorbato-de-potasio-provoca-daños-en-la-actividad-de-su-adn.html>
- Gabriel Baca Urbina. (2012). *Evaluación de Proyectos* (7 ma). Mc Graw-Hill Interamericana Editores; Impreso. <https://isbn.cloud/9786071509222/evaluacion-de-proyectos/>

- Gómez, M. G.-, Danglot-Banck, C., y Vega-Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas. *Revista Mexicana de Pediatría*, 70(2), 91-99. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=8084>
- Grupo Pochteca. (2016, febrero 27). *Eritorbato de sodio*. <https://mexico.pochteca.net/eritorbato-de-sodio/>
- Grupo Pochteca. (2022, marzo 17). *Sorbato de potasio*. <https://mexico.pochteca.net/sorbato-de-potasio-que-es-beneficios-y-usos/>
- Guadalupe, M. (2022). *Elaboración de salame con carne de llama (Lama glama) en la localidad de Viacha del departamento de La Paz* [PhD Thesis].
- Hayes, J. E., Canonico, I., y Allen, P. (2013). Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll. *Meat Science*, 95(3), 755-762. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.049>
- Holck, A., Axelsson, L., McLeod, A., Rode, T. M., y Heir, E. (2017). Health and Safety Considerations of Fermented Sausages. *Journal of Food Quality*, 2017, 9753894. <https://doi.org/10.1155/2017/9753894>
- Honikel, K.-O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78(1), 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.030>
- Hwang, K.-E., Kim, T.-K., Kim, H.-W., Seo, D.-H., Kim, Y.-B., Jeon, K.-H., y Choi, Y.-S. (2018). Effect of natural pre-converted nitrite sources on color development in raw and cooked pork sausage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(8), 1358-1365. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0767>
- Ibáñez, F. C. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: Métodos y aplicaciones*. Taylor & Francis.
- INEN. (2012). *NTE INEN 1338: Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos*. <https://studylib.es/doc/4439333/n-te-inen-1338--carne-y-productos-c%C3%A1rnicos.-productos-c%C3%A1rnic...>
- Jiménez Colmenero, F., y Carballo Santaolalla, J. (1989). *Principios básicos de elaboración de embutidos*.
- Kim, H.-Y., Lee, E.-S., Jeong, J.-Y., Choi, J.-H., Choi, Y.-S., Han, D.-J., Lee, M.-A., Kim, S.-Y., y Kim, C.-J. (2010). Effect of bamboo salt on the physicochemical properties of meat emulsion systems. *Meat Science*, 86(4), 960-965. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.08.001>
- Lago, J. (1997). Tecnología De Los Embutidos Curados. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 1(5), 129-133. <https://doi.org/10.1080/11358129709487572>

- Laserna, S. (2015). *Acelga, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico*. AgroEs.es. <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/accelga/372-accelga-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Libutti, A., y Rivelli, A. R. (2021). Quantitative-Qualitative Response of Swiss Chard (*Beta vulgaris* L. var. *Cycla*) to Soil Amendment with Biochar-Compost Mixtures. *Agronomy*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020307>
- Lorenzo Nissen, Flavia Casciano, Mattia Di Nunzio, Gianni Galaverna, Alessandra Bordoni, y Andrea Gianotti. (2023). Effects of the Replacement of Nitrates/Nitrites in Salami by Plant Extracts on Colon Microbiota. *Food Bioscience*, 53(102568), 11. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102568>
- Lugo, E. B. (2008). *Nitritos y Nitratos: Su uso, control y alternativas en embutidos cárnicos*. 2(2), 160-187. <http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>
- Madrid, A. (2014). *La carne y los productos cárnicos ciencia y tecnología* (Primera edición). AMV EDICIONES.
- Mejía, M. B., y Giraldo, J. T. (2019). Productos cárnicos a base de carne de equino. *Sosquua*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.52948/sosquua.v1i1.20>
- Méndez Ordóñez, M. D. C. (2015). *Producción y consumo de embutidos en el Ecuador y su impacto en la economía ecuatoriana. Caso empresas Ecarni s.a. "Don Diego" durante 2009-2012*. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UG_14e7ebb22625ab483f9a3b28dc09e0a6
- Moreno C, B., O, K. S., y R, D. G. (2015). El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 199-205. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200013>
- Oliveros Beltrán, N., y Gongora, F. Z. (1997). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica del proceso de maduración del salami italiano bajo condiciones controladas en la ciudad de Santafé de Bogotá* [La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/529
- Oliveros, N., y Zapata, F. (1997). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica del proceso de maduración del salami italiano bajo condiciones controladas en la ciudad de Santafé de Bogotá*.
- Ortega, C. (2022, febrero 15). Prueba de Kruskal-Wallis: Qué es, ventajas y cómo se realiza. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/prueba-de-kruskal-wallis/>
- Paltrinieri, G. (1988). *Elaboración de Productos Cárnicos* (1a. ed). Trillas.

- Pisacane, V., Callegari, M. L., Puglisi, E., Dallolio, G., y Rebecchi, A. (2015). Microbial analyses of traditional Italian salami reveal microorganisms transfer from the natural casing to the meat matrix. *International Journal of Food Microbiology*, 207, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.029>
- Ramírez-Navas, J. (2012). Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12, 83-102. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ramirez-Navas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf
- R.J. Mongi y A.D. Gomezulu. (2022). Descriptive sensory analysis, consumer acceptability, and conjoint analysis of beef sausages prepared from a pigeon pea protein binder. *Heliyon*, 8(9), e10703. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10703>
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, y María del Pilar Baptista Lucio. (2014). *Metodología de la Investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Mexico.
- Rojas, A. T. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de productos cárnicos*. Convenio Andrés Bello.
- Sindelar, J. J., Terns, M. J., Meyn, E., y Boles, J. A. (2010). Development of a method to manufacture uncured, no-nitrate/nitrite-added whole muscle jerky. *Meat Science*, 86(2), 298-303. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.028>
- Today, B. (2002). ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning Engineers). Oct. recuperdo de https://www.ashrae.org/File%20Library/docLib/Public/2003627133958_326.pdf.
- Ventanas, S., Martin, D., Estévez, M., y Ruiz Carrascal, J. (2004). Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos. *Eurocarne*, 14(129), 95-114. https://www.researchgate.net/publication/283510186_Nitratos_nitritos_y_nitrosaminas_en_productos_carnicos_I
- Villamil-Galindo, E. V., y Piagentini, A. (2021). El Uso De Nitratos Y Nitritos En La Industria Cárnica, Lo Bueno, Lo Malo Y El Modelado Matemático Para Optimizar Su Uso. *Alimentos Hoy*, 29(56), 41. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/627>
- Weather Spark. (2020). *El Clima En Cuenca, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio*. <https://es.weatherspark.com/y/19348/Clima-promedio-en-Cuenca-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., y Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86(1), 196-213. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.008>
- Xiang, H., Sun-Waterhouse, D., Waterhouse, G. I. N., Cui, C., y Ruan, Z. (2019). Fermentation-Enabled Wellness Foods: A Fresh Perspective. *Food Science and Human Wellness*, 8(3), 203-243. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.08.003>
- Yin Zhang, Yingjie Zhang, Jianlin Jia, Haichuan Peng, Qin Qian, Zhongli Pan, y Dayu Liu. (2023). Nitrite and Nitrate in Meat Processing: Functions and Alternatives. *Current Research in Food Science*, 6(100470), 13. <https://doi.ucuenca.elogim.com/10.1016/j.crfs.2023.100470>.

Anexos

Anexo A1: Ficha de degustación sensorial.

PRUEBA SENSORIAL HEDÓNICA DE 5 PUNTOS

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Frente a usted se presentan cinco muestras de Salami. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, empezando de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra (color, aroma, sabor, textura), de acuerdo al puntaje/categoría asignada en la tabla inferior, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Nota: Recuerde tomar agua y comer una galleta pequeña entre cada muestra

Atributo	Escala		a0/b0(Testigo)	a1/b25	a2/b50	a3/b75	a4/b100
COLOR	5	Muy intenso					
	4	Intenso					
	3	Característico					
	2	Poco intenso					
	1	Nada intenso					
AROMA	5	Muy Sensible					
	4	Sensible					
	3	Característico					
	2	Poco sensible					
	1	Nada sensible					
SABOR	5	Gusta mucho					
	4	Gusta					
	3	Ni gusta ni me disgusta					
	2	Disgusta					
	1	Disgusta mucho					
TEXTURA	5	Muy dura					
	4	Dura					
	3	Ni dura ni blanda					
	2	Blanda					
	1	Muy blanda					

¡Gracias por su colaboración ¡

Anexo A2: Resultado análisis nitrito residual lote a4/b100.



INFORME DE RESULTADOS

Informe: MSV-IE-1188-23
 Orden de ingreso: OI-561-23
 Cuenca, 13 de Julio del 2023

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: RUBÉN VELÍN
 Dirección: AVENIDA GONZALES SUAREZ Y JUAN DE VELASCO
 Teléfono: 0979204538

DATOS DE LA MUESTRA

*NOMBRE DE LA MUESTRA: SALAMI			
*MARCA COMERCIAL: N/A		*FABRICANTE: N/A	
PROCEDENCIA: LABORATORIO DE CARNICOS, UNIVERSIDAD DE CUENCA	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	*TIPO DE ENVASE: FUNDA DE ALUMINIO	
*PRESENTACIONES: 100 g		*FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO	
CODIGO MUESTRA: OI56123	*LOTE: A4B100	*FECHA ELAB: 2023-06-02	*FECHA CAD:
FECHA RECEPCION: 2023-07-03	FECHA ANALISIS: 2023-07-03 - 2023-07-13	FECHA ENTREGA: 2023-07-13	
ENSAYO EN: LABORATORIO	MUESTREO: CLIENTE	NUMERO DE MUESTRAS: UNO (1)	

ENSAYOS ANÁLISIS FISICO-QUIMICOS

PARÁMETRO	MÉTODO - TÉCNICA	UNIDAD	RESULTADO
*NITRITOS	APHA 4500-NO2 (MODIF) - COLORIMETRIA	mg/kg	7.5

*Fuera del alcance de la acreditación. **Subcontratado acreditado. ***Subcontratado no acreditado. U:INCERTIDUMBRE.

Anexo A3: Resultado análisis nitrito residual lote a0/b0.



INFORME DE RESULTADOS

Informe: MSV-IE-1187-23
 Orden de ingreso: OI-560-23
 Cuenca, 13 de Julio del 2023

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: RUBÉN VELÍN
 Dirección: AVENIDA GONZALES SUAREZ Y JUAN DE VELASCO
 Teléfono: 0979204538

DATOS DE LA MUESTRA

¹ NOMBRE DE LA MUESTRA: SALAMI			
² MARCA COMERCIAL: N/A		² FABRICANTE: N/A	
PROCEDENCIA: LABORATORIO DE CARNICOS, UNIVERSIDAD DE CUENCA	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	² TIPO DE ENVASE: FUNDA DE ALUMINIO	
² PRESENTACIONES: 100 g		² FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO	
CODIGO MUESTRA: OI56023	² LOTE: A0B0	² FECHA ELAB: 2023-06-02	² FECHA CAD:
FECHA RECEPCION: 2023-07-03	FECHA ANALISIS: 2023-07-03 - 2023-07-13	FECHA ENTREGA: 2023-07-13	
ENSAYO EN: LABORATORIO	MUESTREO: CLIENTE	NUMERO DE MUESTRAS: UNO (1)	

ENSAYOS ANÁLISIS FISICO-QUIMICOS

PARÁMETRO	MÉTODO - TÉCNICA	UNIDAD	RESULTADO
*NITRITOS	APHA 4500-NO2 (MODIF) - COLORIMETRIA	mg/kg	10.2

*Fuera del alcance de la acreditación. **Subcontratado acreditado. ***Subcontratado no acreditado. U:INCERTIDUMBRE.

Anexo A4: Resultado microbiológico mejor lote a2/b50.



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL SAE CON
ACREDITACION
N°SAE-LEN-16-018

INFORME DE RESULTADOS

Informe: MSV-IE-1186-23
Orden de ingreso: OI-559-23
Cuenca, 13 de Julio del 2023

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: RUBÉN VELÍN
Dirección: AVENIDA GONZALES SUAREZ Y JUAN DE VELASCO
Teléfono: 0979204538

DATOS DE LA MUESTRA

*NOMBRE DE LA MUESTRA: SALAMI			
*MARCA COMERCIAL: N/A		*FABRICANTE: N/A	
PROCEDENCIA: LABORATORIO DE CARNICOS, UNIVERSIDAD DE CUENCA	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	*TIPO DE ENVASE: FUNDA DE ALUMINIO	
*PRESENTACIONES: 150 g		*FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO	
CODIGO MUESTRA: OI55923	*LOTE: A2B50	*FECHA ELAB: 2023-06-02	*FECHA CAD:
FECHA RECEPCION: 2023-07-03	FECHA ANALISIS: 2023-07-03 - 2023-07-12	FECHA ENTREGA: 2023-07-13	
ENSAYO EN: LABORATORIO	MUESTREO: CLIENTE	NUMERO DE MUESTRAS: UNO (1)	

ENSAYOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	MÉTODO - TÉCNICA	UNIDAD	RESULTADO	U(K=2)
*CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	BAM CAP 16 - RECUENTO EN PLACA	UFC/goUFC/ml	<10	---
S AUREUS	AOAC 081001 / PEMSVM16 - COMPACT DRY	UFC/g	1.0x10 ¹	±10.3%
*SALMONELLA	BAM CAP 5 - RECUENTO EN PLACA	---	AUSENCIA	---

*Fuera del alcance de la acreditación. **Subcontratado acreditado. ***Subcontratado no acreditado. U:INCERTIDUMBRE.

Anexo A5: Requisitos acorde semáforo nutricional según INEN 1338:2012

NIVEL	CONCENTRACIÓN BAJA	CONCENTRACIÓN MEDIA	CONCENTRACIÓN ALTA
COMPONENTES			
Grasas totales	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 20 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 1,5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 1,5 y menor a 10 gramos en 100 mililitros	igual o mayor a 10 gramos en 100 mililitros
Azúcares	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos.
	Menor o igual a 2,5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 2,5 y menor a 7,5 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 7,5 gramos en 100 mililitros
Sal (sodio)	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos
	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 mililitros	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros	igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros

Anexo A6: Ficha técnica Bacteria Láctica LHP-DRY



Bactoform® LHP-DRY

Información de Producto
 Versión: 3 PI GLOB ES 01-06-2022

Gama

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

Descripción

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

Composición del cultivo:

Pediococcus acidilactici
Pediococcus pentosaceus

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

Vida útil

Para cultivos liofilizados, al menos 18 meses cuando se almacena según las recomendaciones. Al almacenarse a +2°C/ 41°F, la vida útil es de max. 6 semanas.

Información técnica

Datos fisiológicos

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

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

Métodos analíticos

Referencias y métodos analíticos están disponibles bajo petición.

Seguridad alimentaria y legislación

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

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

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

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

Etiquetaje

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

Anexo B: Datos Experimentales

Tabla B1: Humedad relativa (%) de las muestras de salami.

Tiempo días							
Tratamientos	1	4	7	11	14	17	21
a0/b0	93	84	73	68	62	61	58
a1/b25	93	84	73	68	62	61	58
a1/b25	93	84	73	68	62	61	58
a3/b75	93	84	73	68	62	61	58
a4/b100	93	84	73	68	62	61	58

Fuente: Elaboración (autores)

Tabla B2: Temperatura (°C) de las muestras de salami.

Tiempo días							
Tratamientos	1	4	7	11	14	17	21
a0/b0	25	22	21	20	8	8	21
a1/b25	25	22	21	20	8	8	21
a1/b25	25	22	21	20	8	8	21
a3/b75	25	22	21	20	8	8	21
a4/b100	25	22	21	20	8	8	21

Fuente: Elaboración (autores)

Tabla B4: Cálculos de conversión de g a kg y ppm de nitritos necesarios

Formulación de sal en 2,4 kg pastón			
1000	g Sal	6	g Nitritos
48	g Sal	X	0,288 g Nitritos

Formulación del salami (5 lotes)			
48	g sal cura	0,288	g Nitritos
36	g sal cura	X	0,216 g Nitritos
24	g sal cura	X	0,144 g Nitritos
12	g sal cura	X	0,072 g Nitritos

Por tanto, usando 1kg de producto tenemos:			
48	g sal cura	288	ppm Nitritos
36	g sal cura	216	ppm Nitritos
24	g sal cura	144	ppm Nitritos
12	g sal cura	72	ppm Nitritos

Conversión de % concentración a usar			
12 g sal cura	25%	72	ppm Nitritos
24 g sal cura	50%	144	ppm Nitritos
36 g sal cura	75%	216	ppm Nitritos
48 g sal cura	100%	288	ppm Nitritos

Fuente: Elaboración (autores)

Tabla B5: Cálculos de cantidad de extracto de acelga a usar

792	ppm NO3-	250	ml Extracto		
72	ppm NO3-	X	X=	22,727	ml Extracto
792	ppm NO3-	250	ml Extracto		
144	ppm NO3-	X	X=	45,454	ml Extracto
792	ppm NO3-	250	ml Extracto		
216	ppm NO3-	X	X=	68,181	ml Extracto
792	ppm NO3-	250	ml Extracto		
288	ppm NO3-	X	X=	90,909	ml Extracto

Fuente: Elaboración (autores)

Tabla B6: Cálculos de cantidad de fermento a usar

42	g Fermento	225	Kg Carne
X	g Fermento	12	Kg Carne
X=	2,24	g Fermento	

Fuente: Elaboración (autores)

Grafica 1: Registro de datos en software IBM SPSS

	a0_b0	a1_b25	a2_b50	a3_b75	a4_b100	Totales_Color	Escala_Color	Agrupacion_Color	a0b0	a1b25	a2b50	a3b75	a4b100	Total_Aroma	Escala_Aroma	Agrupacion_Aroma	Sobor1	Sobor2	Sobor3	Sobor4	Sobor5	Total_Sabor	Escala_Sabor	Agrupacion_Sabor	var	var
1	5	3	3	2	4	5	Muy intenso	a0_b0_	3	3	3	2	2	3	Caracteri...	a0b0	2	3	5	3	5	2	Disgusta	Sobor1		
2	5	4	3	4	3	5	Muy intenso	a0_b0_	3	3	4	3	3	3	Caracteri...	a0b0	2	5	4	3	4	2	Disgusta	Sobor1		
3	4	5	4	3	4	4	Intenso	a0_b0_	3	2	2	4	2	3	Caracteri...	a0b0	2	3	4	4	4	2	Disgusta	Sobor1		
4	3	3	3	4	2	3	Característico	a0_b0_	4	3	4	4	3	4	Sensible	a0b0	4	3	4	3	3	4	Gusta	Sobor1		
5	3	3	3	3	3	3	Característico	a0_b0_	3	4	3	3	3	3	Caracteri...	a0b0	3	3	3	3	3	3	Ni gusta...	Sobor1		
6	3	2	2	4	5	3	Característico	a0_b0_	3	4	2	2	5	3	Caracteri...	a0b0	3	4	3	3	2	3	Ni gusta...	Sobor1		
7	4	4	4	4	4	4	Intenso	a0_b0_	4	3	4	3	3	4	Sensible	a0b0	5	5	5	5	5	5	Gusta m...	Sobor1		
8	3	2	3	4	5	3	Característico	a0_b0_	3	3	3	4	5	3	Caracteri...	a0b0	4	4	4	4	5	4	Gusta	Sobor1		
9	2	3	3	4	5	2	Poco intenso	a0_b0_	2	2	3	4	5	2	Poco sen...	a0b0	4	4	3	3	2	4	Gusta	Sobor1		
10	3	3	2	2	5	3	Característico	a0_b0_	3	3	4	2	2	3	Caracteri...	a0b0	4	4	4	5	4	4	Gusta	Sobor1		
11	3	3	3	3	5	3	Característico	a0_b0_	3	3	2	2	2	3	Caracteri...	a0b0	5	4	4	3	3	5	Gusta m...	Sobor1		
12	2	3	4	3	5	2	Poco intenso	a0_b0_	2	3	4	4	4	2	Poco sen...	a0b0	3	4	5	5	5	3	Ni gusta...	Sobor1		
13	3	4	3	3	3	3	Característico	a0_b0_	4	4	3	3	4	4	Sensible	a0b0	4	4	4	5	4	4	Gusta	Sobor1		
14	3	2	5	5	5	3	Característico	a0_b0_	3	4	3	4	1	3	Caracteri...	a0b0	3	3	3	4	2	3	Ni gusta...	Sobor1		
15	3	4	3	3	4	3	Característico	a0_b0_	3	4	5	4	4	3	Caracteri...	a0b0	4	4	5	4	3	4	Gusta	Sobor1		
16	3	3	3	3	4	3	Característico	a0_b0_	4	4	3	3	3	4	Sensible	a0b0	5	3	3	4	4	5	Gusta m...	Sobor1		
17	4	4	4	4	4	4	Intenso	a0_b0_	5	4	3	3	2	5	Muy sens...	a0b0	3	5	4	3	3	3	Ni gusta...	Sobor1		
18	3	3	3	4	5	3	Característico	a0_b0_	2	3	3	4	4	4	Poco sen...	a0b0	4	3	5	2	3	3	Gusta	Sobor1		
19	3	2	2	3	5	3	Característico	a0_b0_	4	3	2	4	2	4	Sensible	a0b0	4	3	3	4	4	4	Gusta	Sobor1		
20	1	3	2	5	4	1	Nada intenso	a0_b0_	4	3	4	2	5	4	Sensible	a0b0	3	5	4	3	3	3	Ni gusta...	Sobor1		
21	3	3	3	3	3	3	Característico	a0_b0_	3	4	3	3	3	3	Caracteri...	a0b0	5	3	4	4	4	4	Gusta	Sobor1		
22	3	2	4	4	4	3	Característico	a0_b0_	3	3	3	3	3	3	Caracteri...	a0b0	4	4	4	4	4	4	Gusta	Sobor1		
23	2	2	3	4	4	2	Poco intenso	a0_b0_	4	4	3	4	4	4	Sensible	a0b0	3	3	4	2	2	3	Ni gusta...	Sobor1		
24	3	3	4	5	4	3	Característico	a0_b0_	4	4	2	3	2	4	Sensible	a0b0	4	3	4	5	3	4	Gusta	Sobor1		
25	4	3	4	3	4	4	Intenso	a0_b0_	4	3	4	3	3	4	Sensible	a0b0	5	5	4	5	4	5	Gusta m...	Sobor1		

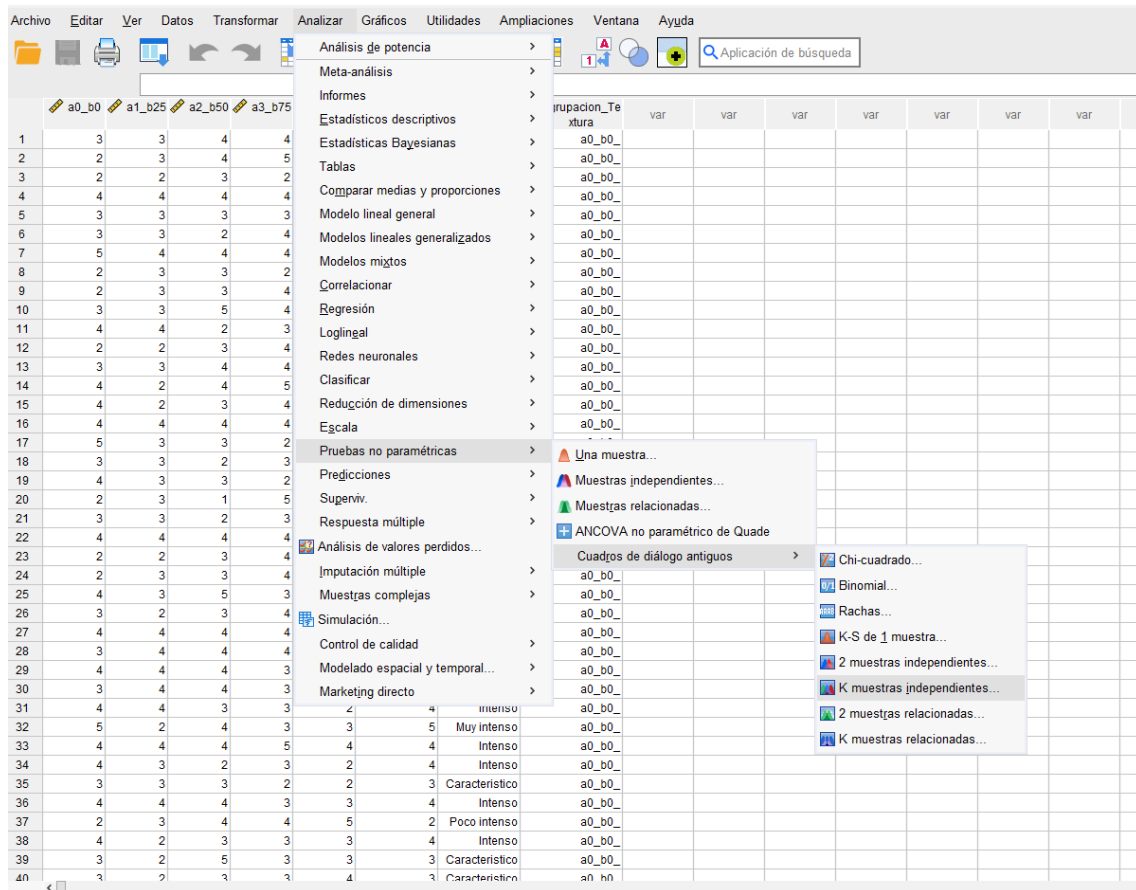
Fuente: Elaboración (autores)

Grafica 2: Declaración de variables dentro del software IBM SPSS

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	a0_b0	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	a1_b25	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	a2_b50	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
4	a3_b75	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
5	a4_b100	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
6	Totales_Color	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	11	Derecha	Escala	Entrada
7	Escala_Color	Númérico	8	0		{1, Nada int...	Ninguna	11	Derecha	Ordinal	Entrada
8	Agrupacion_Color	Númérico	8	0		{1, a0_b0}_...	Ninguna	14	Derecha	Nominal	Entrada
9	a0b0	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
10	a1b25	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
11	a2b50	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
12	a3b75	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
13	a4b100	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
14	Total_Aroma	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
15	Escala_Aroma	Númérico	8	0		{1, Nada se...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	Agrupacion_Aroma	Númérico	8	0		{1, a0b0}_...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
17	Sobor1	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
18	Sobor2	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
19	Sobor3	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
20	Sobor4	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
21	Sobor5	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
22	Total_Sabor	Númérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
23	Escala_Sabor	Númérico	8	0		{1, Disgust...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
24	Agrupacion_Sabor	Númérico	8	0		{1, Sobor1}_...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
25											
26											
27											

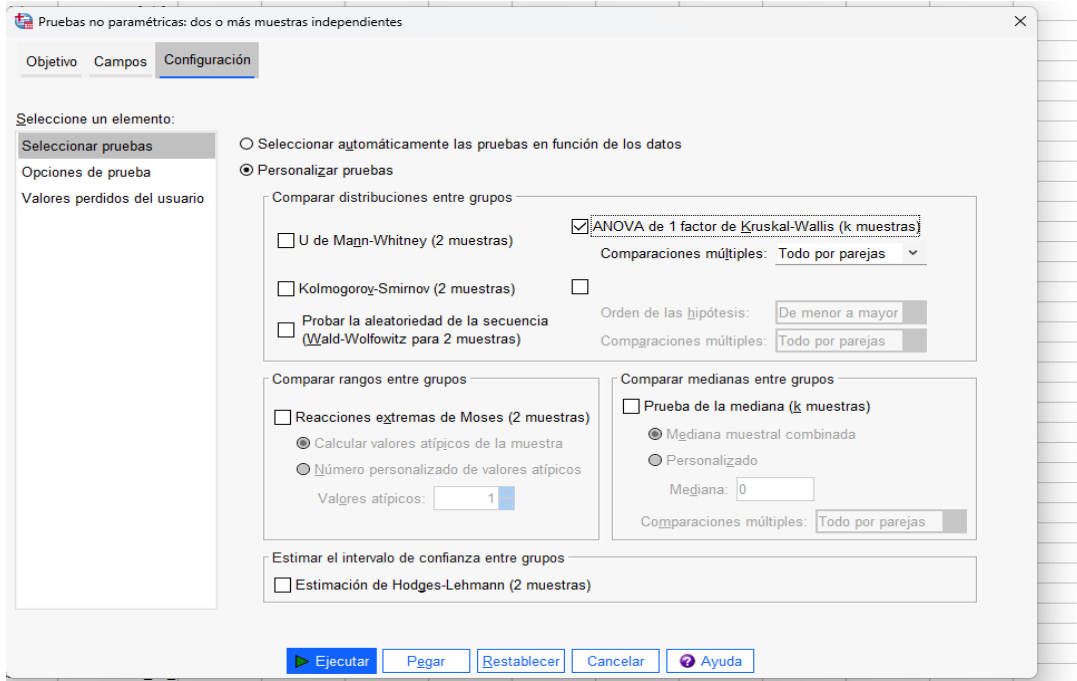
Fuente: Elaboración (autores)

Grafica 3: Realización de prueba no paramétrica H de Kruskal Wallis



Fuente: Elaboración (autores)

Grafica 4: Análisis post hock para significancia $p < 0,05$ en parejas



Fuente: Elaboración (autores)

Grafica 5: Calculo bromatológico del lote a2/b50

El presente documento de Excel tiene como objetivo agilizar un proceso de cálculo como formulación y balanceo para la elaboración de embutidos a partir de productos cárnicos, grasa, agua y retenedores de humedad para determinación de la cantidad de componentes en Kg y en porcentaje sobre un total de formulación, calculando de igual manera los índices de calidad y una tabla de valor nutricional para poderla exponer sobre la etiqueta del producto a elaborar.

	Valores de magro y grasa a ingresar
	Valores de formulación a ingresar
	Valores que no deben ser modificados

Ingredientes	% Magro	% Grasa	Kg Ingredientes	% Proteína	Kg Proteína	% Grasa	Kg Grasa	% Agua	Kg Agua	% Almidón	Kg Almidón
Carne de res Industrial	95,000	5,000	2,000	20,524	0,410	5,000	0,100	73,476	1,470	-	-
Carne de cerdo Industrial	90,000	10,000	3,000	19,432	0,583	10,000	0,300	69,568	2,087	-	-
Carne de pollo Industrial				21,616	0,000	0,000	0,000	77,384	0,000	-	-
Grasa	20,000	80,000	3,000	4,148	0,124	80,000	2,400	14,852	0,446	-	-
Agua	50,000			-	-	-	-	100,000	0,000	-	-
Almidón				-	-	-	-	-	-	100,000	0,000
P.A.S			0,015	92,000	0,014	-	-	-	-	-	-
Carragenatos			0,015	-	-	-	-	-	-	100,000	0,015
TOTAL					1,132		2,800		4,002		0,015

Fuente: Elaboración (autores)

Anexo C: Resultados Experimentales**Tabla C1.** Resultado %Merma de las muestras de salami.

		Tiempo días						
Tratamientos	Duplicados	1	4	7	11	14	17	20
a0/b0	T.1	0	3,474	21,623	32,055	33,884	34,500	41,260
	T.2	0	0,927	18,159	29,325	31,365	31,579	38,008
	T.3	0	3,686	20,142	29,705	31,952	33,376	38,858
a1/b25	1.1	0	3,822	19,457	30,567	31,131	32,282	38,703
	1.2	0	3,861	18,872	29,706	30,944	31,744	38,126
	1.3	0	4,266	20,449	30,252	32,667	33,341	39,023
a1/b50	2.1	0	15,849	21,713	30,591	31,476	32,459	37,876
	2.2	0	11,899	20,027	29,953	30,931	31,506	37,527
	2.3	0	4,293	20,180	29,441	30,013	30,958	36,127
a3/b75	3.1	0	8,578	23,618	31,690	32,183	33,284	37,756
	3.2	0	5,671	22,292	31,059	32,456	33,676	38,880
	3.3	0	5,655	21,981	30,623	31,758	33,172	38,088
a4/b100	4.1	0	8,563	24,793	32,058	34,509	36,476	40,707
	4.2	0	8,142	24,766	33,177	35,255	37,268	41,880
	4.3	0	9,893	24,353	32,873	34,787	35,839	41,215

Fuente: Elaboración (autores)

Tabla C2. Resultado promedio de %Merma de las muestras de salami.

		Tiempo días					
Tratamientos	1	4	7	11	14	17	21
a0/b0	0	2,695	19,975	30,362	32,400	33,152	39,375
a1/b25	0	3,983	19,593	30,175	31,581	32,456	38,617
a2/b50	0	10,680	20,640	29,995	30,807	31,641	37,176
a3/b75	0	6,635	22,630	31,124	32,133	33,378	38,242
a4/b100	0	8,866	24,637	32,702	34,850	36,528	41,268

Fuente: Elaboración (autores)

Tabla C3. Resultado de pesos (kg) de las muestras de salami.

Tiempo días								
Tratamientos	Duplicados	1	4	7	11	14	17	21
a0/b0	T.1	0,368	0,356	0,289	0,250	0,244	0,241	0,216
	T.2	0,397	0,393	0,325	0,281	0,273	0,272	0,246
	T.3	0,410	0,395	0,327	0,288	0,279	0,273	0,251
a1/b25	1.1	0,402	0,387	0,324	0,279	0,277	0,272	0,247
	1.2	0,436	0,420	0,354	0,307	0,301	0,298	0,270
	1.3	0,439	0,421	0,349	0,306	0,296	0,293	0,268
a2/b50	2.1	0,436	0,367	0,342	0,303	0,299	0,295	0,271
	2.2	0,461	0,406	0,369	0,323	0,319	0,316	0,288
	2.3	0,421	0,403	0,336	0,297	0,295	0,291	0,269
a3/b75	3.1	0,393	0,360	0,300	0,269	0,267	0,262	0,245
	3.2	0,361	0,341	0,281	0,249	0,244	0,240	0,221
	3.3	0,467	0,440	0,364	0,324	0,319	0,312	0,289
a4/b100	4.1	0,425	0,388	0,319	0,289	0,278	0,270	0,252
	4.2	0,468	0,430	0,352	0,313	0,303	0,294	0,272
	4.3	0,440	0,396	0,333	0,295	0,287	0,282	0,259

T: Testigo Fuente: Elaboración (autores)

Tabla C4. Resultados de pH de las muestras de salami.

Tiempo días								
Tratamientos	Controles	1	4	7	11	14	17	21
a0/b0	T	5,65	5,08	5,03	5,01	5,43	5,4	5,41
a1/b25	1.1	5,65	5,1	5,06	5,02	5,32	5,42	5,43
a1/b25	2.1	5,65	4,99	4,89	5,04	5,38	5,35	5,37
a3/b75	3.1	5,65	5,09	5,02	5,01	5,37	5,37	5,37
a4/b100	4.1	5,65	5,06	5,04	5,27	5,53	5,5	5,54

T: Testigo Fuente: Elaboración (autores)

Tabla C5. Resultado promedio de pesos (g) de las muestras de salami.

Tiempo días							
Tratamientos	1	4	7	11	14	17	21
a0/b0	391,840	381,310	313,720	273,060	265,043	262,057	237,753
a1/b25	425,940	408,953	342,463	297,457	291,363	287,670	261,460
a2/b50	439,647	392,270	348,930	307,750	304,157	300,517	276,120
a3/b75	407,197	380,317	315,170	280,577	276,480	271,367	251,583
a4/b100	444,207	404,877	334,763	298,863	289,343	281,877	260,807

Fuente: Elaboración (autores)

Tabla C6. Resultado bromatológico del lote a2/b50 acorde INEN 1338

Datos de Etiqueta					Aporte de 2000 Kcal	
Composición	%	Cantidad por porción	Calorías aportadas (Kcal)	Calorías por porción (Kcal)	INEN 1334 (g)	%V.D.
Proteínas	16,79	46,3489	4	185,395	50	92,69
Grasas	20,49	56,5773	9	509,195	65	87,04
Carbohidratos	0,79	2,17256	4	8,690	300	0,72

Fuente: Elaboración (autores)

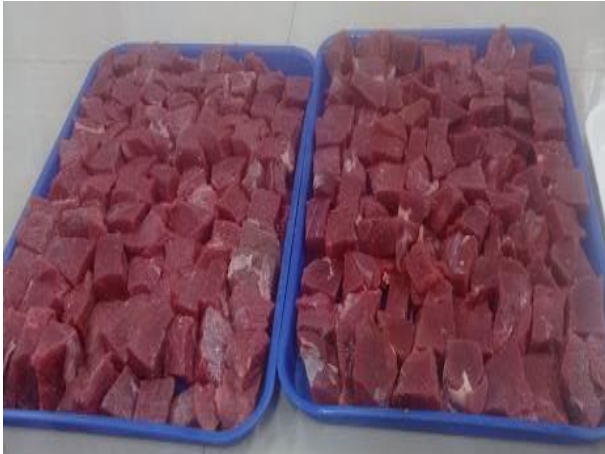
Tabla C7. Resultado informe nutricional del lote a2/b50

Información Nutricional		
Tamaño de porción en gramos	276,12	
Porciones	1 taco	
Cantidad por porción en gramos	%VD	
Grasa total	56,577	87,04
Proteína	46,348	92,69
Carbohidratos	2,172	0,72
Sodio en mg	2171,13	-
Porcentaje de valor diario basado en una dieta de 2000 Kcal (8389 KJ)		



FOTOGRAFÍAS

Anexo D1. Elaboración del salami curado con extracto de hojas secas de acelga (Beta vulgaris var. cicla)



Fotografía 1: Troceado de la carne.



Fotografía 2: Troceado de la grasa.



Fotografía 3: Molienda de la grasa.



Fotografía 4: Molienda de la carne.



Fotografía 5: Pesaje de los aditivos y condimentos.



Fotografía 6: Mezclado.



Fotografía 7: Adición del nitrito de sodio y del extracto de acelga.



Fotografía 8: Embutido.



Fotografía 9: Atado.



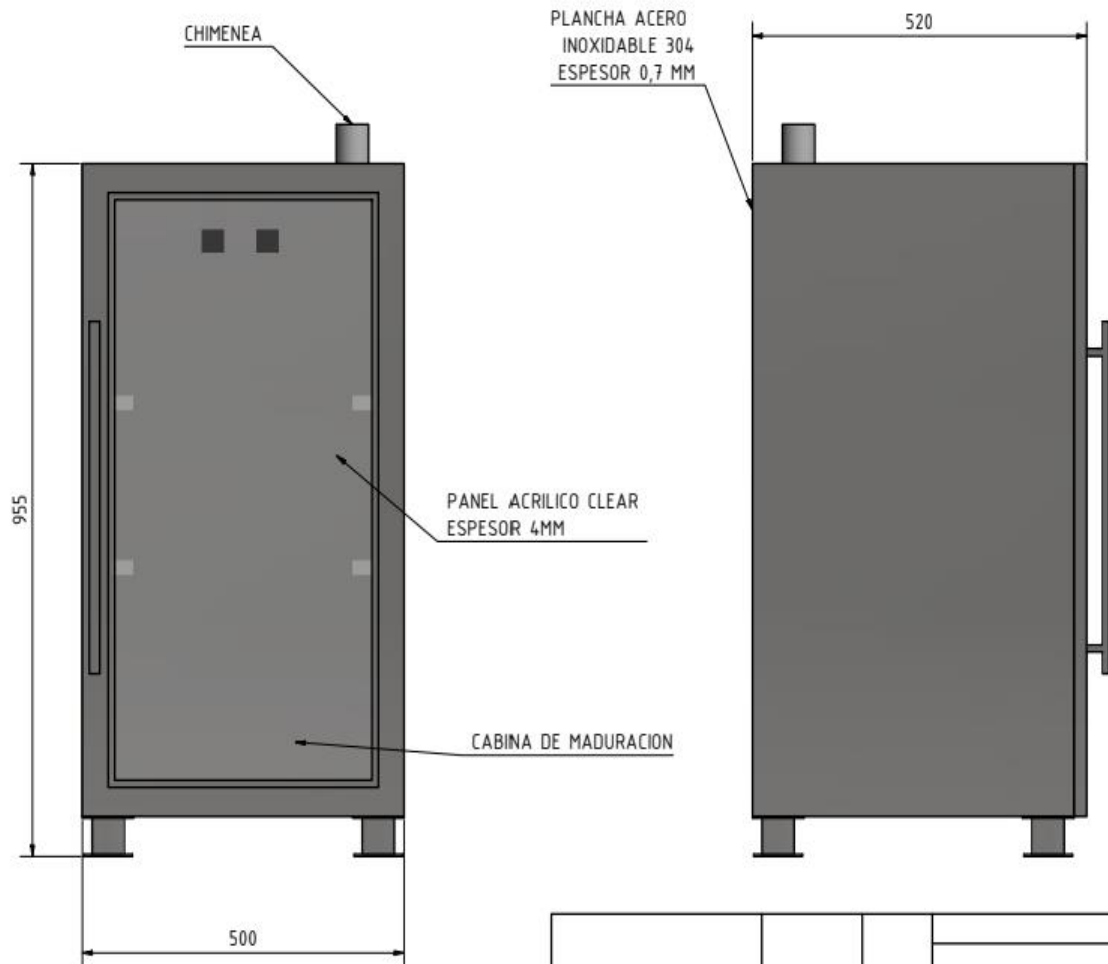
Fotografía 10: Salamis distribuidos en la cámara de maduración.

Anexo D2. Evaluación sensorial del color, aroma, sabor y textura del salami curado con diferentes concentraciones de extracto de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*).



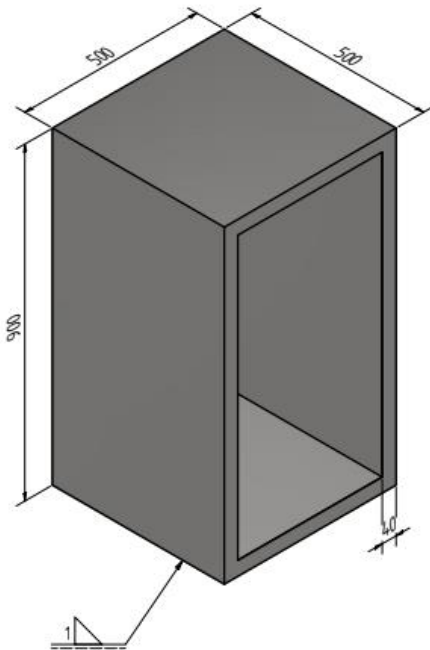
Fotografía 16: Evaluación sensorial realizada por catadores no entrenados. (Estudiantes de los últimos ciclos de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Cuenca).

PLANOS DE LA CÁMARA DE MADURACIÓN

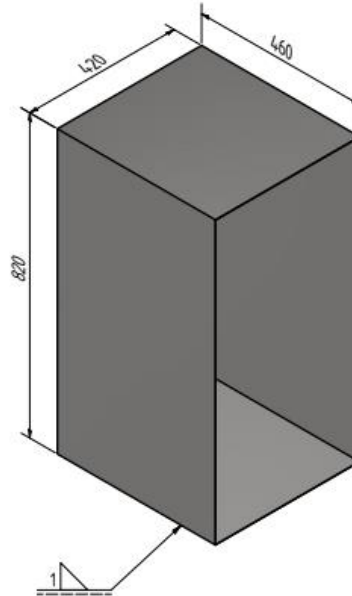


Fecha	Nombre		
Creado	31/10/2023	Solorzano	CAMARA DE MADURACION DE SALAMI
Revisado	31/10/2023	VELIN	
Norma			
		U. DE CUENCA	1
			A3

ESTRUCTURA EXTERNA



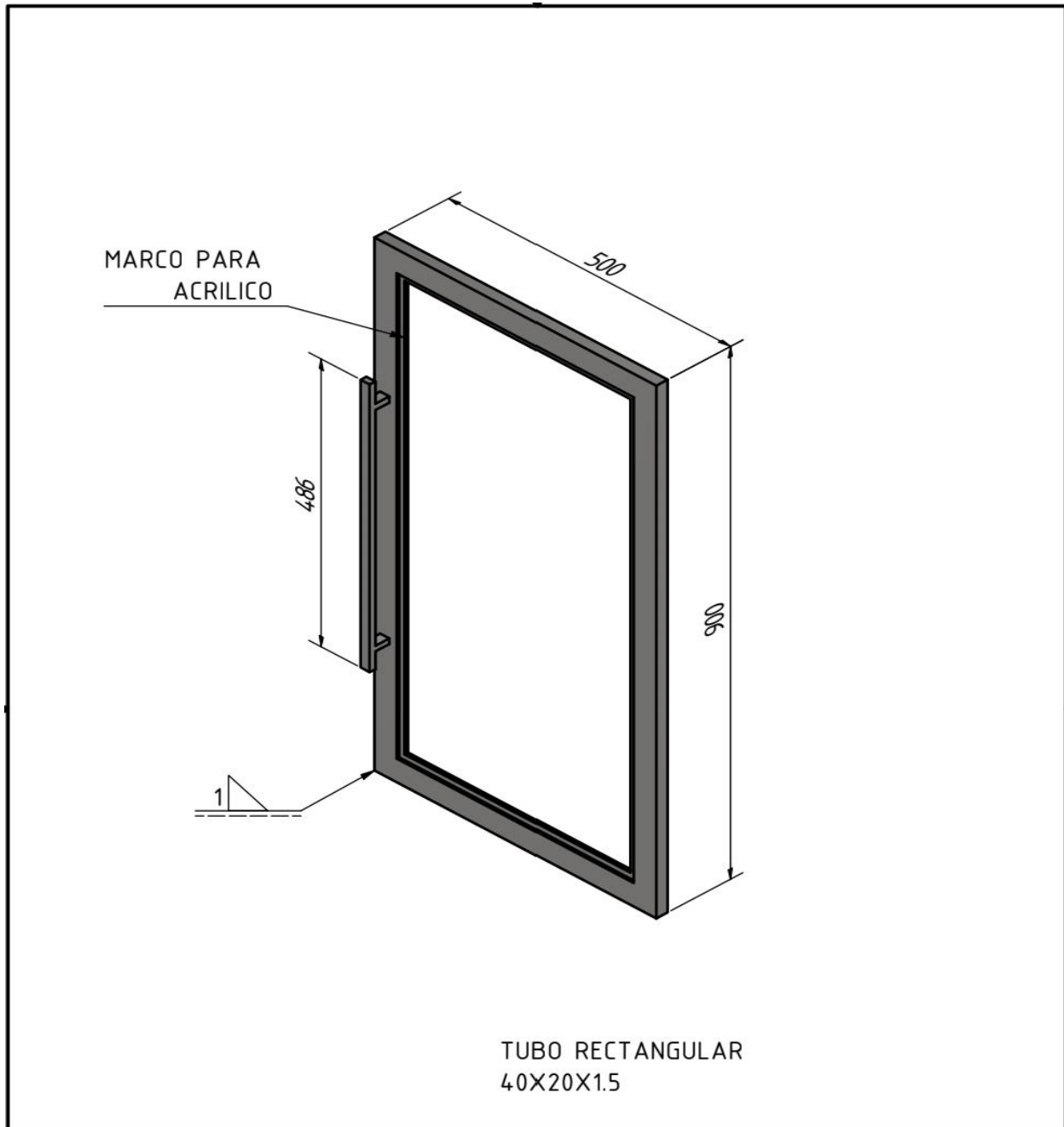
ESTRUCTURA INTERNA



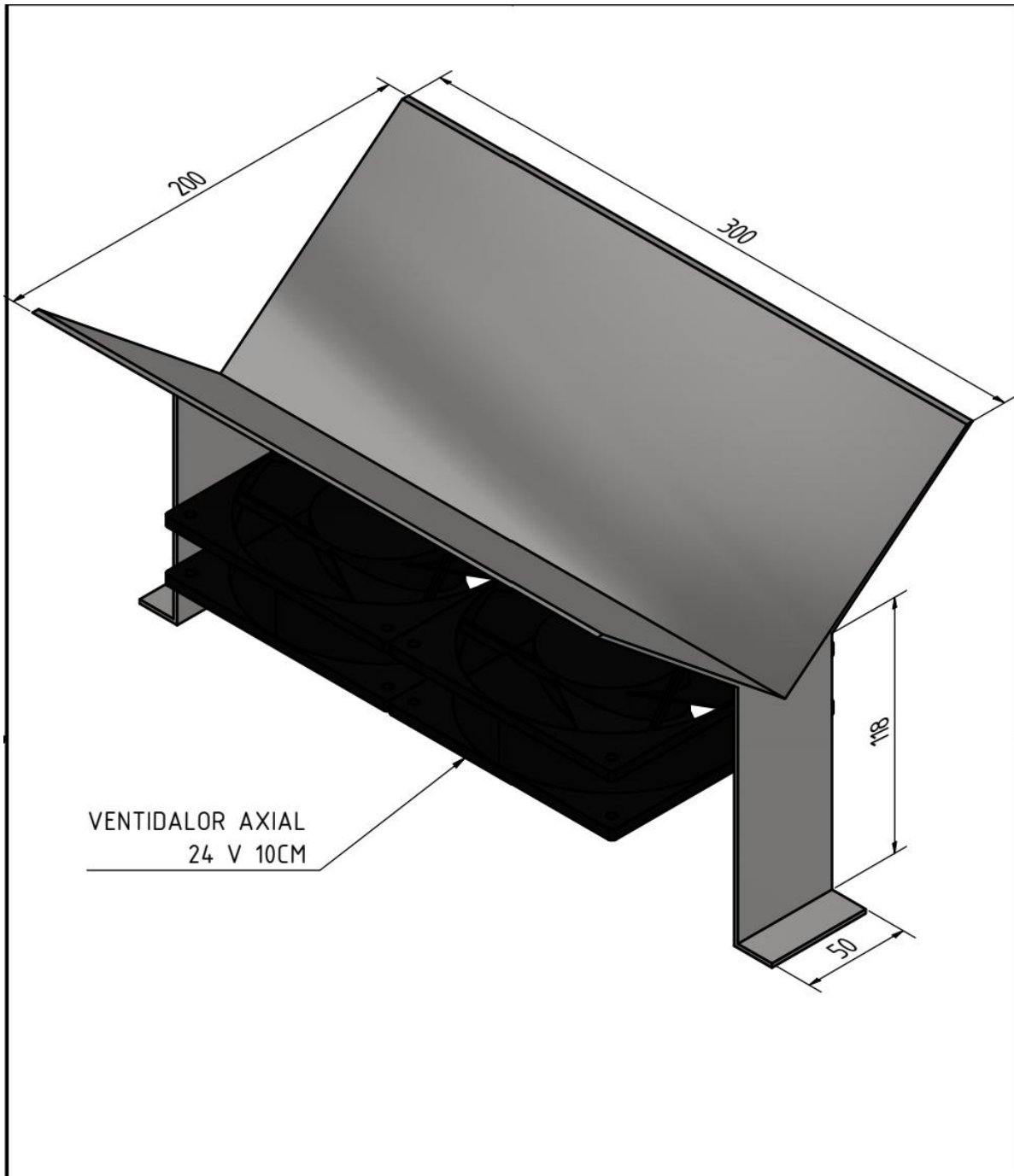
PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE 304
 ESPESOR 0,7 MM

LA ESTRUCTURA INTERNA SE COLOCA DENTRO DE LA EXSTRUCTURA EXTERNA
 CON UNA CAPA DE AISLAMIENTO TERMICO DE POLIURETANO EXPANDIDO, LLENANDO
 EL ESPACIO VACIO ENTRE LAS DOS

Estructura		Fecha	Nombre	CAMARA DE MADURACION DE SALAMI
Creado		31/10/2023	Salorzano	
Revisado		31/10/2023	VELIN	
Norma				
U. DE CUENCA				2
Estado	Cambios	Fecha	Nombre	A3



				Fecha	Nombre	CAMARA DE MADURACION DE SALAMI	
			Creado	31/10/2023	Solorzano		
			Revisado	31/10/2023	VELIN		
			Norma			U. DE CUENCA	
						3	
						A4	
Estado	Cambios	Fecha	Nombre				



				Fecha	Nombre	CAMARA DE MADURACION DE SALAMI		
				Creado	31/10/2023			Solorzano
				Revisado	31/10/2023			VELIN
				Norma				
						U. DE CUENCA		
						4		
						A4		
Estado	Cambios	Fecha	Nombre					