



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustria

Tema:

“EFECTO DE LOS POLIFENOLES DEL EXTRACTO DE AMARANTO NEGRO (*Amaranthus hybridus L.*), SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA ÚTIL DEL CHORIZO”.

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.

Autores:

Freire Chamorro Edison Alexander

Rea Guambuete Jhoselyn Verónica

Tutora:

Ing. Alim. Patricia Iza PhD.

Guaranda – Ecuador

2023

“EFECTO DE LOS POLIFENOLES DEL EXTRACTO DE AMARANTO NEGRO (*Amaranthus hybridus* L.), SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA ÚTIL DEL CHORIZO”.

REVISADO Y APROBADO POR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Patricia Iza', enclosed within a large, loopy oval shape. Below the signature is a horizontal dotted line.

Ing. Alim. Patricia Iza PhD.

TUTORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Moreno', enclosed within a large, loopy oval shape. Below the signature is a horizontal dotted line.

Ing. Alim. Carlos Moreno PhD.

PAR LECTOR (A)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hugo Vásquez', enclosed within a large, loopy oval shape. Below the signature is a horizontal dotted line.

Ing. Hugo Vásquez PhD.

PAR LECTOR (A)



CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA


Yo, Freire Chamorro Edison Alexander y Rea Guambuquete Jhoselyn Verónica, con CI 180545228-9, 020239697-4, respectivamente, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados por ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional Vigente:


.....

Freire Chamorro Edison Alexander

CI: 180545228-9


.....

Rea Guambuquete Jhoselyn Verónica

CI: 020239697-4


.....

Ing. Alim. Patricia Iza PhD.

CI: 180226839-9



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
 Notario



No. ESCRITURA	20230201003P01788
---------------	-------------------

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

EDISSON ALEXANDER FREIRE CHAMORRO Y JHOSELYN VERÓNICA REA GUAMBUGUETE

CUANTIA: INDETERMINADA

FACTURA: 001-006-000004359

DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día tres de agosto de dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece la señorita JHOSELYN VERÓNICA REA GUAMBUGUETE, estado civil soltera, domiciliada en este cantón de Guaranda, con celular número 0959558091; por sus propios derechos; Comparece el señor EDISSON ALEXANDER FREIRE CHAMORRO, estado civil soltero, domiciliado en Ambato y de paso por esta ciudad de Guaranda, con celular número 0992914998, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneos para contratar y obligarse a quien de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertida de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dice: **Declaramos que el presente trabajo de investigación titulado: "EFECTO DE LOS POLIFENOLES DEL EXTRACTO DE AMARANTO NEGRO (*Amaranthus hybridus L.*), SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA ÚTIL DEL CHORIZO".** Previo la obtención del título de Ingenieros Agroindustriales, de la facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por los autores. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA.** La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firma conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe. -

JHOSELYN VERÓNICA REA GUAMBUGUETE
 C.C. 0202396974

EDISSON ALEXANDER FREIRE CHAMORRO
 C.C. 1805452289



AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
 NOTARIO TERCERO DEL CANTÓN GUARANDA

Document Information

Analyzed document	Tesis Amaranto negro FINALAF.pdf (D172557590)
Submitted	2023-08-03 18:37:00
Submitted by	
Submitter email	edfreire@mailes.ueb.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	jaltuna.ueb@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text As student entered the text in the submitted document.

Matching text As the text appears in the source.



Ing. Alim. Patricia Iza PhD.

TUTORA

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico primeramente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar todo este largo proceso y obtener uno de mis más anhelados sueños

A mi querido padre Mario Freire, por su trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a él se logró llegar aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y un privilegio ser su hijo, es el mejor padre de todo el mundo.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y me compartieron sus conocimientos.

Edison Alexander

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme todo este largo trayecto de estudio, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad, a mi padre por estar ahí presente para todo lo que necesitaba y creer siempre en mí

Agradezco también todos mis docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, por haberme compartido sus conocimientos a lo largo de toda mi carrera estudiantil, de manera especial a mi tutora de este proyecto de investigación a la Ing. Alim. Patricia Iza PhD quien ha guiado con paciencia y rectitud como docente.

A todos mis primos, amigos, mi compañera de tesis Verónica y futuros colegas que me ayudaron de manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Edison Alexander

DEDICATORIA

Con amor y cariño dedico esta tesis a mi amada hija Catalina, por ser el motivo principal de mi vida y la que me impulsa ser mejor día a día, también se la dedico a mi padre Gonzalo y a su esposa, porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible, de igual manera a mi hermana Alexandra, porque son los que siempre me apoyaron y estuvieron conmigo enseñándome a afrontar las dificultades que siempre se presentan en la vida y a no rendirse.

También quiero dedicarle este trabajo a mi novio Pedro. Que, con su amor, su paciencia, su comprensión, y por estar ahí dándome fuerzas para seguir, motivándome, siendo mi mejor amigo cuando lo necesito por que junto con mi hija llegaron en el mejor momento, para darle sentido a mis días.

También se la dedico a mi ángel del cielo que siempre ilumina mi camino cuando siento que la luz se apaga. Mami esto va por ti.

Jhoselyn Verónica

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida y poder culminar uno de mis grandes sueños, por darme salud y vida al despertar todos los días y ver a los míos cerca de mí, en segundo lugar, agradezco a mis padres por darme la vida porque gracias a ellos ahora soy quien soy, aunque siempre me faltara mi ángel que ahora me cuida desde el cielo mi madre Carmen, que con sus bendiciones la siento cerca de mí.

También agradezco a mi amado padre Gonzalo, quien estuvo para nosotras siempre hasta el día de hoy, apoyándonos en cada paso que damos, quien nos enseñó hacer fuertes y valientes en momentos muy duros y muy difíciles que la vida nos ha presentado, a saber sobresalir a pesar de todo para hacer que sus hijas se conviertan en unas profesionales, de igual manera agradezco a mi hermana Alexandra Rea quien con su ejemplo de valentía y superación personal a demostrado que todo se puede lograr si se lo propone, que con su perseverancia ha logrado muchas cosas que al igual que mi padre son mi más grandes orgullos.

Agradezco también a la que se convirtió en mi segunda madre María, quien con su carácter y ejemplo de mujer logro formarme, criarme y verme también como una hija, a la que nos ayudó mucho para llegar a este objetivo que no fue fácil, pero por ellos logre cumplirlos.

Agradezco a mi novio Pedro, padre de mi hermosa hija Catalina quien desde el día que formo parte de mi vida me ha apoyado y ha estado conmigo en la buenas y en las malas, de igual manera a mis suegros que de una u otra manera estuvieron ahí. También a mis amigos con quienes conviví esta hermosa etapa de la universidad y a los que siempre llevare en mi corazón.

Y finalmente, doy gracias a mi querida Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria, a mis docentes en especial a mi tutora Ing. Alim. Patricia Iza, por ayudarnos a cumplir este bonito sueño de ser profesionales, de igual manera a mi compañero de tesis Alexander.

Jhoselyn Verónica

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	2
1.2.1. Enunciado del problema.....	2
1.2.2. Situación del problema.....	3
1.2.3. Formulación del problema	3
1.2.4. Pregunta de investigación	3
1.2.5. Sistematización del problema	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
1.4.1. Hipótesis Nula.....	5
1.4.2. Hipótesis Alternativa.....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN	6
CAPÍTULO II.....	7

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Amaranto negro.....	7
2.1.1. Características y valor nutritivo del amaranto negro	9
2.1.2. Propiedades del amaranto negro	10
2.1.3. Producción del amaranto negro a nivel mundial.....	10
2.1.4. Producción y comercialización del amaranto negro en Ecuador	11
2.1.5. Compuestos y propiedades antioxidantes del amaranto.....	11
2.2. Antioxidantes	11
2.2.1. Antioxidantes en función de su lugar de origen.....	12
2.2.2. Antioxidantes naturales.....	12
2.2.3. Compuestos fenólicos	12
2.2.4. Cuantificación y determinación de fenoles totales.....	12
2.2.5. Determinación de polifenoles por el método Folin Ciocalteu	13
2.2.6. Cuantificación de la capacidad antioxidante por el método DPPH	13
2.2.7. Antioxidantes sintéticos	13
2.3. Embutido.....	14
2.4. Componentes que intervienen en la elaboración de embutidos	15
2.4.1. La carne.....	15
2.4.2. La grasa	16
2.5. Clasificación de los embutidos.....	16
2.5.1. Embutidos crudos.....	16
2.5.2. Embutidos escaldados	16
2.5.3. Embutidos cocidos	17
2.6. El chorizo	17
2.6.1. Clasificación de los chorizos.....	17
2.6.2. Proceso de elaboración del chorizo.....	18

2.6.3. Diagrama de Proceso de elaboración de chorizo	19
2.7. Oxidación lípidos en productos cárnicos	19
2.8. Mecanismo de autooxidación.....	20
2.8.1. Etapa de iniciación o inducción	20
2.8.2. Etapa de propagación	20
2.8.3. Etapa de finalización	20
2.9. Tiempo de vida útil	21
2.10. Contaminación microbiológica	21
2.10.1. Detección de microorganismos en los alimentos	22
CAPÍTULO III	23
3. MARCO METODOLÓGICO	23
3.1. Ubicación y características de la investigación.....	23
3.1.1. Localización de la investigación	23
3.1.2. Situación geográfica y edafoclimáticas.....	24
3.2. Metodología	24
3.2.1. Material experimental	24
3.2.2. Materiales de campo	24
3.2.3. Equipos.....	25
3.2.4. Equipos de bioseguridad	26
3.2.5. Reactivos	26
3.2.6. Aditivos	26
3.2.7. Materiales de oficina	27
3.2.8. Factores de estudio	27
3.2.9. Tratamientos en estudio	27
3.2.10. Características del experimento	28
3.2.11. Modelo de diseño experimental	28

3.2.12. Modelo análisis de varianza	28
3.2.13. Prueba de rangos ordenados	29
3.3. Variables de respuesta.....	30
3.3.1. En el extracto de amaranto	30
3.3.2. En el producto terminado	30
3.4. Manejo del experimento en el laboratorio	30
3.4.1. Obtención de extracto de amaranto negro.....	30
3.4.2. Diagrama de flujo de la obtención del extracto de amaranto negro.....	32
3.4.3. Liofilización del extracto de amaranto negro.....	32
3.5. Determinación de los compuestos polifenólicos y cuantificación de la capacidad antioxidante del extracto del amaranto negro.	33
3.5.1. Determinación de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu	33
3.5.2. Cuantificación de la capacidad antioxidante por el método DPPH	33
3.6. Elaboración del chorizo.....	34
3.6.1. Descripción de la elaboración del chorizo	35
3.6.2. Diagrama de flujo de la elaboración del chorizo	36
3.7. Determinación del mejor tratamiento en base a la actividad antioxidante y tiempo de vida útil.....	37
3.7.1. Actividad antioxidante	37
3.7.2. Tiempo de vida útil	37
3.7.3. Control microbiológico	38
3.7.4. Fichas de estabilidad de los tratamientos del chorizo	38
3.8. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del mejor tratamiento.....	38
3.8.2. Determinación de la aceptabilidad	39
CAPITULO IV	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40

4.1. Obtención del extracto del amaranto negro	40
4.1.1. Obtención de extracto por maceración y liofilización	40
4.2. Determinación de polifenoles totales por el método Folin-Ciocalteu en el extracto liofilizado de amaranto negro.....	41
4.2.1. Cuantificación de la capacidad antioxidante en el extracto liofilizado del amaranto negro.....	43
4.3. Elaboración del chorizo con diferentes porcentajes de polifenoles de amaranto negro.....	45
4.4. Determinación del mejor tratamiento en base a la actividad antioxidante y tiempo de vida útil del chorizo.....	45
4.4.1. Actividad antioxidante del chorizo	45
4.4.2. Determinación del tiempo de vida útil (TVU) del chorizo mediante cinética de reacción.	47
4.4.3. Control microbiológico de los tratamientos de chorizo	51
4.5. Resultados de las propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad del mejor tratamiento.....	59
4.5.1. Resultado de las propiedades físico-químico.....	59
4.5.2. Aceptabilidad del mejor tratamiento.....	60
4.6. Comprobación de hipótesis	64
4.6.1. Verificación de la hipótesis de la capacidad antioxidante	64
CAPÍTULO V	65
5.1. CONCLUSIONES	65
5.2. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Clasificación taxonómica del amaranto negro.	8
2.	Propiedades nutricionales del amaranto negro por 100g.	9
3.	Clasificación de los antioxidantes sintéticos.....	14
4.	Composición nutricional de la carne por cada 100 g.....	15
5.	Requisitos microbiológicos en muestra unitaria	22
6.	Situación geográfica y edafoclimáticas.....	24
7.	Equipos.....	25
8.	Tratamientos en estudio para la elaboración de chorizo	27
9.	Características del experimento	28
10.	ANOVA para el diseño de bloques completos al azar.....	29
11.	Formulación de los diferentes tratamientos de chorizo.....	34
12.	Rendimiento de la materia prima pulverizada	40
13.	Datos de la obtención del extracto de amaranto negro	40
14.	Rendimiento de la obtención del extracto.....	41
15.	Resultado del contenido de polifenoles totales	42
16.	Resultado de la capacidad antioxidante	44
17.	Pesos del chorizo ahumado de cada tratamiento.....	45
18.	Resultados de la capacidad antioxidante de cada tratamiento	45
19.	Análisis de varianza de la actividad antioxidante del chorizo	46
20.	Pruebas de Tukey para la actividad antioxidante.....	47
21.	Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento control.....	51
22.	Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento con la adición de ELAN al 0,1 %.....	52
23.	Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento con la adición de ELAN al 0,3 %.....	52
24.	Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento con la adición de ELAN al 0,5 %.....	53
25.	Recuento de coliformes totales en los tratamientos de chorizo	54
26.	Ficha de estabilidad del chorizo en el tratamiento control.....	55

27. Ficha de estabilidad en el tratamiento T1 con adición de 0,1 % de extracto de amaranto negro.....	56
28. Ficha de estabilidad en el tratamiento T2 con adición de 0,3 % de extracto de amaranto negro.....	57
29. Ficha de estabilidad del tratamiento T3 con adición de 0,5 % de extracto de amaranto negro.....	58
30. Resultado de los análisis físico-químico del mejor tratamiento.....	59
31. Valores Fisher para la verificación de la hipótesis de la antioxidante	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Morfología del amaranto negro.....	8
2.	Localización de la planta de procesamiento “El Salinerito”	23
3.	Curva de calibración con ácido gálico para la cuantificación de los polifenoles a una absorbancia de 750 nm	42
4.	Curva de calibración como antioxidante de referencia trolox	44
5.	Cinética de reacción de primer orden para la adición del extracto de amaranto negro al 0,1 %	48
6.	Cinética de reacción de primer orden para la adición del extracto de amaranto negro al 0,3 %	49
7.	Cinética de reacción de primer orden para la adición del extracto de amaranto negro al 0,5 %	50
8.	Personas que prefieren los embutidos con aditivos sintéticos o naturales	61
9.	Nivel de aceptabilidad del atributo color	61
10.	Nivel de aceptabilidad del atributo del olor	62
11.	Nivel de aceptabilidad del atributo del sabor	62
12.	Nivel de aceptabilidad del atributo de la textura.....	63
13.	Porcentaje de personas que comprarían un chorizo con antioxidante natural	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	DESCRIPCIÓN
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Desarrollo de la fase experimental
3.	Determinación de la actividad antioxidante del extracto de amaranto negro
4.	Proceso de elaboración del chorizo
5.	Determinación del tiempo de vida útil del chorizo
6.	Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento
7.	Análisis microbiológico del chorizo con respecto a <i>Salmonella spp</i>
8.	Análisis microbiológico del chorizo con respecto coliformes totales
9.	Cataciones
10.	Ficha de aceptabilidad del chorizo
11.	Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento
12.	Etiquetas del chorizo con extracto de amaranto negro

RESUMEN

Este proyecto de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de los polifenoles presentes en el extracto de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), sobre la actividad antioxidante y vida útil del chorizo. Realizando un extracto liofilizado mediante maceración con agitación, donde se identificó los polifenoles totales por el método Folin Ciocalteu y se cuantificó la capacidad antioxidante por el método 2.2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH).

Para determinar el efecto de los polifenoles del extracto se elaboraron cuatro tratamientos de chorizo, un control y tres con diferentes porcentajes de adición del mismo, los cuales fueron: 0,1 %, 0,3 % y 0,5 %. La determinación del tiempo de vida de estante de este producto se realizó mediante una cinética de reacción, determinación de presencia de Salmonella y recuento de coliformes totales.

Además, mediante pruebas fisicoquímicas y microbiológicas se determinó el pH, grasa, proteína y capacidad de retención de agua, para establecer el cumplimiento del producto con la norma INEN 1338:2012, por otra parte, se determinó el nivel de aceptabilidad mediante pruebas de catación donde se evaluaron sus características organolépticas.

Mediante los resultados de las pruebas realizadas, se pudo determinar que la concentración óptima de la adición del extracto natural de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) como antioxidante natural fue el tratamiento con 0,5 % al ser el tratamiento que presenta mayor capacidad antioxidante, menos carga microbiana, estabilidad en las propiedades organolépticas y el tiempo de vida más extenso.

Palabras clave: Chorizo, oxidación de lípidos, antioxidantes, amaranto negro, Extracto liofilizado de amaranto negro (ELAN).

ABSTRACT

The objective of this research project is to determine the effect of polyphenols present in the extract of black amaranth (*Amaranthus hybridus L.*) on the antioxidant activity and shelf life of chorizo. A freeze-dried extract was made by maceration with agitation, where the total polyphenols were identified by the Folin Ciocalteu method and the antioxidant capacity was quantified by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method.

To determine the effect of the polyphenols of this extract, four chorizos treatments were prepared, one control and three with different percentages of addition thereof, which were: 0,1 %, 0,3 % and 0,5 %. The determination of the shelf life of this product was carried out through reaction kinetics, determination of the presence of Salmonella and total coliform count.

In addition, through physicochemical and microbiological tests, the pH, fat, protein and water retention capacity were determined, to establish the compliance of the product with the INEN 1338:2012 standard, on the other hand, the level of acceptability was determined through tasting tests where their organoleptic characteristics were evaluated.

Through the results of the tests carried out, it was possible to determine that the optimal concentration of the addition of the natural extract of black amaranth (*Amaranthus hybridus L.*) as a natural antioxidant was the treatment with 0,5 %, as it was the treatment with the highest antioxidant capacity, less microbial load, stability in organoleptic properties and the longest shelf life.

Keywords: Sausage, lipid oxidation, antioxidants, black amaranth, Extracto liofilizado de amaranto negro (ELAN).

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista nutricional la carne tiene el atributo de proporcionar un balance apropiado de aminoácidos esenciales que son formadores de proteínas hasta un 20 % de su peso, siendo responsable de reactivar el metabolismo del cuerpo humano. Para Uribe & Arango (2021), mencionan que la carne es demasiado imprescindible en la dieta del ser humano puesto que, al representar una fuente importante de proteína, contiene todos los aminoácidos esenciales, así como minerales y vitaminas de elevada disponibilidad que son necesarios para el buen desarrollo y funcionamiento del cuerpo.

Sin embargo, Olav Sliemers (2019), afirma que este alimento es altamente perecedero y su deterioro se muestra principalmente en el desarrollo de olores y sabores de mal gusto los mismos que generan el rechazo por parte del consumidor puesto que, pueden reducir su valor nutritivo y producir sustancias tóxicas.

El hombre desde sus inicios ha desarrollado diversos métodos de conservación de la carne con el fin de evitar su deterioro e incrementar su tiempo de vida útil. Con respecto a esto, Vásquez & Suárez, (2019), manifiestan que hoy en día se está evidenciando diversos problemas con respecto a las limitadas formas de conservación de productos cárnicos, a esta problemática se suma el hecho en el cual existe una continua exigencia de disminuir y prohibir cada vez más el uso de preservantes y aditivos químicos en los alimentos, puesto que estos causan efectos adversos que pueden afectar directamente en la salud del consumidor. Por lo que es necesario la búsqueda de nuevas metodologías y alternativas para conservar los alimentos sin que afecte la salud al ser humano.

Según estudios de Ramírez & Vargas (2019), indican que los métodos de conservación de productos cárnicos son tratamientos cuya finalidad es el de prolongar la vida útil, manteniendo además los atributos de calidad como son textura, sabor, color y en especial su valor nutritivo para ello podemos aplicar los métodos físicos, químicos o combinados. Por este motivo, la presente investigación tiene como objetivo determinar el efecto de los polifenoles presentes en el amaranto

negro (*Amaranthus hybridus L.*), sobre la actividad antioxidante y el tiempo de vida útil en el chorizo elaborado en la planta procesadora de productos cárnicos “El Salinerito”.

1.2. PROBLEMA

1.2.1. Enunciado del problema

Según Freire & Cofrades (2019), la oxidación lipídica es el motivo más notable en el daño o deterioro de los productos lo cual produce una reacción en cadena entre los ácidos grasos de los lípidos y especialmente el oxígeno.

El método más utilizado para retardar la rancidez oxidativa es tratar de disminuir la cantidad de oxígeno presente en cualquier producto cárnico. Sin embargo, las reacciones oxidativas se producen a bajas concentraciones de oxígeno, debido a esta problemática las industrias cárnicas han optado por el uso de sustancias químicas para así ampliar la vida útil sus productos elaborados. Según estudios realizados por Valenzuela & Pérez (2019), quienes afirman que las empresas agroalimentarias enfocadas al desarrollo de productos cárnicos han venido utilizando diversos antioxidantes lipídicos de origen sintético debido a su fuerte efecto y bajo costo, entre los antioxidantes más conocidos tenemos el BHA (hidroxianisol butilado), BHT (hidroxitolueno butilado), eritorbato de sodio, ácido ascórbico entre otros. En la actualidad, el rechazo por parte de los consumidores hacia el uso de aditivos sintéticos en los alimentos procesados ha ido aumentando debido a un efecto negativo en la salud humana (Carrillo , 2019).

Por lo expuesto anteriormente, existe un gran interés en la búsqueda de nuevas fuentes de antioxidantes de origen natural, los mismos que podrían remplazar a los antioxidantes sintéticos. Hoy en día existen diversos estudios en las cuales demuestran la presencia de sustancias antioxidantes en el mundo vegetal como en semillas, flores, aceites vegetales, frutas entre otros.

1.2.2. Situación del problema

Hoy en día existe poca o muy escasa información sobre el efecto antioxidante que posee el amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), en el proceso de elaboración de productos cárnicos. Los antioxidantes naturales que posee este pseudocereal es una alternativa que muestra solución a un total desaprovechamiento de estos cultivos en la aplicación y en el desarrollo de productos novedosos en la parte agroindustrial.

1.2.3. Formulación del problema

En función a lo expuesto, la presente investigación se encamina a conocer el efecto que tiene la adición del extracto de polifenoles naturales provenientes del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) como antioxidante en la elaboración de chorizo en la planta procesadora de productos cárnicos “El Salinerito”.

1.2.4. Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto de la adición de los polifenoles presentes en el amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), sobre la actividad antioxidante y el tiempo de vida útil de chorizo elaborado en la planta procesadora de productos cárnicos “El Salinerito”?

1.2.5. Sistematización del problema

Para el desarrollo de esta investigación es de vital importancia despejar la interrogante científica metodológica que contribuirá al cumplimiento del objetivo general.

Se planteó las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es la actividad antioxidante y el tiempo de vida útil del chorizo elaborado en la planta procesadora de productos cárnicos “El Salinerito”?

¿Cuáles son las características organolépticas y sensoriales que presenta el chorizo después de un tiempo determinado de vida útil del mejor tratamiento?

¿Cuál es el grado de aceptación del producto elaborado a base de un antioxidante natural?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de los polifenoles presentes en el extracto de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), sobre la actividad antioxidante y el tiempo de vida útil del chorizo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Obtener el extracto que contienen los polifenoles del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*).
- Cuantificar los compuestos polifenólicos del extracto del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) a partir de la construcción de una recta patrón de ácido gálico.
- Elaborar el chorizo en la planta procesadora de productos cárnicos “El Salinerito” con diferentes porcentajes de polifenoles de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*).
- Determinar el mejor tratamiento de chorizo con base a la actividad antioxidante y al tiempo de vida útil.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad del mejor tratamiento.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis Nula

H_0 : La adición de extracto de polifenoles del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), no influye en la capacidad antioxidante y en el tiempo de vida útil del chorizo.

1.4.2. Hipótesis Alternativa

H_1 : La adición de extracto de polifenoles del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), influye en la capacidad antioxidante y en el tiempo de vida útil del chorizo.

1.5. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es importante realizarla debido a los siguientes puntos de vista:

Científico: Es importante realizar esta investigación desde el punto de vista científico porque contribuye a revalorizar el amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), puesto que es un pseudocereal de orígenes andinos normalmente conocida como ataco o sangorache, su flor es de color morado y posee semillas negras. Peralta & Villacrés (2019), afirman que en cuanto a los análisis de su composición cada grano muestra que tiene entre el 14 y 17 % de proteína, es decir, más alto que los cereales tradicionales como son el maíz con 9,33 % y el arroz con 8,77 %, mientras que su colorante contiene antioxidantes, minerales y proteínas.

Tecnológico: Es importante realizar esta investigación desde el punto de vista tecnológico debido a que en la actualidad el uso de antioxidantes naturales en todo tipo de productos alimenticios van en incremento, esto debido a buenos resultados con respecto a la vida útil de los alimentos, por la misma razón se busca determinar el efecto de los polifenoles como antioxidante natural a partir el amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) como una alternativa para uso tecnológico, siendo así una opción viable para ser integrado la elaboración de embutidos.

Industrial: Es importante realizar esta investigación desde el punto de vista industrial porque se pretende aportar a las industrias enfocadas a la producción de productos cárnicos con conocimientos sobre una nueva fuente de antioxidantes naturales, como en reemplazo a los antioxidantes artificiales o sintéticos, por tanto, se pueda satisfacer la demanda de un mercado cada vez más exigente en cuanto alimentos de consumo masivo y así poder recuperar la confiabilidad de los consumidores.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Amaranto negro

Este pseudocereal también conocido como ataco o amaranto negro es una planta que normalmente se produce en la sierra andina ecuatoriana, puesto que su nombre significa “la planta que no se marchita” dicha planta es de color rojo o morado, cuyas semillas son de color negro (Borja & Chuiza , 2019).

Según Velástegui & Núñez (2019), este pseudocereal de color morado es una planta leguminosa de origen andino de un color significativo el mismo que fue domesticado, cultivado y utilizado por culturas precolombinas de América, para los mayas, aztecas e incas este cereal fue la principal fuente de proteínas, con la llegada de los colonizadores al continente americano se les prohibió su consumo por considerarlo como un instrumento primordial para ceremonias paganas.

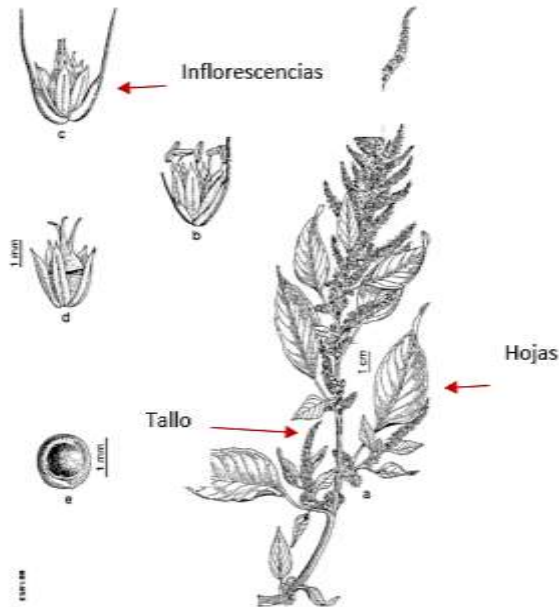
La organización de las Naciones Unidas para los Alimentos y la Agricultura indicaron que el almidón del sangorache o amaranto negro posee propiedades nutricionales únicas las mismas que hacen de ella una alternativa potencial para la industria alimentaria, por este motivo al igual que la quinua, el amaranto negro fue seleccionado por la NASA como suplemento alimenticio para astronautas (Peralta, 2019).

Estudios y análisis realizados por González (2019), mostraron que este grano de amaranto tiene entre el 14 y 17 % de proteínas, este más alto que los cereales tradicionales como son el maíz con el 9,33 % y el arroz con 8,77 %, este pseudocereal presenta 14 % de fibra, 6 % de carbohidratos y minerales además de esto su colorante contiene un contenido alto de proteínas, minerales y antioxidantes. Otros análisis desarrollados por Peralta (2019), afirma que 100 gramos de este grano negro pueden aportar casi el 46 % de la ingesta diaria recomendada de calcio conjuntamente con la quinua estos pueden aportar el total de la ingesta diaria de hierro.

El ataco o sangoroche es una planta herbácea anual erecta, de ramificación baja que es verde cuando es joven y violeta cuando está madura. (Borja & Chuiza , 2019).

Figura 1.

Morfología del amaranto negro



Nota. Morfología amaranto negro Quelal, (2023).

Tabla 1.

Clasificación taxonómica del amaranto negro.

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Tipo:	Embryophyta siphonogama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Archyclamidaeae
Orden:	Centropermales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	Amaranthus
Especie:	<i>Hybridus / A. quitensis</i>
Nombre científico:	<i>Amaranthus hybridus L/A</i>
Nombres comunes:	Ataco, sangorache, sangorochoa.

Nota. Elaborado con datos de Villacrés & Mazón, (2017).

2.1.1. Características y valor nutritivo del amaranto negro

La característica más importante de este pseudocereal es proporcionar un alto valor nutricional, las hojas y semillas tienen una composición química altamente interesante y un valor nutricional superior al de otros cereales, además las hojas de amaranto tienen buena textura, sabor y cualidades nutricionales y contienen calcio, hierro, fósforo y magnesio, así como ácido ascórbico, niacina, vitamina A y fibra (Espinoza & Ramírez, 2019).

Este grano es considerado como el mejor alimento de origen vegetal, puesto que esta denominación le fue otorgada por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, sus hojas como su grano cuentan con altos valores nutricionales los cuales brindan beneficios a la salud del consumidor (Jurado, 2019).

Tabla 2.

Propiedades nutricionales del amaranto negro por 100g.

Composición	Amaranto negro
Humedad %	13,7
Proteína%	14,3
Fibra cruda %	13,9
Grasa%	6,8
Ceniza %	3,58
E.L.N%	61,9
Calcio%	0,30
Fosforo%	0,61
Magnesio%	0,35
Potasio %	0,60
Sodio %	0,04
Mn (ppm)	44,0
Energía (Cal/100g)	361
Calorías x 100g	366

Nota. Elaborado con datos de Villacrés & Mazón, (2017).

2.1.2. Propiedades del amaranto negro

Estudios desarrollados por Carrera (2018) y Peralta & Villacrés (2018) infieren que en Ecuador se han reconocido las propiedades curativas del amaranto negro, razón por la cual se encuentra con frecuencia en los mercados locales mostrando así las siguientes propiedades más importantes:

- Poseen un alto contenido de proteínas y balance adecuado de aminoácidos esenciales que poseen sus semillas y hojas principalmente triptófano y metionina
- Fácil adaptación a las condiciones climáticas y sistemas de cultivos tanto de pequeños agricultores como de agricultura extensa
- Usos múltiples en la alimentación humana puesto que de este grano se obtiene harinas para la elaboración de dulces, tamales, galletas, tortillas, bebidas refrescantes, etc.
- La presencia de pigmentos de color púrpura y negro en las hojas e inflorescencias son colores característicos de esta planta que se da por una sustancia llamada amarantina los mismos que son utilizados en la industria alimentaria y textil.

2.1.3. Producción del amaranto negro a nivel mundial

De acuerdo con estudios de Jurado (2019), la producción mundial del amaranto negro se concentra en China los cuales poseen 150.00 hectáreas cultivadas, seguido por Perú con 1.200 hectáreas y Estados Unidos con 500 hectáreas, en cuanto a la comercialización se considera que Argentina es el país más representable puesto que el mismo mantiene exportaciones de este pseudocereal, participando así con el 49,13 %; en segundo lugar está Perú con 45,24 %; tercer lugar México y Bolivia con 2,13 % y Ecuador con un 0,25 % hay que tener en cuenta que en nuestro país el comercio internacional de este grano no posee partida propia, por lo que consta dentro de la partida de cereales tradicionales junto a la quinua.

2.1.4. Producción y comercialización del amaranto negro en Ecuador

En el Ecuador el amaranto negro se da en climas Andinos con latitudes inferiores a los 2800 msnm, la producción en nuestro país es mínima con aproximadamente 50 hectáreas de cultivo con un bajo rendimiento de 22 a 66 quítales por hectárea de acuerdo al último censo agropecuario (Jurado, 2019).

Las provincias en las que se cultiva este grano son: Carchi (cantón Espejo, Mira y Bolívar), Imbabura (Ibarra, Urcuquí, Pimampiro, Otavalo y Cotacachi), Pichincha (Quito, Tabacundo, Rumiñahui y Mejía), Cotopaxi (Salcedo, Latacunga y Saquisilí), Tungurahua (Ambato, Pelileo, Píllaro, Patate y Quero), Bolívar (Guaranda, San Miguel, Chimbo y Chillanes), Chimborazo (Riobamba, Alausí, Guano, Penipe, Chambo y Chunchi), Cañar (Cañar, Biblián, Azogues y el Tambo), Azuay (Cuenca, Gualaceo, Paute, Sigsig, Nabón, Girón, 9 San Fernando, Chordeleg y Oña), Loja (Loja y Saraguro), El Oro, (Chilla y Zaruma) (Jurado, 2019).

2.1.5. Compuestos y propiedades antioxidantes del amaranto

Los antioxidantes que están presentes en los extractos de la planta del amaranto negro son: fitoesteroles, antocianinas, fenoles, betacianinas, betaxantina, nicotiflorina, ácido-hidroxibenzoico, ácido pumarico. Vitamina C, violaxantina, luteína, alfa y betacaroteno (Suarez *et al.*, 2020).

2.2. Antioxidantes

Para Ramírez & García (2019), los antioxidantes son sustancias naturales o sintéticos fabricados por el hombre puesto que los mismos pueden prevenir o retrasar algunos tipos de oxidaciones, en cambio Terán (2020), afirma que los antioxidantes son moléculas capaces de prevenir o retardar la oxidación entregando uno o más electrones para así estabilizar algún componente biológico separando por efecto del ataque de radicales libres.

Los compuestos antioxidantes disponen de una estructura química adecuada para reaccionar fácilmente con un radical libre y el resultado de dicha interacción pierden

su reactividad y posterior a eso los antioxidantes se oxidan transformándose en moléculas más estables hacia todo su entorno (Vivanco & Castillo, 2021).

2.2.1. Antioxidantes en función de su lugar de origen

Estas moléculas están presentes de forma natural en diversos alimentos y desempeñan una acción antioxidante sobre los lípidos, puesto que en otros casos estas moléculas están presentes en pocas cantidades o son destruidas durante los procesos tecnológicos, por esta razón es de vital importancia la incorporación de antioxidantes de manera artificial o natural para compensar tal carencia, los antioxidantes más utilizados son los que se obtienen por síntesis química (Coronado & Vega, 2019).

Aunque la inclinación general es de reducir significativamente el uso de aditivos sintéticos y sustituirlos parcialmente por aditivos naturales.

2.2.2. Antioxidantes naturales

Se encuentran de manera natural en alimentos principalmente de origen vegetal como minerales y vitaminas los mismos que forman los compuestos fenólicos.

2.2.3. Compuestos fenólicos

Son moléculas que poseen uno o más grupos hidroxilo que están unidos a un anillo aromático, estos compuestos junto a las vitaminas se consideran importantes antioxidantes.

2.2.4. Cuantificación y determinación de compuestos fenólicos

La cuantificación de polifenoles totales se encuentra directamente relacionado con la determinación de la capacidad antioxidante, estos dos métodos son útiles para estudios donde se combinan la cuantificación de polifenoles con métodos para determinar la capacidad antioxidante de muestras vegetales (Peralta & Gálvez, 2023).

2.2.5. Determinación de polifenoles por el método Folin Ciocalteu

Este ensayo se utiliza para la determinación del contenido en compuestos fenólicos en productos vegetales, este método se basa en que los compuestos fenólicos reaccionen con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a un pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible a ser determinada espectrofotométricamente a 760 nm, en si este reactivo contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con compuestos fenólicos presentes en la muestra (Torres & Núñez, 2020).

2.2.6. Cuantificación de la capacidad antioxidante por el método DPPH

Se conoce así a la técnica donde se aplica el 2,2-difenil-picrilhidrazilo como radical, el DPPH es un radical libre que se puede obtener directamente disolviendo el reactivo en un medio orgánico, la reducción del mismo se monitorea por la disminución de la absorbancia a una longitud de onda característica, para esto en su forma de radical libre, el DPPH absorbe a 515 nm y cuando sufre una reducción por el reactivo trolox este reactivo es un oxidante que induce al daño oxidativo y a un sustrato oxidable (Poma & Ponce, 2020).

2.2.7. Antioxidantes sintéticos

Los antioxidantes artificiales son desarrollados por síntesis química y normalmente codificados para su aplicación en industrias alimentarias los mismos que previenen y alargan el tiempo de vida útil de diversos productos elaborados por empresas de producción agropecuaria.

En el siguiente cuadro se muestra algunos de los antioxidantes utilizados en diversas industrias enfocadas al desarrollo de alimentos procesados.

Tabla 3.*Clasificación de los antioxidantes sintéticos*

Nombre	Código	Origen	Uso Habitual	Efectos secundarios posibles
Ácido láctico	E 270	Bacteriano	Judías, pepinos.	Ninguno
Acido L- ascórbico (vitamina C)	E 300	Síntesis Artificial	Bebidas de frutas, mermeladas.	Ninguno
Ascorbato sódico	E 301	Síntesis Artificial	Embutidos	Ninguno
Ascorbato cálcico	E 302	Síntesis Artificial	Comida preparada	Ninguno
Palmitato de ascórbico	E 304	Síntesis Artificial	Embutidos	Ninguno
Alfa-tocoferol sintético	E 307	Síntesis Artificial	Embutidos	Ninguno
Gama-tocoferol sintético	E 308	Síntesis Artificial	Embutidos	Ninguno
Delta-tocoferol sintético	E 309	Síntesis Artificial	Embutidos	Ninguno
Citrato de sodio	E 331	Síntesis Artificial	Productos lácteos	Ninguno
Citrato de potasio	E 332	Síntesis Artificial	Productos lácteos	Ninguno

Nota. Elaborado con datos de Jamanca & Cruz, (2019).

2.3. Embutido

Según la NTE INEN 1338 (2012), los embutidos son “el producto elaborado a base de grasa, carne, vísceras u otros subproductos procedentes de origen animal los mismos que deben ser comestibles, con la adición de sustancias permitidas las mismas que son sometidas a procesos agroalimentarios adecuados. En sí, dicha normativa menciona que el producto cárnico está terminado cuando ha concluido con todas las etapas de procesamiento y está listo para el consumo humano y la venta del mismo”.

Para Gúzman (2023), la elaboración de los embutidos básicamente consiste en la recepción de las materias primas, picado, mezclado, embutido, atado, y dependiendo del tipo de embutidos se realizan procesos como secado, ahumado, madurado, escaldado, cocción, y finalmente el proceso de enfriado y terminado.

2.4. Componentes que intervienen en la elaboración de embutidos

Para la elaboración de diversos embutidos los materiales que se utilizan pueden dividirse en dos grupos, los ingredientes y los aditivos.

A su vez los ingredientes se dividen en materias primas (componentes cárnicos y no cárnicos), especies y condimentos.

2.4.1. La carne

Según la normativa NTE INEN 1217 (2013), “La carne es un tejido muscular que es estriado en su fase posterior a su rigidez cadavérica, comestible, sano e inocuo de animales de abasto que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para el consumo humano”.

Para la elaboración de diversos productos embutidos la carne normalmente debe tener una capacidad fijadora de agua, para esto, es preciso emplear carnes de animales jóvenes recién sacrificados y no completamente madurados para que el embutido sea de buena calidad (NTE INEN 1338, 2012)

Para la FAO (2020), la carne está compuesta por agua, aminoácidos, proteínas, grasas, minerales, ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como en pequeñas cantidades de carbohidratos.

La composición se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Composición nutricional de la carne por cada 100 g

Producto	Agua	Proteína	Grasas	Cenizas
Carne vacuna (magra)	75,0 g	22,3 g	1,8 g	1,2 g
Carne de cerdo (magra)	75,1 g	22,8 g	1,2 g	1,0 g
Carne de ternera (magra)	76,4 g	21,3 g	0,8 g	1,2 g
Carne de pollo	75,0 g	22,8 g	0,9 g	1,2 g

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

2.4.2. La grasa

Está compuesta por triglicéridos, ácidos grasos, agua y proteínas, esta parte es empleada en la elaboración de distintos productos cárnicos es extraída de los tejidos del animal, como la panceta, espalda y estómago (Rivera, 2019), la grasa se utiliza para elaborar múltiples productos cárnicos emulsionados puesto que estas son muy importantes, las mismas que aportan características como el sabor y la textura. Para Londoño Hernández, (2019), afirma que en casi todas las aplicaciones la grasa es considerada ideal para la elaboración de productos embutidos, la razón es porque la misma permite excelentes propiedades de procesamiento tales como la ausencia de embarramiento y buena estabilidad oxidativa es decir que resiste a la oxidación de lípidos y conduce a la rancidez.

2.5. Clasificación de los embutidos

Los embutidos en función del tratamiento térmico se clasifican en:

2.5.1. Embutidos crudos

Según Linares & Saravia (2019), los embutidos crudos son aquellos que previamente han sido sometidos al adobo y al amasado antes del proceso de rellenado en la tripa, esta puede ser natural o artificial los mismos no contienen fibra, ni cartílagos ni sebo.

2.5.2. Embutidos escaldados

Son un tipo de embutidos que se suele preparar a partir de carne fresca o simplemente un poco madurada y se someten a un proceso de escaldado antes de ser puesta en percha, esto con el fin de eliminar o disminuir la población microbiana, así para favorecer la conservación y la coagulación de las proteínas.

Para Hernández & Saes (2019), el escaldado consiste en un proceso suave con agua caliente aproximadamente a 75 °C esto depende de cada de embutido, dicho tratamiento térmico también se puede realizar ahumado a altas temperaturas.

La carne utilizada para la elaboración de este tipo de embutido es indispensable que tenga una elevada capacidad de fijación de agua.

2.5.3. Embutidos cocidos

Estos embutidos cualquiera sea su forma contextura o su manera de elaboración sufren un proceso de cocción ya sea en calor seco, en estufa, en agua o al vapor (Guzmán, 2023).

2.6. El chorizo

Chorizo es “el producto elaborado con carne de animales de abasto, solas o en mezcla, con ingredientes y aditivos de uso permitido posteriormente embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, puede ser crudo, cocido, madurado, ahumado o no” (NTE INEN 1338, 2012).

Los chorizos tienen una consistencia firme de longitudes variables y compacta al tacto, teniendo diversas presentaciones como vela, sarta, ristra etc. Según, Maiza & Martínez (2020), el corte deberá tener un aspecto uniforme liso y bien adherido exento de coloraciones inusuales y con una clara distinción entre el trozo de carne y la grasa; los trozos de carne le darán un sabor graso característico, asimismo exhibirán olores y sabores característicos que son aportados principalmente por las especias y condimentos durante el curado.

2.6.1. Clasificación de los chorizos

Existen muchas variedades de chorizo los más destacados son: chorizo campestre, chorizo ahumado, chorizo argentino, chorizo parrillero, chorizo criollo picante, chorizo con finas hierbas, chorizo de pimentón (Sánchez , 2019).

- **Chorizo Campestre:** Chorizo con la molienda más gruesa, ahumado y pre-cocido a la perfección.
- **Chorizo ahumado:** Más enfoque en el proceso ahumado y pre-cocido, con leña importada.

- **Chorizo argentino:** Aderezado con especias especiales, con un sabor típico argentino.
- **Chorizo Parrillero:** Pre-cocido reduce el tiempo de preparación.
- **Chorizo criollo picante:** Elaborado con carne de cerdo y ají amarillo, resaltando los sabores del Perú.
- **Chorizo con finas hierbas:** La carne mezclada con hierbas aromáticas le da un sabor muy rico al chorizo.

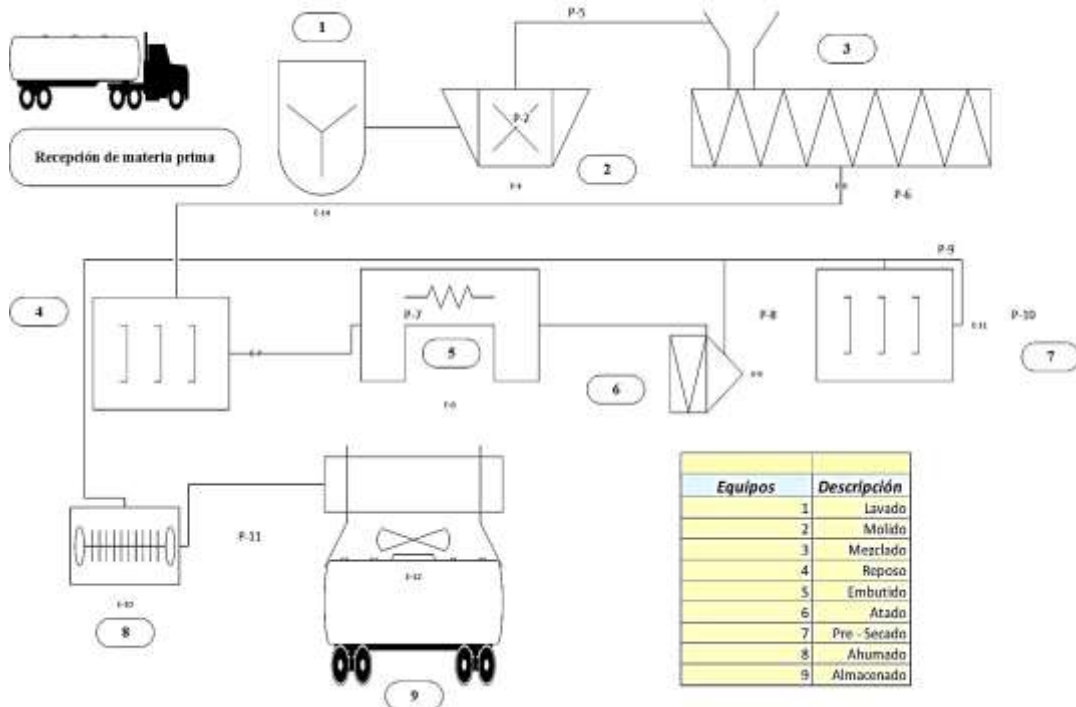
2.6.2. Proceso de elaboración del chorizo

Existen diferentes tipos y técnicas de preparación que se adaptan al gusto de cada país, sin embargo, los condimentos comunes son la sal, el ajo, las especias y los chiles. En algunos países el chorizo se vende crudo lo que requiere un paso de fritura antes de su consumo. Sin embargo, en el proceso tradicional el chorizo se seca y ahúma, proceso en el que la actividad del agua se reduce a un nivel que evita el crecimiento microbiano (FAO, 2020).

La FAO, Carne y productos Cárnicos (2015), menciona que durante el proceso de reposo y principalmente en la eliminación de humedad del producto, ocurre la maduración el cual es un fenómeno bioquímico y microbiano muy complejo que se da lugar al enrojecimiento, el aumento de consistencia y la aromatización.

En industrias alimentarias dedicadas al proceso de elaboración de productos cárnicos se suelen añadir aditivos autorizados por la normativa NTE INEN 2846 (2012), estos son nitritos, nitratos, ácido ascórbico, reguladores de maduración los mismos que son necesarios para productos de esta índole.

2.6.3. Diagrama de Proceso de elaboración de chorizo



Nota. Elaborado por los autores, (2023).

2.7. Oxidación lípidos en productos cárnicos

Según Constanza & Hernández (2019), los lípidos desempeñan un papel fundamental en la alimentación humana, puesto que brinda diversas funciones tales como fuente de energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles, precursores de hormonas, etc.

Presentan también un papel organoléptico por la contribución a la textura y al sabor en alimentos transformados, los lípidos a diferencia de los hidratos de carbono ellos pueden metabolizarse en presencia o ausencia de oxígeno, es decir pueden metabolizarse aeróbicamente (Argueta & Aguilar , 2019).

El principal efecto notorio en los lípidos es que se oxidan fácilmente, siendo una de las causas principales del daño o deterioro químico de alimentos procesados y por ende la consecuencia organoléptica más importante es la aparición de sabores y olores de mal gusto en otros casos desagradables haciendo que el alimento sea inaceptable por parte del consumidor y también limitando su tiempo de vida útil (Guerberoff & Marchesino , 2020).

Para García & Medina (2019), además este proceso de oxidación de las grasas puede reducir el valor nutritivo de los alimentos, puesto que algunos productos de oxidación son potencialmente tóxicos, sin embargo, es recomendable en determinadas ocasiones que se produzca un cierto grado de oxidación de las grasas para que los alimentos adquieran las características organolépticas deseables como en el caso de algunos quesos, algunas conservas, etc.

Este proceso de oxidación de lípidos es un proceso complejo, puesto que implica a diversas reacciones que dan lugar a múltiples cambios físicos y químicos.

Para esto, el estudio de estos procesos suele dividirse en tres etapas: iniciación o inducción, propagación y finalización.

2.8. Mecanismo de autooxidación

2.8.1. Etapa de iniciación o inducción

En esta primera etapa influyen la presencia de factores extremos tales como la luz, altas temperaturas y la presencia de iones metálicos puesto que los mismos dan inicio al proceso generando así inestabilidad en las insaturaciones de los ácidos grasos, asimismo esta inestabilidad rompe la insaturación y forma el radical libre.

2.8.2. Etapa de propagación

Esta segunda etapa en presencia del oxígeno, los radicales libres forman compuestos primarios de la oxidación llamados peróxidos e hidroperóxidos esta misma reacción provoca nuevos radicales libres de forma exponencial, por la misma razón esta fase es conocida como propagación lo que quiere decir es que a mayor consumo de oxígeno mayor formación de peróxidos y nuevos radicales libres (García & Medina , 2019).

2.8.3. Etapa de finalización

Los compuestos primarios generados peróxidos e hidroperóxidos son moléculas altamente inestables puesto que se degradan fácilmente en los aldehídos, cetonas, alcohol entre otros.

En esta etapa final se generan los sabores y olores desagradables en los alimentos procesados, he ahí la presencia de microorganismos como la *salmonella spp*,

Clostridium botulinum, *Staphylococcus aureus* entre otros afectando el tiempo de vida de los productos terminados.

2.9. Tiempo de vida útil

Para Bustamante (2022), la vida útil de un alimento es el tiempo que transcurre entre la producción del mismo y el punto en el que se pierden sus cualidades fisicoquímicas y organolépticas y deja de ser seguro para el consumidor, es decir, el tiempo que transcurre desde su elaboración hasta su deterioro.

Estas cualidades son previamente definidas y aceptables para su consumo, siempre que se garanticen las condiciones de conservación, la vida útil depende tanto de las propias características de los alimentos, así como las técnicas de los alimentos, así como de las técnicas de conservación de los mismos (Bustamante, 2022).

García & Villarruel (2019), menciona que todos los productos alimenticios tienen fecha de caducidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial; depende de las condiciones de formulación, procesamiento, envasado, almacenamiento y manipulación. Dado que la temperatura de almacenamiento suele ser un factor determinante en el tipo y la tasa de desarrollo microbiano, se puede utilizar la refrigeración para prolongar su vida útil (Paredes *et al.*, 2019).

2.10. Contaminación microbiológica

Los alimentos contaminados por microorganismos pueden suponer un alto riesgo para el consumidor. La identificación de microorganismos patogénicos de los alimentos es una parte de vital importancia de la microbiología alimentaria para garantizar la seguridad del consumidor final, evitando así el desprestigio de la marca y reducir al mínimo las costosas modificaciones tras inspecciones fallidas o brotes de intoxicación alimentaria (Becerril & Quintero, 2019).

Los microorganismos son de tamaño microscópico, organizados principalmente como organismos unicelulares, aunque en algunos casos pueden ser multicelulares los mismos que abundan en todo el entorno natural como en el agua, el aire y el suelo (Vélez, 2022).

Los microorganismos pueden estar presentes de forma natural en los alimentos o haber sido agregados debido a una contaminación en el proceso de elaboración de productos procesados.

No se debe permitir la presencia de microorganismos patogénicos en los alimentos, o bien debe estar limitada a un número específico de células por gramo de alimento, estos límites difieren en función de la matriz alimentaria propuesta por la Normativa Técnica Ecuatoriana (INEN).

2.10.1. Detección de microorganismos en los alimentos

Los residuos tóxicos de las bacterias en las muestras de alimentos y bebidas se pueden analizar y determinar mediante ensayos microbiológicos como recuento de coliformes totales, placas de nutrientes, placas de agar, etc.

Tabla 5.

Requisitos microbiológicos en muestra unitaria

Requisitos	Maduradas Máx.UFC/g	Crudas Máx.UFC/g	Escaldados Máx.UFC/g	Cocidas Máx.UFC/g	Métodos ensayos
<i>Enterobacteriaceae</i>	1.0x10 ³	1.0x10 ²	1.0x10 ¹	-	
<i>Escherichia coli</i> **	1.0x10 ²	3.0x10 ²	1.0x10 ¹	<3*	
<i>Staphilolcocus aureus</i>	1.0x10 ²	1.0x10 ³	1.0x10 ²	1.0x10 ²	INEN
<i>Clostridium perfringens</i>	1.0x10 ³	-	-	-	1529
<i>Salmolnella</i>	aus/25g	aus/25g	aus/25g	aus/25g	

Nota. Elaborado con datos de la NTE INEN 1338:96.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

Esta investigación se desarrolló en la planta de procesamiento de productos cárnicos “El Salinerito” ubicada en el cantón Guaranda provincia de Bolívar en la parroquia Salinas y en el Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente ubicado en el Km 1 ½ vía a San Simón.

3.1.1. Localización de la investigación

A continuación, se presenta la figura de la localización donde se desarrolló la presente investigación.

Figura 2.

Localización de la planta de procesamiento de productos cárnicos “El Salinerito”



3.1.2. Situación geográfica y edafoclimáticas

En la siguiente tabla se detalla las condiciones geográficas y edafoclimáticas del lugar de la investigación.

Tabla 6.

Situación geográfica y edafoclimáticas

Parámetros	Valores
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Altitud	3.550 msnm
Latitud Sur	1° 23' 55", 1° 27' 32", 1° 24' 31"
Latitud Oeste	79° 10' 42", 79° 08' 43", 79° 04' 09"
Temperatura mínima	8°C
Temperatura Promedio	12°C
Temperatura máxima	15°C
Humedad relativa	90% enero a mayo 50% junio a septiembre
Lugar de investigación	Embutidora “El Salinerito”

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- Amaranto negro
- Carne de cerdo
- Carne de res

3.2.2. Materiales de campo

- Matraz
- Vasos de precipitación
- Gradillas
- Probeta

- Pipetas
- Balones de aforo
- Soportes metálicos
- Envases color ámbar
- Cuchillos
- Embudo
- Bandejas plásticas
- Tubos Eppendorf

3.2.3. Equipos

En la siguiente tabla se detalla los equipos que se utilizaron en la investigación

Tabla 7.

Equipos

Equipo	Código	Modelo
Incubadora	21392987	MEMERT (20°C a 220°C)
Balanza Analítica	8090096	DHAUS
Espectrofotómetro	20392919	NANO DROP
Pulverizador	8899670	RETSCH
Ultrasonido	20392919	FISHER SACIENTIFIC
Liofilizador	20382984	CHRIST
Vortex	204448	FISHER SACIENTIFIC
Plancha de agitación	3032943	VELP SCIENTIFICA
pHmetro	808406	CHAUVIN ARNOUX
Balanza	2586027	BIOBASE
Roto evaporador	8412045	BUCHI
Centrifugadora	8999670	GREETMED
Contador de colonias	5860627	QUEBEC
Baño maría	2038978	MEMMERT
Micro pipeta	8099684	BRAND
Cámara de ultrasonido	20382908	CRY SOUND
Deshidratador	8028440	SPECTAA
Cámara de flujo laminar	20382815	sBYE
Autoclave	85382912	TÉGMETRO

3.2.4. Equipos de bioseguridad

- Mandil
- Cofia
- Guantes de nitrilo
- Alcohol
- Botas
- Gel Antibacterial
- Mascarilla

3.2.5. Reactivos

- Etanol al 98%
- Agua destilada
- Trolox
- Carbonato de sodio
- Folin Ciocalteu
- DPPH
- 3m Petrifilm Salmonella
- 3m Petrifilm Recuento total coliformes
- Ácido gálico

3.2.6. Aditivos

- Sal refinada
- Fosfato
- Hielo
- Condimento para chorizo
- Paprika
- Tripas (artificiales)
- Vinagre
- Hilo chillo
- Antioxidantes

3.2.7. Materiales de oficina

- Computadora
- Teléfono celular
- Calculadora
- Esferos
- Cuaderno
- Carpeta
- Reglas
- Internet
- Libreta de apuntes
- Impresora
- Memoria USB

3.2.8. Factores de estudio

Para esta investigación se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DCAB), con tres réplicas.

3.2.9. Tratamientos en estudio

Tabla 8.

Tratamientos en estudio para la elaboración de chorizo

Tratamiento	Descripción
1	Chorizo control
2	Chorizo + Extracto de amaranto negro 0,1 % * masa total de carne
3	Chorizo + Extracto de amaranto negro 0,3 % * masa total de carne
4	Chorizo + Extracto de amaranto negro 0,5 % * masa total de carne

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

3.2.10. Características del experimento

Se describe las características del experimento en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 9.

Características del experimento

Características	Cantidad
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	12
Tamaño de unidad experimental	500 g

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

3.2.11. Modelo de diseño experimental

Para esta investigación se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DCAB), el cual se ajusta al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + y_j + \varepsilon_{ij}; \begin{cases} i = 1, 2, \dots, k \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Y_{ij} = es la medición que corresponde al tratamiento i y al bloque j

$i = 1, 2, \dots, k$

$j = 1, 2, \dots, b$.

μ = media global poblacional.

T_i = es el efecto debido al tratamiento i .

y_j = es el efecto debido al bloque j .

ε_{ij} = es el error aleatorio atribuido a la medición de Y_{ij}

3.2.12. Modelo análisis de varianza

Para establecer las diferencias entre los tratamientos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 10.*ANOVA para el diseño de bloques completos al azar*

Fuente de viabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor-p
Tratamientos	Sc_{TRAT}	$k - 1$	CM_{TRAT}	$F_0 = Sc_{TRAT}/CM_E$	$P(F > F_0)$
Bloques	Sc_B	$b - 1$	CM_B	$F_0 = CM_B/CM_E$	$P(F > F_0)$
Error	Sc_E	$(k - 1)(b - 1)$	CM_E		
Total	Sc_T	$N - 1$			

Nota. Elaborado por los autores, (2023).**3.2.13. Prueba de rangos ordenados**

Para determinar el mejor tratamiento se aplicó la prueba de rangos ordenados y para conocer las diferencias entre las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey al 5 %, para el análisis de resultados se utilizó el programa estadístico STATGRAFICS Centurión XVI.

- Método Tukey (diferencia altamente significativa)

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Este modelo aplica el procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, indicando que muestra diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95.0 % de confianza.

Modelo matemático para la prueba de rangos ordenados de Tukey.

$$T_\infty = q_\infty (k_1 N - K) \sqrt{CM_E/q_i}$$

Donde:

CM_E : Es el cuadrado medio del error, se obtiene la tabla ANOVA.

n : Es el número de observaciones para los tratamientos i y j .

k : Es el número de tratamientos.

∞ : Es el nivel de significancia prefijado.

$N-K$: Grados de libertad que corresponden al error.

$q_{\infty}(k_1N - K)$: Son puntos porcentuales de la distribución del rango estandarizado

3.3. Variables de respuesta

3.3.1. En el extracto de amaranto

- Contenido de polifenoles
- Contenido de la capacidad antioxidante

3.3.2. En el producto terminado

- Tiempo de vida útil
- Control microbiológico
- Capacidad antioxidante

3.4. Manejo del experimento en el laboratorio

3.4.1. Obtención de extracto de amaranto negro

La obtención del extracto depende de las propiedades físicas de los componentes de las plantas, por esta razón se realizó el método de extracción por maceración descrito por (Mesa & Ocampo, 2019).

- **Recepción de la materia prima**

La muestra vegetal de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) fue adquirida en el mercado mayorista de la provincia de Bolívar, cantón Guaranda y trasladado a las instalaciones del Departamento de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar.

- **Selección de materia prima**

Se realizó la selección de la materia prima separando las flores que contienen las semillas del amaranto negro.

- **Secado**

El proceso de secado se realizó en una estufa a 35 °C por 48 h.

- **Triturado**

Luego se realizó la trituration de las flores y semillas en el molino.

- **Extracción**

Se aplicó el método de extracción por maceración para la obtención del extracto, se pesó 100 g de muestra pulverizada de materia vegetal, se dividió la muestra en dos frascos de vidrio de 100 mL y a cada frasco se le añadieron 50 mL de etanol al 98 %.

- **Agitación**

Luego los frascos de vidrio se colocaron en una plancha de agitación a 1200 rpm por 20 min.

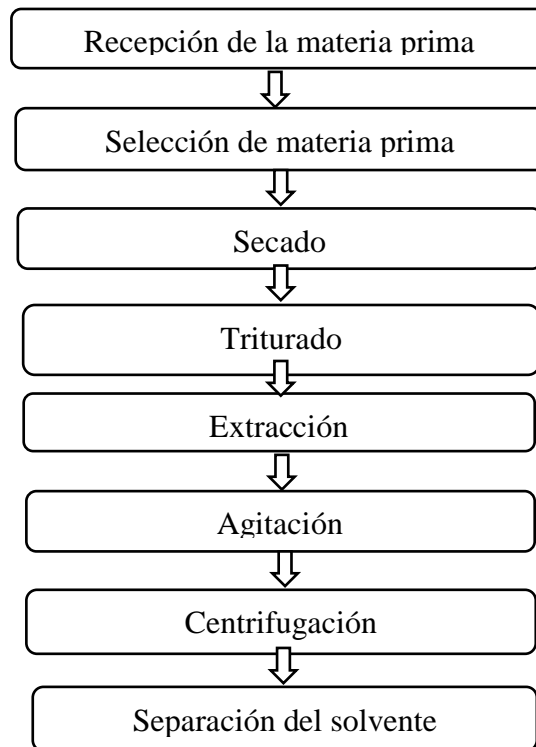
- **Centrifugación**

Después de este tiempo se procedió a colocar los frascos a baño de ultrasonido y centrifugación por 20 min, este proceso se realizó para separar la clorofila de la muestra añadiendo 50 mL de agua destilada tipo II, hasta obtener el extracto del amaranto negro completamente.

- **Separación del solvente**

El extracto obtenido se llevó un rotoevaporador para separar el solvente del extracto.

3.4.2. Diagrama de flujo de la obtención del extracto de amaranto negro



3.4.3. Liofilización del extracto de amaranto negro

Se realizó el proceso de liofilización durante 5 días de acuerdo a la metodología descrita por Ayarza (2020), teniendo como objetivo separar el agua mediante congelación y posterior sublimación del hielo a presiones reducidas, este procedimiento se realizó a una temperatura de 7 °C evitando así la desnaturalización de las proteínas.

- Para este proceso se introdujo la muestra congelada en uno de los recipientes de la cámara de sublimación y se conectó con cuidado.
- Posteriormente dentro del liofilizador se realiza la desecación primaria del producto por sublimación del solvente congelado.
- Finalmente, el hielo se sublimó desde la superficie de la muestra y a medida que avanzó el tiempo de este proceso la muestra en estado líquido pasa a un

estado sólido obteniendo así el extracto liofilizado de amaranto negro para su posterior análisis.

3.5. Determinación de los compuestos polifenólicos y cuantificación de la capacidad antioxidante del extracto del amaranto negro.

3.5.1. Determinación de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu

Se determinó los polifenoles totales del extracto liofilizado de amaranto negro por el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, descrito por Rioja & Vizalque (2018), construyendo una recta patrón usando como estándar el ácido gálico, el cual los compuestos fenólicos que están presentes en las muestras reaccionan con el reactivo Folin-Ciocalteu el cual es un agente oxidante dando una coloración azulada por la mezcla de ácido molibdato y tungsteno sódico que se determina mediante espectrofotometría a 750 nm.

- Se realizó una curva de calibración con ácido gálico para determinar la concentración de polifenoles presentes a una concentración de 100 a 700 mg/L.
- En los tubos eppendorf se adicionó 1120 µL de muestra del extracto más 1,25 µL del reactivo Folin-Ciocalteu y 3,75 mL de Na₂CO₃ al 7,5 % aforado con agua destilada.
- Se homogenizo en un vortex y se dejó en reposo durante 2 hora en un lugar oscuro.
- Finalmente se midió la absorbancia en una longitud de onda 750 nm en un Espectrofotómetro UV NanoDrop.

3.5.2. Cuantificación de la capacidad antioxidante por el método DPPH

Se cuantificó la capacidad antioxidante del extracto liofilizado de amaranto negro por el método del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) descrito por Mendoza (2022), el cual este radical es capaz de interactuar con compuestos antioxidantes a través de una sucesión de un átomo de hidrogeno el color del radical es purpura y es medible a una longitud de onda de 515 nm.

- Para la capacidad antioxidante se realizó una curva de calibración con una solución de antioxidante trolox en una concentración de 200 a 1000 $\mu\text{mol/L}$.
- En los tubos eppendorf se colocó 50 μL de muestra del extracto más 1950 μL de solución DPPH al 0,06 m/molar.
- Se homogenizo en un vortex cuidadosamente y se dejó reposar durante 30 min en un lugar oscuro.
- Finalmente se midió la absorbancia a una longitud de onda de 515 nm en un espectrofotómetro UV NanoDrop.

3.6. Elaboración del chorizo

En la siguiente tabla se presentan los ingredientes y las concentraciones utilizadas en los diferentes tratamientos:

Tabla 11.

Formulación de los diferentes tratamientos de chorizo

Ingredientes g/1kg chorizo	Tratamiento control g	Tratamiento con ELAN (0,1%) g	Tratamiento con ELAN (0,3%) g	Tratamiento con ELAN (0,5%) g
Carne de res	250	250	250	250
Carne de cerdo	250	250	250	250
Grasa de cerdo	250	250	250	250
Sal	18	18	18	18
Tripolifosfato	2,5	2,5	2,5	2,5
ELAN	0	0,1	0,3	0,5
Eritorbato de sodio	0,2	0	0	0
Orégano	0,31	0,31	0,31	0,31
Comino	0,7	0,7	0,7	0,7
Ajo	0,5	0,5	0,5	0,5
Achiote	10	10	10	10
Pimienta	1,5	1,5	1,5	1,5

3.6.1. Descripción de la elaboración del chorizo

- **Recepción de la materia prima**

Se utilizó carne de res y cerdo de buena calidad, refrigerada a 7 °C y con un pH de 6.2.

- **Pesado**

Se procedió a pesar la materia prima de acuerdo a la formulación establecida.

- **Deshuesado**

Se separó la carne magra del hueso utilizando cuchillos para mondar lo que permitió trabajar siempre lo más cerca posible del hueso.

- **Troceado**

Se realizó el troceado en pedazos pequeños de 5x5 cm aproximadamente de manera que estos pasen por la troceadora del molino.

- **Molido**

La carne magra y la grasa se molió con un disco con agujeros de 5 mm de diámetro.

- **Dosificado**

De acuerdo a la formulación establecida se procedió a pesar las cantidades exactas de los condimentos, aditivos, el agua y el extracto liofilizado de amaranto negro.

- **Mezclado**

Este proceso se realizó en la mezcladora donde se colocaron la materia prima en orden secuencial, la carne, los condimentos, aditivos esto durante el proceso de mezclado.

- **Embutido**

El pastón se colocó en la embutidora teniendo en cuenta de que no contenga capsulas de aire en esta pasta, se embutió en tripa natural.

- **Oreado**

Luego que el producto pasó por el proceso de embutido se expuso a temperatura ambiente para orearlos durante 4 h aproximadamente, dicho procedimiento se lo realizó para eliminar sustancias líquidas y así compactar la masa.

- **Ahumado**

Posterior al oreado el producto se llevó a la cámara de humo para realizar el ahumado durante 3 h con el fin de desarrollar el color y aroma característico del chorizo.

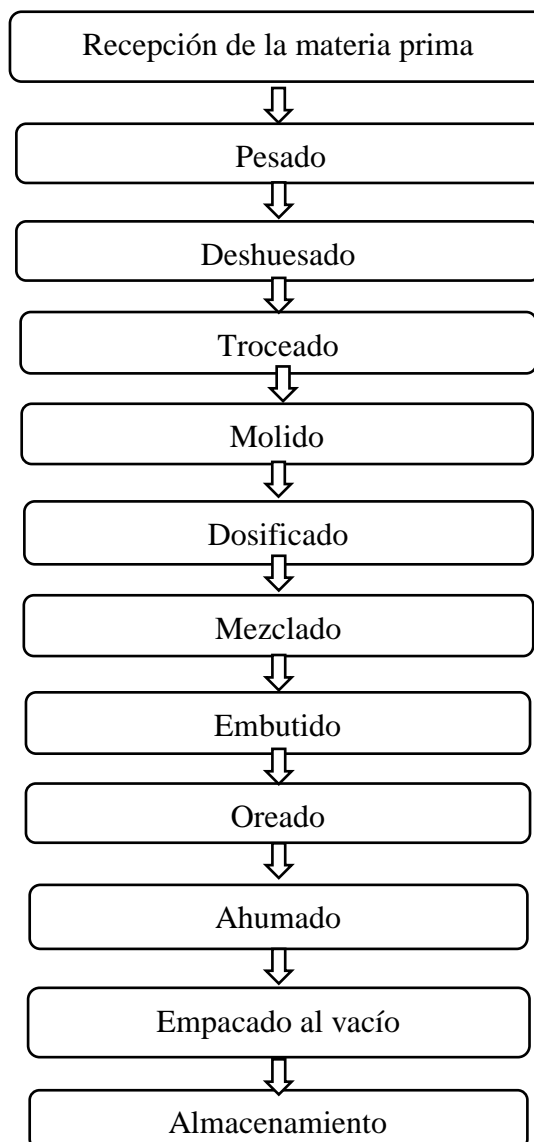
- **Empacado al vacío**

Se utilizó para disminuir la cantidad de oxígeno disponible, el mismo que influye directamente en el deterioro del producto por microorganismos vivos provocando así rancidez oxidativa.

- **Almacenamiento**

Posteriormente se colocó en la cámara de refrigeración a 7 °C.

3.6.2. Diagrama de flujo de la elaboración del chorizo



3.7. Determinación del mejor tratamiento en base a la actividad antioxidante y tiempo de vida útil

3.7.1. Actividad antioxidante

Para la determinación de la actividad antioxidante de los tres tratamientos de chorizo establecidos en esta investigación, se realizó matemáticamente multiplicando el resultado total de esta capacidad realizada por el método DPPH en el extracto, por la cantidad de adicción de cada tratamiento al 0,1, 0,3 y 0,5% procedimiento determinado por (Loor, 2023).

3.7.2. Tiempo de vida útil

Una de las principales causas de deterioro de los productos elaborados con carne de animales de abasto es por la presencia y acción de microorganismos. Por lo tanto, para el análisis del tiempo de vida útil (TUV) de los chorizos se realizaron pruebas microbiológicas con el fin de determinar el cumplimiento con los requisitos de inocuidad establecidos por la (NTE INEN 1338, 2012).

El deterioro de los productos cárnicos procesados se ve reflejado en el cambio de parámetros a lo largo del tiempo, las mismas que determinan el tiempo de vida útil del producto desarrollado, por este motivo el estudio de tiempo de vida útil se realizó con una cinética de reacción, determinación de la presencia de salmonella, ficha de estabilidad y recuento de coliformes totales por el método 3M Petrifilm.

- **Determinación del TVU mediante cinética de reacción**

Rodríguez (2019), menciona que la determinación del tiempo de vida útil se realiza mediante el estudio de la cinética de reacción, esta cinética introduce la variable tiempo en el estudio de estas reacciones que causan el deterioro de los alimentos las mismas que pueden ser de cero, primer o segundo orden y se representan por una ecuación matemática.

Para la determinación del TVU se utilizó la ecuación de la cinética de primer orden descrita por estudios de Orlate (2021), donde:

$$\ln C = \ln C_0 + K_1 \cdot t$$

Donde:

$\ln C$ = Logaritmo natural de la concentración final

$\ln C_0$ = Logaritmo natural de la concentración inicial

K_1 = Constante de velocidad de reacción

t = Tiempo

3.7.3. Control microbiológico

- **Determinación de la presencia de *Salmonella* y *Coliformes* totales**

Este procedimiento fue de tipo descriptivo, puesto que permitió determinar la presencia de la bacteria *Salmonella* y de los *Coliformes* totales. Se efectuó este análisis de determinación de acuerdo a la normativa INEN 1338 2012.

3.7.4. Fichas de estabilidad de los tratamientos del chorizo

Según el ARCSA (2016), para analizar el tipo de producto alimenticio procesado se deberá examinar la fórmula y sus características físicas, microbiológicas y químicas, así mismo se deberá establecer cuáles son los cambios en las características de calidad que son relevantes para establecer el tiempo de vida útil los cambios que pueden surgir en la calidad de los alimentos son color, olor, sabor y textura.

Por esta razón se desarrolló una ficha de estabilidad de cada tratamiento.

3.8. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del mejor tratamiento

3.8.1. Propiedades físico-químicas

- **Determinación del pH**

Para la determinación del pH del chorizo, se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 783, el cual es una medida de la concentración de iones que en distintos casos su cambio en alimentos procesados se debe a la actividad enzimática, así como, al

desarrollo y proliferación de bacterias en los productos procesados cárnicos, el pH permite determinar el tiempo de vida de estante.

- **Determinación de grasa**

Para la determinación de la grasa, se realizó por la norma AOAC 2003.06, el cual se trata de una extracción semi-continua con disolvente dicho método consiste en la evaporización de un disolvente que se encuentra en un matraz por calentamiento, posteriormente el disolvente es condensado y acumulado en la cámara de extracción en donde se rodea toda la muestra (Souza & Gasparoti, 2022).

- **Determinación de proteína**

Para la determinación de la proteína se realizó por el método Dumas, el cual es descrito por Pinto (2021), conocido también como el método de combustión es un método primario de determinación de nitrógeno y proteína que garantiza los resultados rápidos y facilidad de uso.

- **Determinación CRA por gravimetría**

Este método descrito por Gomez & Martínez (2019), afirman que la determinación de CRA por gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que se determina la cantidad de sustancia midiendo la muestra con una balanza analítica esta técnica de laboratorio es normalmente utilizada para determinar la concentración de una sustancia midiendo un cambio en la masa.

3.8.2. Determinación de la aceptabilidad

Para determinar el nivel de aceptabilidad del chorizo elaborado con el extracto liofilizado de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), se realizaron pruebas a 21 estudiantes de la Carrera de Agroindustria de la Universidad Estatal de Bolívar, a cada estudiante se le proporcionó una ficha de aceptabilidad en donde se evaluaron los atributos como son el color, olor, sabor y textura del mejor tratamiento de chorizo.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Obtención del extracto del amaranto negro

Se realizó el proceso de la extracción del extracto del amaranto negro por el método de maceración con agitación.

Luego del proceso de secado de la materia prima se realizó la pulverización, los pesos se reportan en la siguiente tabla:

Tabla 12.

Rendimiento de la materia prima pulverizada

Peso de materia prima	Peso flores y semillas	Peso de muestra pulverizada	Rendimiento
7 kg	2 kg	0,774 kg	38,7 %

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

En la tabla 12, se muestran los valores del peso total de la materia prima antes y después del proceso de clasificación, obteniendo un peso de muestra pulverizada de 0,774 kg, valor similar a lo reportado por Miranda (2022), de 0,796 kg y donde se evidencia un rendimiento de 38,7 % en investigaciones realizadas en amaranto.

4.1.1. Obtención de extracto por maceración y liofilización

En la siguiente tabla se detalla el volumen del extracto líquido de amaranto negro.

Tabla 13.

Datos de la obtención del extracto de amaranto negro

Peso muestra pulverizada	Maceración etanol y agua	Total del extracto líquido
774 g	100 mL	6 L

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

En la tabla 13, se muestran los valores del peso final de la muestra pulverizada lista para el proceso de maceración, realizando por 5 veces, obteniendo finalmente 6 L de extracto líquido de amaranto negro.

Tabla 14.

Rendimiento de la obtención del extracto

Extracto líquido por frasco	Muestra congelada por frasco	Peso del extracto congelado	Rendimiento
67,99 g	87, 28 g	1,89 kg	46,17 %

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

La tabla 14, muestra el peso del extracto líquido y congelado por cada frasco y el peso total del extracto congelado de amaranto negro, obteniendo un peso de 1,89 kg, donde se evidencia un rendimiento total de 46,17 %.

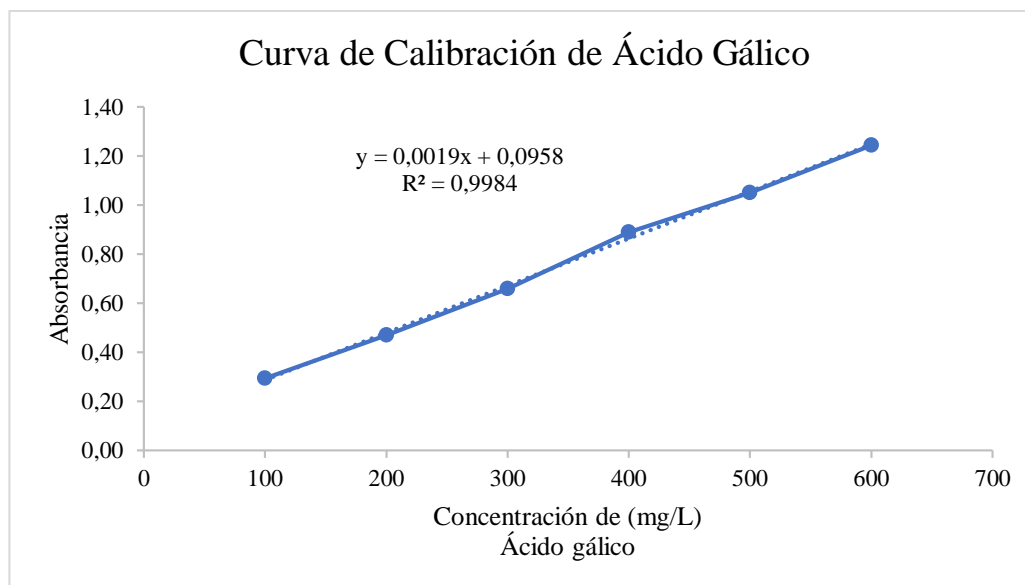
Una vez obtenido el extracto se procedió a realizar la liofilización, obteniendo un peso final del extracto liofilizado de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) de 14,66 g.

4.2. Determinación de polifenoles totales por el método Folin-Ciocalteu en el extracto liofilizado de amaranto negro

En la siguiente figura se detalla la curva de calibración con una solución de ácido gálico a una concentración de 100 a 700 mg/mL, que permite mediante la recta de regresión cuantificar el contenido total de polifenoles totales.

Figura 3.

Curva de calibración con ácido gálico para la cuantificación de los polifenoles a una absorbancia de 750 nm



Nota. Elaborado por los autores, (2023).

La figura 3, muestra los datos de la absorbancia a diferentes concentraciones y el promedio para poder desarrollar la recta que incluye la curva de calibración de ácido gálico obteniendo un coeficiente de correlación de 0,9984 valor que indica que los datos son totalmente confiables, siendo así el contenido en fenoles totales que se expresan como equivalentes en ácido gálico.

Tabla 15.

Resultado del contenido de polifenoles totales

Muestra	Contenido de polifenoles totales			
	(mg ácido gálico/100 g muestra seca)			
	R1	R2	R3	Promedio
Amaranto negro	69,87	76,95	70,88	72,57

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

La tabla 15, muestra el valor promedio de 3 réplicas del contenido de polifenoles presentes en el extracto liofilizado de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*),

con un valor 72,57 mL, que corresponde a los miligramos equivalentes de ácido gálico (AG) por 1 g (EAG/1g), valor similar a lo reportado por Tanquina Páramo (2013), que mencionan que el contenido de polifenoles totales en las panojas y semillas de este pseudocereal es de 77,3ml EAG/1 g, por 1 g de muestra de peso fresco; de la misma manera, Almirudis & Ramírez (2019), demuestran en su investigación que el contenido de polifenoles totales en estas mismas partes de la planta es de 69,8 mL EAG/1 g, esta disminución de compuestos polifenólicos de ambos autores se debe a diferencias en las condiciones de cultivo de este cereal (Riera , 2020).

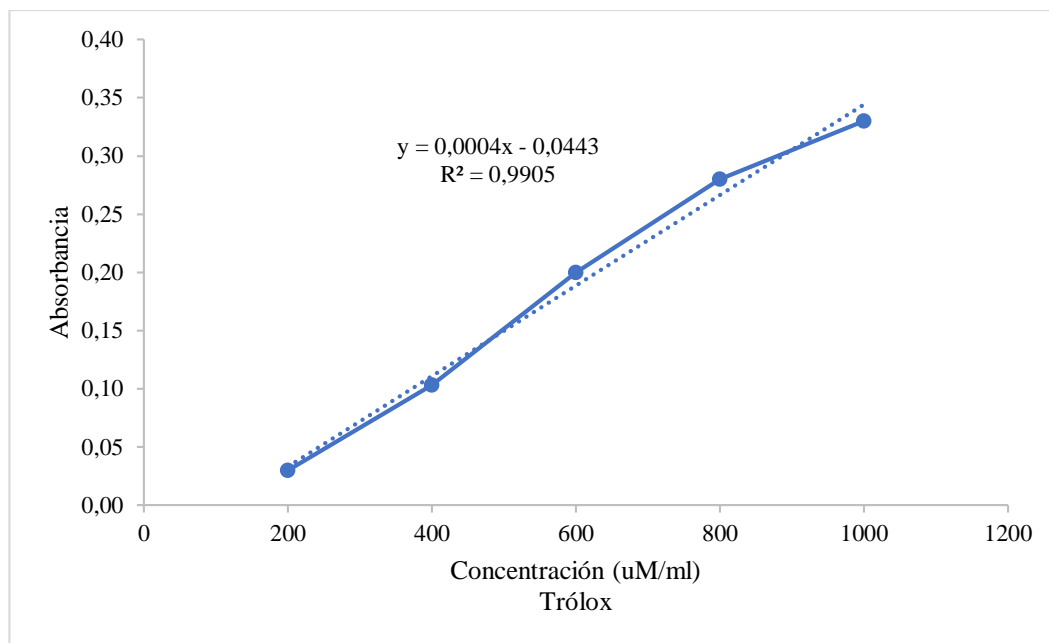
4.2.1. Cuantificación de la capacidad antioxidante en el extracto liofilizado del amaranto negro.

Las plantas presentan propiedades antioxidantes debido a la presencia de metabolitos secundarios como los polifenoles que son antioxidantes que inhiben la oxidación lipídica lo cual previene el cáncer.

Para la actividad antioxidante del extracto del amaranto negro, se realizó con una solución de antioxidante de referencia trolox a una concentración de 200 a 1000 $\mu\text{mol/L}$.

Figura 4.

Curva de calibración como antioxidante de referencia trolox



Nota. Elaborado por los autores, (2023).

En la figura 4, se aprecia la curva de calibración de trolox con un coeficiente de correlación de 0,9905 donde indica que los resultados obtenidos son totalmente confiables, el cual fue leído a una absorbancia de 515 nm. Los resultados de la actividad antioxidante por el método DPPH, se expresaron en μmol de trolox/g muestra.

Tabla 16.

Resultado de la capacidad antioxidante

Muestra	Capacidad antioxidante			
	$\mu\text{mol ET/g muestra}$			
	R1	R2	R3	Promedio
Amaranto negro	160,28	172,12	166,20	166,20

Nota. Elaborado por los autores, (2023).

Se cuantificó un valor de 166,20 $\mu\text{mol ET/g}$ de capacidad antioxidante equivalente de trolox en un gramo de muestra de extracto natural de amaranto negro

(*Amaranthus hybridus L.*), concordando con lo reportado por Vargas (2020), con un equivalente en trolox de 161,36 $\mu\text{mol ET/g}$ en este producto.

4.3. Elaboración del chorizo con diferentes porcentajes de polifenoles de amaranto negro

En la siguiente tabla se detalla los pesos finales de los tratamientos de chorizo de acuerdo a las concentraciones de extracto de amaranto negro utilizado en su elaboración.

Tabla 17.

Pesos del chorizo ahumado de cada tratamiento

Tratamiento control	Chorizo + ELAN al 0,1 %	Chorizo + ELAN 0,3 %	Chorizo + ELAN 0,5 %
505 g	505 g	510 g	510 g

Nota. Elaborado por los autores * Extracto liofilizado de amaranto negro (ELAN)

En la tabla 17, se muestran los pesos finales de los tratamientos de chorizo.

4.4. Determinación del mejor tratamiento en base a la actividad antioxidante y tiempo de vida útil del chorizo

4.4.1. Actividad antioxidante del chorizo

Considerando la actividad antioxidante a los 4 tratamientos del chorizo, se presenta los siguientes datos:

Tabla 18.

Resultados de la capacidad antioxidante de cada tratamiento

Tratamiento	$\mu\text{mol ET/g}$ muestra
Tratamiento de control	55,36
T1	16,20
T2	49,86
T3	83,11

En la tabla 18, se muestra la capacidad antioxidante en equivalente de trolox por un gramo de muestra de extracto liofilizado de amaranto negro de cada tratamiento, obtenido matemáticamente al multiplicar el resultado total de la capacidad antioxidante especificado en la tabla 16, por el porcentaje adicionado de extracto natural en cada tratamiento (0,1, 0,3 y 0,5%) de acuerdo al procedimiento determinado por Loor (2023), observando que el mayor valor de capacidad antioxidante posee el tratamiento 3, con un valor de 83,11 $\mu\text{mol ET/1g}$; siendo el valor superior a lo reportado por Miranda (2022), que obtuvo un 79, 12 $\mu\text{mol ET/1g}$ en un producto similar.

Para establecer el mejor tratamiento se realizó el análisis de varianza de la actividad antioxidante para lo cual se utilizó el software STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Tabla 19.

Análisis de varianza de la actividad antioxidante del chorizo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos Principales					
Tratamientos	6653,34	2	3326,67	33266708,98	0,0000**
Residuos	0,0006	6	0,0001		
Total (Corregido)	6653,34	8			

Nota. Elaborado por los autores (2023), ** Diferencia altamente significativa

En la tabla 19, se muestra el análisis de varianza de los resultados para la actividad antioxidante, donde se puede identificar que los tres tratamientos en estudio presentan un valor de $-p$ de 0,05, demostrando que la capacidad antioxidante entre los tratamientos presenta una diferencia altamente significativa con un nivel de confianza del 95,0%, por lo que, no existe suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Debido a la diferencia estadística presentada, se realizó pruebas de rangos de ordenados para establecer la media más alta entre los tratamientos.

Tabla 20.

Pruebas de Tukey para la actividad antioxidante

Tratamientos	Casos	Media	Sigma HS	Grupos Homogéneos
3	3	83,11	0,0057735	A
2	3	49,84	0,0057735	B
1	3	16,51	0,0057735	C

Nota. Elaborado por los autores (2023)

En la tabla 20, se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, con 95 % de confianza, de acuerdo a los datos obtenidos se evidencia que el tratamiento que presenta la mayor cantidad de actividad antioxidante es el tratamiento número 3 con una media de 83,11 $\mu\text{mol ET/g}$ muestra, siendo superior a los demás tratamientos en estudio.

4.4.2. Determinación del tiempo de vida útil (TVU) del chorizo mediante cinética de reacción.

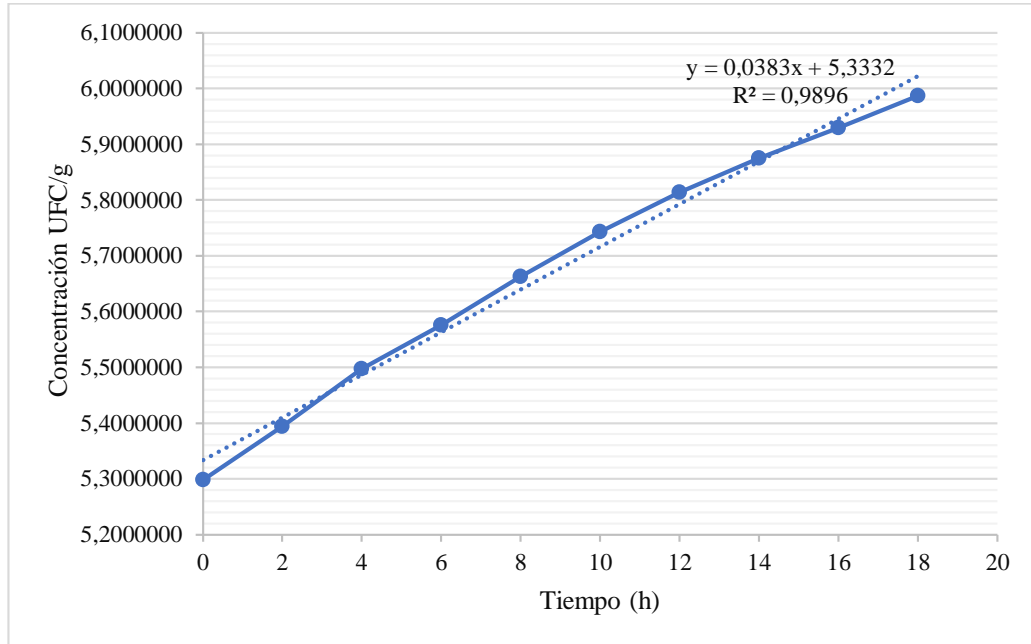
Se establece que el chorizo cumple con la cinética de primer orden por lo que se aplica la siguiente ecuación:

$$\ln C = \ln C_0 + K_1 \cdot t$$

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{K_1}$$

Figura 5.

Cinética de reacción de primer orden para la adición del extracto de amaranto negro al 0,1 %.



Nota. Elaborado por los autores (2023)

Aplicando la ecuación:

$$\ln C = \ln C_0 + K_1 \cdot t$$

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{K_1}$$

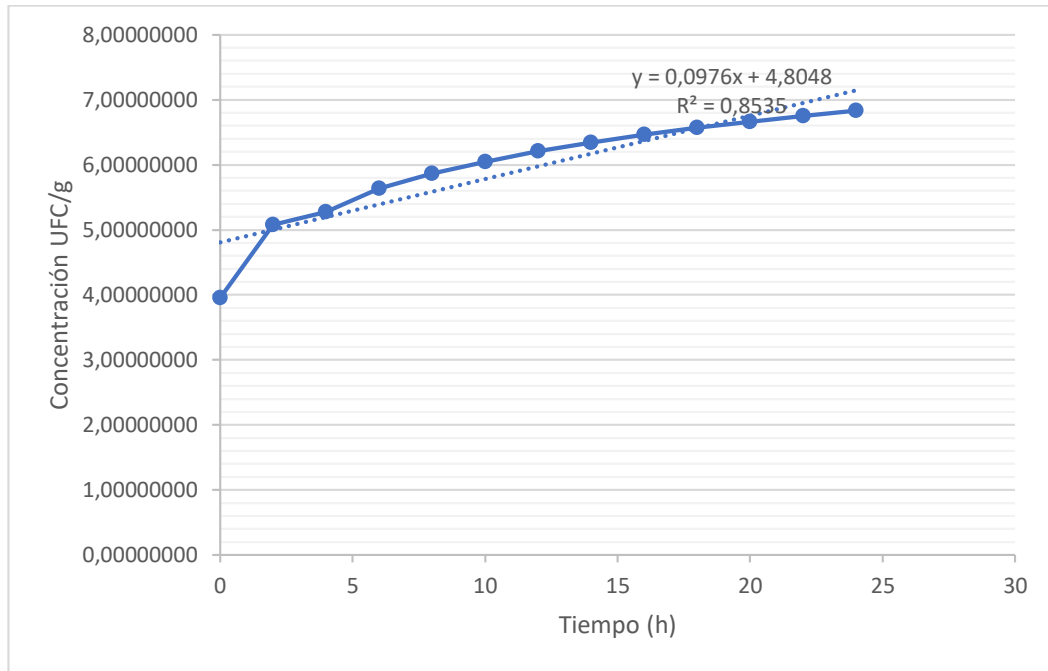
$$t = \frac{5.9864 - 5.2983}{0.0383}$$

$$t = 18 \text{ días}$$

En la figura 5, se aprecia el TVU determinado mediante la ecuación de la cinética de reacción, de primer orden y aplicando la ecuación se obtiene un tiempo de vida útil estimado para 18 días para el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro al 0,1 %.

Figura 6.

Cinética de reacción de primer orden para la adición del extracto de amaranto negro al 0,3 %.



Nota. Elaborado por los autores (2023)

Aplicando la ecuación:

$$\ln C = \ln C_0 + K_1 \cdot t$$

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{K_1}$$

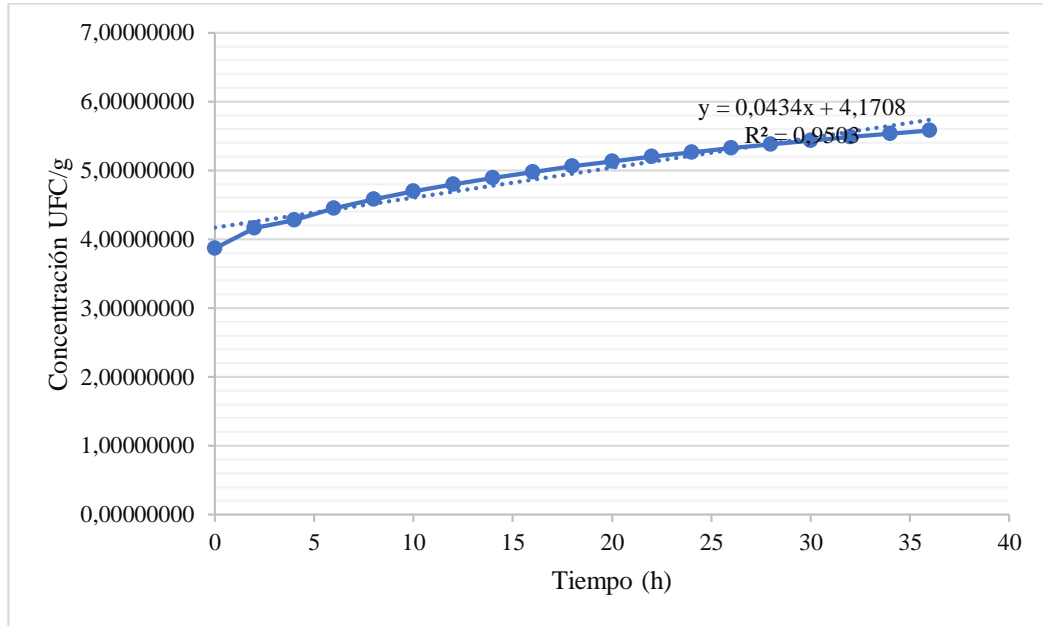
$$t = \frac{6.8330 - 3.9512}{0.0976}$$

$$t = 29,52 \text{ días}$$

En la figura 6, se aprecia el TVU determinado mediante la ecuación de la cinética de reacción de primer orden y aplicando la ecuación se obtiene un tiempo de vida útil estimado de 29 días para el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro al 0,3 %.

Figura 7.

Cinética de reacción de primer orden para la adición del extracto de amaranto negro al 0,5 %.



Aplicando la ecuación:

$$\ln C = \ln C_0 + K_1 \cdot t$$

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{K_1}$$

$$t = \frac{5.5809 - 3.8712}{0.0434}$$

$$t = 39,39$$

$$t = 39 \text{ días}$$

En la figura 7, se aprecia el TVU determinado mediante la ecuación de la cinética de reacción de primer orden, obteniendo un tiempo de vida útil estimado de 39 días del tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro al 0,5 %.

Se determina que el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro al 0,5 %, almacenado en la cámara climatizadora a 4 °C tiene el tiempo de vida útil más extenso de 39 días; siendo un valor similar a lo reportado por Urbina

(2022), con un tiempo de vida de estante de su producto con antioxidante natural de 34 días.

En síntesis, se determina que el mejor tratamiento en TVU es el tratamiento 3, con adición de 0,5 % de adición del extracto liofilizado de amaranto negro.

4.4.3. Control microbiológico de los tratamientos de chorizo

4.4.3.1. Presencia de *Salmonella spp.*

La determinación de presencia de *Salmonella* es un indicador de calidad microbiana y estabilidad del tiempo de vida útil del producto procesado (Orlate, 2021).

En la siguiente tabla se detalla la presencia y ausencia de *Salmonella spp* de acuerdo al tiempo de vida útil en el tratamiento de control.

Tabla 21.

Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento control

Día	Color de placa	Dilución 10^{-1}	Dilución 10^{-2}
1	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
4	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
6	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
8	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
10	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
12	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia

Nota. Elaborado por los autores (2023)

En la tabla 21, se observa la ausencia de *Salmonella spp* en el tratamiento control en las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} durante 12 días de análisis, apreciándose que el chorizo es apto para el consumo humano.

Tabla 22.

Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento con la adición de ELAN al 0,1 %.

Día	Color de placa	Dilución 10⁻¹	Dilución 10⁻²
1	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
4	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
6	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
8	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
10	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
18	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia

Nota. Elaborado por los autores (2023)

En la tabla 22, se observa la ausencia de *salmonella* spp en el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) al 0,1 % en las diluciones 10⁻¹ y 10⁻² durante 18 días de análisis, apreciándose que el chorizo es apto para el consumo humano.

Tabla 23.

Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento con la adición de ELAN al 0,3 %.

Día	Color de placa	Dilución 10⁻¹	Dilución 10⁻²
1	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
4	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
6	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
8	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
10	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
29	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia

En la tabla 23, se observa la ausencia de *salmonella* spp en el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) al 0,3 % en las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} durante 29 días de análisis, apreciándose que el chorizo es apto para el consumo humano.

Tabla 24.

Control de presencia de salmonella spp en el tratamiento con la adición de ELAN al 0,5 %.

Día	Color de placa	Dilución 10^{-1}	Dilución 10^{-2}
1	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
4	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
6	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
8	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
10	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia
39	Naranja metilo	Ausencia	Ausencia

Nota. Elaborado por los autores (2023)

En la tabla 24, se observa la ausencia de salmonella en el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) al 0,5 % en las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} durante 29 días de análisis, apreciándose que el chorizo es apto para el consumo humano.

Se determina que el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro al 0,5 %, almacenado en la cámara climatizadora tiene el tiempo de vida más extenso con un aproximado de 39 días; concordando así con el valor reportado por la cinética de reacción de primer orden presentado en la figura 7, este tratamiento presentó estabilidad microbiana y se consideró apto para el consumo humano de acuerdo a los requisitos establecidos por la NTE INEN 1338, (2012).

4.4.3.2. Recuento coliformes totales

En la siguiente tabla se aprecia el recuento de coliformes totales realizado a los tratamientos en estudio.

Tabla 25.

Recuento de coliformes totales en los tratamientos de chorizo

T (Días)	Tratamiento control	T1 (0,1%)	T2 (0,3%)	T3 (0,5%)
1	152	200	52	48
4	196	220	160	64
8	202	244	196	72

Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la tabla 25 podemos apreciar la presencia de coliformes totales (UFC/g) en la disolución 10^{-2} presentando menos UFC/g en el tratamiento con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro al 0,5 % y mayor presencia de estas en la adición a 0,1 %, determinando así que la adición del antioxidante natural inhibe el desarrollo de coliformes totales.

4.4.3.3. Fichas de estabilidad de las propiedades organolépticas

En las tablas 26, 27, 28 y 29 se muestran las fichas de estabilidad de los tratamientos con la adición del extracto liofilizado de amaranto negro al 0,1 %, 0,3 % y 0,5 % y el tratamiento control.

Las mismas que permitieron evaluar la estabilidad de las propiedades organolépticas en un periodo determinado de tiempo y en base a ellas se estableció la vida útil de los diferentes tratamientos.

Tabla 26.*Ficha de estabilidad del chorizo en el tratamiento control*

Día	Color	Sabor	Olor	Textura
1	Rojo	Normal	Normal	Normal
4	Rojo	Normal	Normal	Normal
6	Rojo	Normal	Normal	Normal
8	Rojo	Normal	Normal	Normal
10	Rojo	Normal	Normal	Normal
12	Rojo	Normal	Normal	Normal
14	Rojo	Normal	Normal	Normal
18	Rojo	Normal	Normal	Normal
22	Rojo	Normal	Normal	Normal
25	Rojo	Normal	Normal	Normal
27	Rojo	Normal	Normal	Normal
29	Rojo	Normal	Normal	Normal
31	Rojo	Normal	Normal	Normal
33	Rojo	L.P Rancio	L.P Rancio	N.P.M
35	Rojo	M.P Rancio	M.P Rancio	N.P.M
37	Rojo	Rancio	Rancio	N.P.M

L.P: Leve percepción

M.P: Mayor percepción

N.P.M: Normal con presencia de mohos

Nota. Elaborado por los autores (2023).

En tabla anterior se muestra el cambio en las propiedades organolépticas del tratamiento control debido la presencia de mohos, existiendo cambio de sabor y color a rancio a partir del día 33, finalizando así su tiempo de vida útil.

Tabla 27.

Ficha de estabilidad en el tratamiento T1 con adición de 0,1 % de extracto de amaranto negro

Día	Color	Sabor	Olor	Textura
1	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
4	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
6	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
8	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
10	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
12	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
14	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
18	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
22	Rojo purpura	L.P. Rancio	L.P. Rancio	Normal
25	Rojo purpura	M.P Rancio	M.P Rancio	N.P.M
26	Rojo purpura	Rancio	Rancio	N.P.M

LP: Leve percepción

MP: Mayor percepción

N.P.M: Normal con presencia de mohos

Nota. Elaborado por los autores (2023).

La tabla 27, se demuestra el cambio en las propiedades organolépticas del tratamiento con la adición del 0,1 % del antioxidante natural de amaranto negro (*Amaranthus hybridus* L.) por la presencia de mohos, se aprecia el sabor a rancio y un cambio en el color a partir del día 18, finalizando así su tiempo de vida útil.

Tabla 28.

Ficha de estabilidad en el tratamiento T2 con adición de 0,3 % de extracto de amaranto negro

Día	Color	Sabor	Olor	Textura
1	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
4	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
6	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
8	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
10	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
12	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
14	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
18	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
18	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
22	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
29	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
30	Rojo purpura	L.P. Rancio	L.P. Rancio	N.P.M
31	Rojo purpura	M.P Rancio	M.P Rancio	N.P.M
32	Rojo purpura	Rancio	Rancio	N.P.M

LP: Leve percepción

MP: Mayor percepción

N.P.M: Normal con presencia de mohos

Nota. Elaborado por los autores (2023).

La tabla 28, se aprecia un cambio en las propiedades organolépticas del tratamiento con la adición del 0,3 % del antioxidante natural de amaranto negro (*Amaranthus Hibridus L.*) por la presencia de mohos, sabor a rancio y cambio en el color a partir del día 29, finalizando así su tiempo de vida útil.

Tabla 29.

Ficha de estabilidad del tratamiento T3 con adición de 0,5 % de extracto de amaranto negro

Día	Color	Sabor	Olor	Textura
1	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
4	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
6	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
8	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
10	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
12	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
14	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
18	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
22	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
25	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
27	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
29	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
31	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
33	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
39	Rojo purpura	Normal	Normal	Normal
40	Rojo purpura	L.P. Rancio	L.P. Rancio	N.P.M
41	Rojo purpura	L.P. Rancio	L.P. Rancio	N.P.M
42	Rojo purpura	Rancio	Rancio	N.P.M

LP: Leve percepción

MP: Mayor percepción

N.P.M: Normal con presencia de mohos

Nota. Elaborado por los autores (2023).

La tabla 29, se aprecia el cambio en las propiedades organolépticas del tratamiento con la adición del 0,3 % del antioxidante natural de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) por la presencia de mohos, sabor a rancio y cambios de color a partir del día 39, finalizando así su tiempo de vida útil.

Se determina que el tratamiento con la adición del antioxidante natural de amaranto negro al 0,5 %, almacenado en la cámara climatizadora presenta mejor calidad con

respecto a las propiedades organolépticas y con el tiempo de vida útil de estante más extenso con un aproximado de 39 días; concordando así con el valor reportado por la cinética de reacción de primer orden presentando en la figura 7, la ausencia de *Salmonella* spp en la tabla 24.

4.5. Resultados de las propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad del mejor tratamiento

Para dar cumplimiento al último objetivo se realizó análisis físico-químico al mejor tratamiento.

4.5.1. Resultado de las propiedades físico-químicas

En la siguiente tabla se aprecia los resultados obtenidos del análisis físico-químicas por diferentes métodos.

Tabla 30.

Resultado de los análisis físico-químico del mejor tratamiento

Parámetro	Unidad	Método	Resultado
pH	%	AOAC 1338 2012	6.1
Grasa	%	AOAC 2003.06	28,8
Proteína	%	Dumas	29
CRA	%	Gravimétrico	77,44

Nota. Elaborado por los autores (2023).

- **pH**

La medición del pH del mejor tratamiento se realizó con tres réplicas obteniéndose un valor promedio de 6,1, valor similar a lo reportado por Urbina (2022), con un valor de pH= 6 valor que no sobrepasa el límite máximo establecido por la NTE INEN 1338 (2012) que es de un pH de 6,2.

- **Grasa**

La determinación del porcentaje de grasa del mejor tratamiento, se realizó con tres réplicas apreciándose un valor de 28,8 % de grasa total; valor similar a lo reportado por Miranda (2022), con un valor de 26,7 % de grasa, estos valores sobrepasan el límite máximo establecido por la (NTE INEN 1338, 2012) que es de 30 % de grasa total.

- **Proteína**

Para la determinación de proteína del mejor tratamiento se realizó por el método de Dumas, obteniéndose un valor de 29 % de proteína total; valor similar a lo reportado por Solano (2022), con 26,7 % de grasa, valor que no sobrepasa el límite máximo establecido por la (NTE INEN 1338, 2012) que es de 30 % de proteína total.

- **Determinación CRA**

La determinación de la capacidad de retención de agua (CRA) del mejor tratamiento se realizó con tres réplicas obteniéndose un valor de 77,44 % de CRA; valor similar a lo reportado por Guerberoff & Marchesino (2020), con 75,33 %, demostrando que este porcentaje es apto para este producto.

4.5.2. Aceptabilidad del mejor tratamiento

A continuación, se muestran los resultados de la aceptabilidad por parte de los catadores acerca de las propiedades organolépticas de las muestras del mejor tratamiento de chorizo.

Se aplicó una prueba hedónica de aceptabilidad descrita por Durán & Álvarez (2022), la misma que no se utilizó para determinar la aceptabilidad del mejor tratamiento de chorizo.

Para determinar el grado de aceptabilidad del mejor tratamiento se utilizó un panel de 21 catadores, 10 hombres y 11 mujeres, que fueron estudiantes de la Carrera de Agroindustria, no entrenados; los que dieron su punto de vista evaluando los siguientes atributos organolépticos como son: el color, olor, sabor, y textura, presentando los siguientes resultados.

Figura 8.

Personas que prefieren los embutidos con aditivos sintéticos o naturales

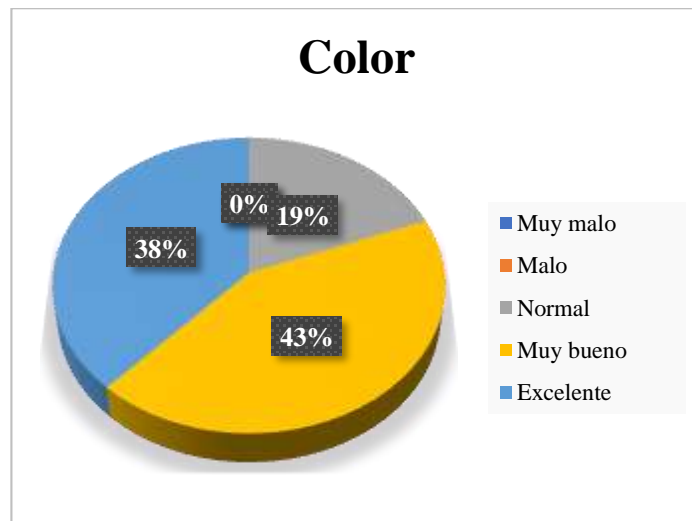


Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la figura 8, se aprecia que los catadores prefieren en su totalidad embutidos con aditivos naturales por su contenido nutritivo y brindar mejores propiedades organolépticas a cualquier producto procesado.

Figura 9.

Nivel de aceptabilidad del atributo color



Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la figura 9, se puede apreciar que el 43 % de los catadores califican a nuestro producto positivamente de acuerdo a la escala hedónica de "bueno", puesto que, el chorizo presenta un color llamativo.

Figura 10.

Nivel de aceptabilidad del atributo del olor

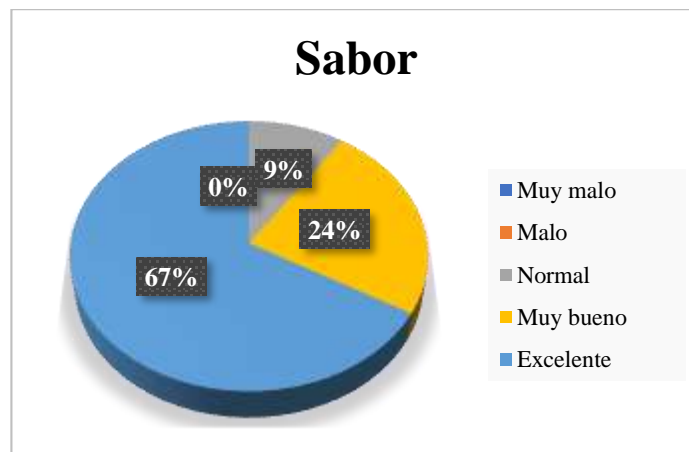


Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la figura 10, se puede apreciar que el 48 % de los catadores califican a nuestro producto positivamente de acuerdo a la escala hedónica de “Muy bueno”.

Figura 11.

Nivel de aceptabilidad del atributo del sabor

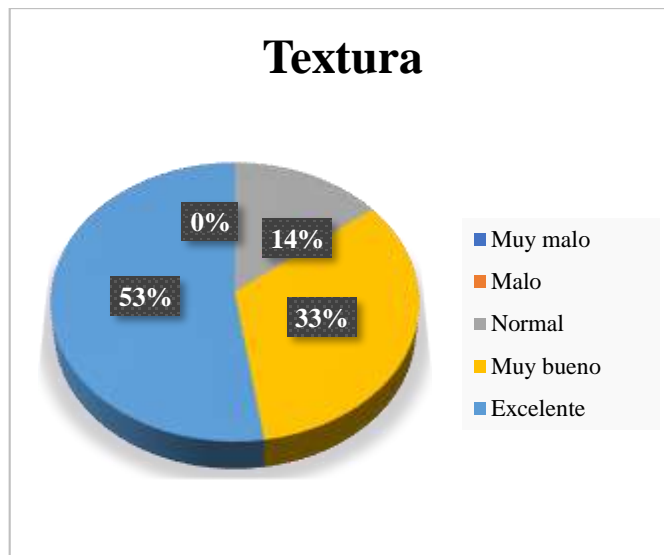


Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la figura 11, se puede apreciar que el 67 % de los catadores califican a nuestro producto positivamente de acuerdo a la escala hedónica de “Excelente”.

Figura 12.

Nivel de aceptabilidad del atributo de la textura



Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la figura 12, se puede apreciar que el 53 % de los catadores califican a nuestro producto positivamente de acuerdo a la escala hedónica de “Excelente”.

¿Estaría dispuesto a comprar un chorizo con un antioxidante natural?

Figura 13.

Porcentaje de personas que comprarían un chorizo con un antioxidante natural



Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la figura 13, se puede apreciar que el 100 % de los catadores aceptan comprar un chorizo con un antioxidante natural.

4.6. Comprobación de hipótesis

Hipótesis de investigación

La adición del extracto liofilizado amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), influye en la capacidad antioxidante y en el tiempo de vida útil del chorizo.

4.6.1. Verificación de la hipótesis de la capacidad antioxidante

Tabla 31.

Valores Fisher para la verificación de la hipótesis de la antioxidante

Determinación	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	33266708,98	5,143

Nota. Elaborado por los autores (2023).

En la tabla 31, se presenta los valores de F calculado y F tabulado para los diferentes tratamientos considerados en este estudio, puesto que, el valor F calculado es mayor que el F tabulado, indicando que la adición del extracto natural del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) si influye en la capacidad antioxidante del chorizo, determinando así, que no existe evidencia estadística suficiente para aceptar la hipótesis nula, procediendo a rechazarla y aceptar la hipótesis alternativa a un nivel de confianza de un 95 %.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- El extracto de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) se obtuvo por maceración, este método de obtención de extractos naturales fue el idóneo por que recupera los compuestos activos como son los polifenoles que es un antioxidante que inhibe la oxidación lipídica, obteniendo una capacidad antioxidante de 166,20 $\mu\text{mol ET/g}$ de muestra.
- Para la determinación de los polifenoles totales se construyó una recta patrón usando como estándar el ácido gálico, trabajando con una curva de calibración con un coeficiente de correlación confiable, determinando así que el antioxidante natural de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*), constituyó ser una buena fuente natural de presencia de polifenoles totales, concordando así con estudios realizados por diversos autores.
- Para la cuantificación de la capacidad antioxidante se trabajó con una solución madre de 1000 ($\mu\text{M/mL}$) a diferentes concentraciones, desarrollando una curva de calibración de trolox con un coeficiente de correlación confiable.
- En el presente proyecto de investigación se pudo determinar el efecto antioxidante del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) y el tiempo de vida útil del chorizo, dado que conforme aumentó la concentración del extracto liofilizado se determinó la vida en el estante.
- Los tratamientos con la adición del antioxidante natural al 0,1 % y 0,3 % presentaron la menor capacidad antioxidante y menor tiempo de vida útil, teniendo así una pronta declinación en las propiedades organolépticas con la formación de olores extraños, sabores rancios y presencia de mohos a partir de los días 18 y 29. El tratamiento con la adición del antioxidante natural al 0,5 % presentó un comportamiento con excelentes resultados a mayor capacidad antioxidante, mayor tiempo de vida útil, sin presentar

deterioro en las propiedades organolépticas hasta el día 39, obteniendo así más estabilidad que el tratamiento control, siendo este el mejor tratamiento.

- Para determinar el tiempo de vida útil de los diferentes tratamientos, se realizó análisis microbianos con la determinación de la presencia de *Salmonella*, recuento de coliformes totales y cinética de reacción de primer orden, según la concentración del antioxidante natural se observó el aumento y disminución de población microbiana en los cuatro tratamientos, cumpliendo con los requisitos microbiológicos establecidos en la NTE INEN 1338: 2012.
- La adición del antioxidante natural de amaranto negro (*Amaranthus hybridus*) a los diferentes tratamientos proporcionó una mejor coloración, olor y sabor conforme su concentración.
- Los análisis físico-químicos del mejor tratamiento con respecto al pH y al contenido de grasa se pudo determinar con el cumplimiento de las especificaciones dispuestas por la NTE INEN 1338, 2012.
- De acuerdo al nivel de aceptabilidad, se pudo determinar que los catadores expresaron un buen nivel de aceptabilidad hacia las propiedades organolépticas del tratamiento de chorizo que contiene 0,5 % de extracto de amaranto negro.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para estudios posteriores, utilizar hojas del amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) para realizar la extracción del extracto por maceración con agitación, puesto que en esta investigación solo se enfocó en realizar el mismo solo con las hojas y semillas.
- Controlar los puntos críticos en la elaboración del chorizo, porque de ellos depende en gran parte la calidad del producto final.
- Realizar más estudios en cuanto a la capacidad antioxidante de especies que reflejan actividad antioxidante, debido a que estos pueden remplazar a los antioxidantes sintéticos por unos naturales.
- Realizar campañas de publicidad para el consumo de productos cárnicos elaborado con antioxidantes naturales.
- Se recomienda formular los diferentes tratamientos equilibrando el conservante sintético con la cantidad de extracto natural de amaranto negro (*Amaranthus hybridus L.*) para generar la misma carga microbiana en todos los tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Almirudis , S., & Ramírez , B. (2019). Actividad antioxidante de amaranto y análisis parcial de su calidad proteica in vivo. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XXII (1), 24-31.
- ARCSA. (2016). *Estudio de estabilidad- Alimentos Procesados (Instructivo Interno)*.
- Argueta, M., & Aguilar , C. (2019). Inhibición de la oxidación de lípidos y constituyentes fenólicos relacionados en la madera y la corteza de tres especies de encino (*Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*). *Revista Agrociencia*, 52(5), 757-766.
- Ayarza, C. T. (2020). Efecto antidiabético de los extractos liofilizados de *Guazuma ulmifolia* Lam., *Dracontium lorentense* Krause, *Physalis angulata* L, y *Handroanthus obscurus* (Bureau & Schum) Mattos, mediante la inhibición in vitro de la α -glucosidasa. *Revista Peru Medicina Integrativa*, 5(1), 05-11.
- Becerril, A., & Quintero, B. (2019). La calidad sanitaria y contaminación microbiológica del chorizo rojo tradicional que se comercializa en la ciudad de Toluca, Estado de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(1), 172-185.
- Borja , D., & Chuiza , R. (2019). Obtención y determinación de la calidad de colorante a partir de las flores de Sangorache. *Revista Cienca digital*, 3(2.4), 20-37.
- Bustamante, B. (2022). Aplicación de dos metodologías (de punto de corte y de riesgos acumulados de Weibull) para la determinación de la vida útil del pan de molde blanco. *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*, 2(2), 25-38.
- Carrera, J. (2018). *Allpa la voz de la tierra*. Obtenido de Allpa la voz de la tierra: <https://www.allpa.org/los-amarantos/>
- Carrillo , S. (2019). *Quantification of the bioactive compounds and antioxidant capacity of the Cordyceps sinensis fungus for its potential use as a food additive*. Zamorano.
- Chimbo, P. M. (2017). “Análisis del efecto antioxidante de diferentes concentraciones del ají escabeche (*Capsicum Baccatum* l.) sobre chorizo

- ahumado”. *Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Químico*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Constanza, C., & Hernández, B. (2019). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista Facultad de Medicina*, 64(4), 761-800.
- Coronado, M., & Vega, S. (2019). Antioxidants: present perspective for the human health. *Rev Chilena de Nutrición*, 42(2), 206-209.
- Durán, P., & Álvarez, D. (2022). Sensorialidad hedónica alimenticia en jóvenes para el desarrollo de una colación saludable: Estudio de sensorialidad hedónica en jóvenes sobre snacks etiquetados como saludables. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review/Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 11(2.6), 1-15.
- FAO. (2014). *Fichas técnicas en procesados de carne*.
- FAO. (2015). Carne y productos Cárnicos. *s Composición nutricional de las carnes y otras fuentes de alimento por 100 g***. Departamento de Agricultura y protección al Consumidor.
- FAO. (2020). *Composición de la carne*. Departamento de agricultura y protección al consumidor, Produccion y Sanidad Anmal.
- Faria, C., & Caneo, S. (2016). Simulación en Cocción de Emulsiones Cárnicas Mediante Calentamiento Óhmico con el Método de los Elementos Finitos. *Mecánica Computacional*, 34(28), 1929-1929.
- Espinoza, V., & Ramírez, L. (22 de marzo de 2019). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus spp.*). *Journal of negative & no positive results*. doi:10.19230/jonnpr.2410
- Freire, M., & Cofrades, S. (2019). *Estrategias para modificar el perfil lipídico en productos cárnicos funcionales*. Tecno Carne.
- García , A., & Medina , O. (2019). Biopelículas fotoactivas: material de empaque en alimentos sensibles a la oxidación. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 457-466.
- Garcia, F., & Villarruel, J. (2019). Estimación de la vida útil sensorial de la salchicha tipo Huacho de bajo tenor graso utilizando el método de riesgo de Weibull. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Callao, Callao.

- Gomez, M., & Martínez, J. (2019). Evaluación de las características organolépticas, físicas y químicas de pechuga de pollo, en San Juan de Pasto (Nariño). *Veterinary and animal science*, 2(3), 89-96.
- González, J. (2019). *Desarrollo de un polímero biodegradable a partir de almidón de semilla de ataco, Amaranthus quitensis L.* Tesis Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Guerberoff , G., & Marchesino , M. (2020). Deterioro de proteínas en relación a la oxidación de lípidos en concentrado proteico de Maní. *Universidad Ncional de Córdoba*, 12(2), 2-18.
- Gúzman, M. (2023). Salchichas de atún ecuatoriana, una oportunidad en el mercado argentino. *Pro Sciences: Revista de Producción*, 7(47), 101-114.
- Guzmán, M. (2023). Salchichas de atún ecuatoriana, una oportunidad en el mercado argentino. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 7(47), 101-114.
- Hernández, W., & Saes , M. (2019). Elaboración de productos embutidos a base de pulpa de Macabí. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 3(1), 64-68.
- Jamanca, N., & Cruz, A. (2019). *Los antioxidantes en alimentos*. Univesidad Nacional de Barranca. Lima: Ediciones UNAB.
- Jurado, O. (2019). Estudio de la producción y comercialización (Amaranthus sp) en la provincia de Imbabura. *Tesis*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Linares, W., & Saravia, B. (2019). arina de guayaba taiwanesa como sustituto de almidón en la producción de embutidos crudos y cocidos. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 7, 57-70.
- Londoño Hernández, L. (2019). Elaboración “Tipo hot dog” con adición de povidextrosa como sustituto alimenticio. *Ingeniería en Alimerntos*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Palmira.
- Loor, L. (2023). Utilización de antioxidantes naturales en la elaboración de productos cárnicos. *Presentado para optar el grado académico de: Ingeniero en industrias pecuarias*. Riobamba.

- Maiza, J., & Martínez, K. (2020). *Propuesta de diferentes procesos de elaboración de chorizo de cerdo ahumado extra sarta mediante la inclusión de extractos cítricos orgánicos y zumo de remolacha (Beta vulgaris)*. Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingenieros Agroindustriales, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
- Mendoza, B. (2022). Actividad Antioxidante, Polifenoles Totales y Tamizaje Fitoquímico de Chilangua (*Eryngium Foetidum*). *RECIAMUC*, 6(3), 480-489.
- Mesa, V., & Ocampo, O. (2019). Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 41(1), 23-30.
- Miranda, R. (2022). “Efecto de una película electrohilada de proteína de amaranto con extracto de jamaica sobre la calidad y vida útil de productos cárnicos”. *Requisito para obtener el grado de maestro en ciencia y tecnología de alimentos*. Universidad Autónoma De Querétaro, Querétaro.
- NTE INEN 0783. (1985). *Carne y productos cárnicos, determinación del pH*. Quito.
- NTE INEN 1217. (2013). *Carne y productos cárnicos, Definiciones*. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.
- NTE INEN 1338. (2012). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, Productos cárnicos curados - madurados Y Productos cárnicos precocidos - Cocidos .Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito.
- NTE INEN 1529. (2009). *Control microbiológico de alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siempre en profundidad*. Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE INEN. (1996). *Carne y productos cárnicos. salchichas, chorizos. Requisitos*. Quito.
- NTE INEN 2846. (2012). *Carne y Productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, Productos cárnicos curados-madurados y Productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria.

- NTE INEN 778:1985. (s.f.). *Carne y productos cárnicos: determinación de la grasa total*.
- NTE INEN 783. (1985). *Carne y productos cárnicos determinación del pH*. Norma Técnica Ecuatoriana.
- Olav Sliemers. (2019). Deterioro de la carne y los productos cárnicos en la era genómica análisis mediante metagenómica y métodos de cultivos para identificación de flora sospechosa. *Eurocarne: La revista internacional del sector cárnico*(255), 68-85.
- Orlate, Z. (2021). Detereminación del tiempo de vida del chorizo parrilero (L.T.A). *Ciencia Sur*, 6(2), 135-212.
- Paredes, V., Erazo, F., Sánchez, T., & Flores, I. (2019). Evaluación de Conservantes en Salchichas Tipo. *European Scientific Journal March*, 15(9), 1857 – 7881. doi:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n9p427>
- Peralta, E. (2016). El ataco, sangorache o amaranto negro (*Amaranthus hybridus* L.). *INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos*, 12, 1-18.
- Peralta, E., & Villacrés, E. (2019). El Ataco, sangorache o Amaranto negro (*Amaranthus hybridus* L.) en Ecuador, Instituto Nacional Autónomo de Leguminosas y Granos Andinos;Publicación micelanea, INIAP estación experimental Santa Catalina, Quito-Ecuador.
- Peralta, V., & Gálvez, A. (2023). Evaluación química, actividad antioxidante y cuantificación de flavonoides de la semilla y cáscara de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7348-7372.
- Pinto , V. A. (2021). Verificación de una técnica cuantitativa para la determinación de nitrógeno total por medio del método Dumas utilizando el equipo Dumatherm en muestras de suelos y plantas. *Doctoral dissertation*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Poma, E., & Ponce , J. (2020). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Revista Horizonte Medio*, 15(1), 57-60.

- Quelal, M. (2023). Caracterización fisicoquímica de extractos colorantes naturales de sangorache (*Amaranthus quitensis* L.) preparados por atomización y liofilización. *AIMS Agricultura y Alimentación*, 8(2), 343-358.
- Ramírez, J., & García, F. (2019). ¿Qué son y para qué sirven los antioxidantes? *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana*, 25(8), 12-16.
- Ramírez, M., & Vargas, R. (2019). Extractos de hojas de plantas para conservar la calidad de la carne y los productos cárnicos frescos. *Biotecnia*, 20(3), 155-164.
- Riera, A. (2020). "Extracción y microencapsulación de antocianinas a partir de la planta sangorache (*Amaranthus quitensis*)". *Investigación para la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Rioja, A., & Vizalque, B. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de chenopodium quinoa. *Revista Boliviana de Química*, 35(5), 1.
- Rivera, N. (2019). Fat reduction and alternatives for its substitution in emulsified meat products, a review. *Revista NACAMEH*, 6(1), 1-14.
- Rodríguez, D. (2019). Empleo del MatLab en la clase práctica de cinética enzimática de Fundamentos de Biotecnología para Ingeniería química. *Tecnología Química*, 39(3), 592-607.
- Romero, P., & García, C. (2016). Evaluación de la textura de una emulsión cárnica empleando mezclas de harina de arroz (*oryza sativa*) partido y almidón comercial/evaluation of the texture of a meat emulsion using mixtures rice flour (*oryza sativa*) party and commercial starch. *Revista Vitae*, 23, S536.
- Sánchez, F. (2019). *Efecto de las proporciones de carne de cuy (Cavia porcellus) y conejo (Oryctolagus cuniculus) en la aceptabilidad general del chorizo parrillero*. Tesis previo a la obtención de título de Ingeniero de Industrias Alimentarias., Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Lambayeque - Perú.
- Sanchez, D. (2017). Elaboración de embutidos emulsionados y no emulsionados utilizando inulina como sustituyente parcial de la grasa de cerdo". *Trabajo*

de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Químico.
Universidad de Cuenca, Cuenca.

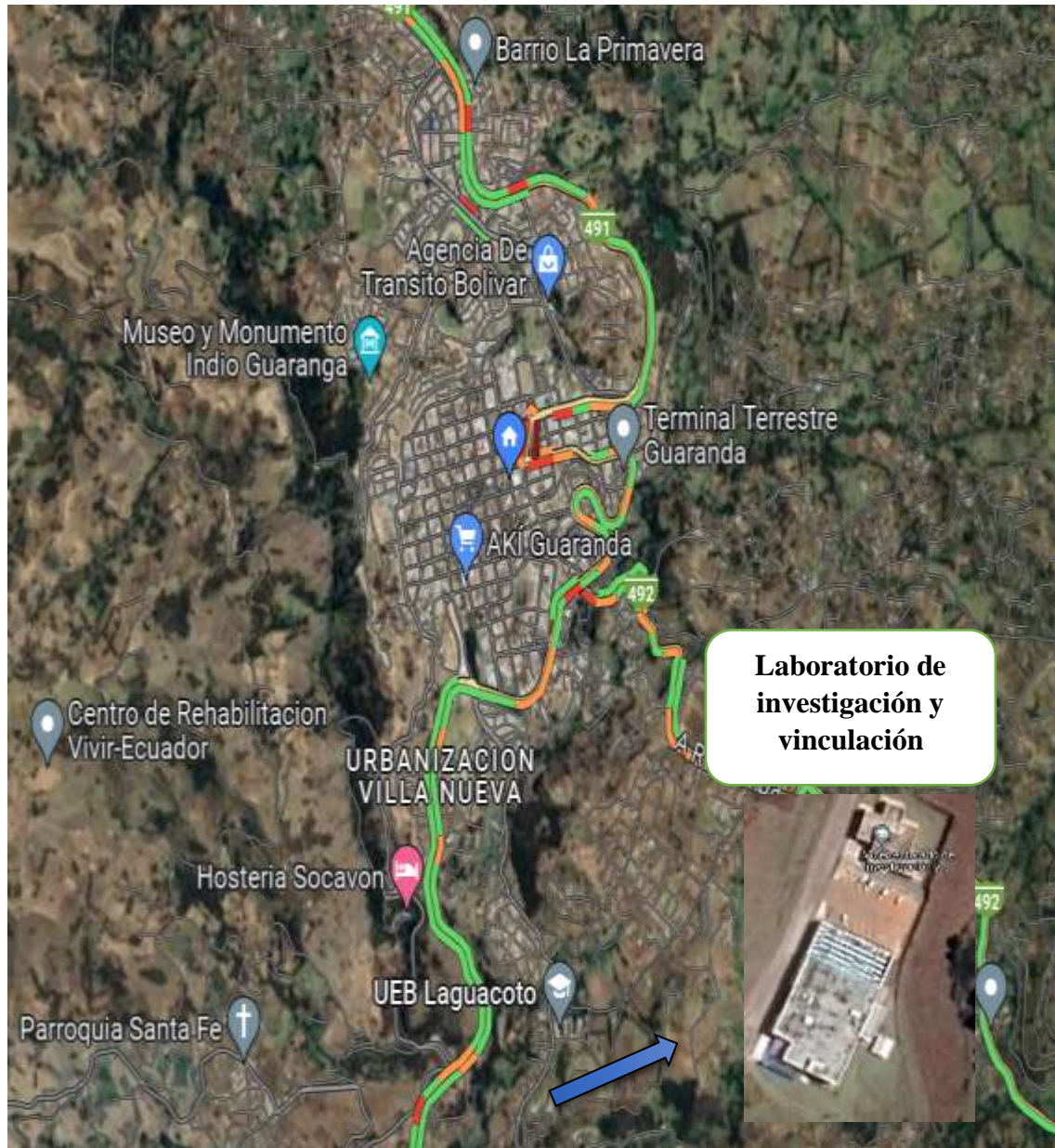
- Solano, N. (2022). Desarrollo de un chorizo parrillero como fuente de proteína con adición de pasta de berenjena (*Solanum melongena*) y garbanzo (*Cicer arietinum*). *Tesis previo a la obtención del título en Ingeniera Agroindustrial*. Universidad Agraria Guayaquil, Guayaquil.
- Souza, R., & Gasparoti, P. (2022). Obtenção de extratos de plantas medicinais: uma revisão de escopo dos métodos extrativos modernos em comparação ao método clássico por SOXHLET. *Revista Movimenta*, 1984(4298).
- Suarez, P., Martínez, J., & Hernández, J. (2020). El amaranto y sus funciones terapéuticas. *Tlatemoani*. doi:ISSN: 1989-9300
- Tanquina Páramo, I. M. (2013). Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del maíz (*Zea mays* L.) negro, frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) negro, sangorache (*Amaranthus quitensis* L.) y variedades de papas nativas (*Tuberosum*). *Obtención del Título de Ingeniera en Alimentos*. Univeridad Técnica de Ambato, Ambato.
- Terán, D. A. (2020). "Evaluación de 3 niveles de aceite de Sacha Culantro (*Eryngium tidum*), como agente antioxidante en la elaboración de salchicha Frankfurt" [Tesis de Pregrado], Universidad Estatal Amazónica. Repositorio institucional. Obtenido de <http://201.159.223.17/bitstream/123456789/866/1/T.AGROIN.B.UEA.2104.pdf>
- Torres, G., & Núñez, G. (2020). Nuevo acercamiento a la interacción del reactivo de Folin-Ciocalteu con azúcares durante la cuantificación de polifenoles totales. *Revista Tip*, 20(2), 23-28.
- Urbina, N. (2022). "Utilización de licopeno de tomate (*Solanum Lycopersicum*) como colorante en productos cárnicos". *Presentado para optar el grado académico de: Ingeniero en Industrias Pecuarias*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias Carrera Ingeniería En Industrias Pecuarias, Riobamba.
- Uribe, N., & Arango, C. (2021). Relación entre el transporte y las características nutricionales de la carne porcina para consumo humano en el valle de aburrá

- (colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 64(3), 22-35.
- Valenzuela, C., & Pérez, P. (2019). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 188-195.
- Vargas, F. (2020). Antioxidantes provenientes del amaranto negro con capacidades nutraceuticas para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares. *RD-ICUAP*, 6(17), 114-141.
- Vásquez, M., & Suárez, H. (2019). Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista chilena de nutrición*, 36(1), 64-71.
- Velástegui, G., & Núñez, O. (2019). Comparación de dos variedades de amaranto: blanco (*Amaranthus hypochoeroides* L.) y sangoracha (*Amaranthus quitensis* L.) utilizando azolla (*Azolla filiculoides*) como sustrato en la propagación sexual. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(1), 11-21.
- Vélez, M. (2022). Los microorganismos y su importancia en la vida del hombre. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 2(2), 411-412.
- Villacrés, E., & Mazón, N. (2008). *El Ataco, Sangorache o Amaranto Negro (Amaranthus hybridus L.) en Ecuador*. INIAP.
- Vivanco, D., & Castillo, D. (2021). Tecnología emergente: Campo de pulsos eléctricos (PEF) para el tratamiento de alimentos y su efecto en el contenido de antioxidantes. *Revista chilena de nutrición*, 48(4), 609-619.

ANEXOS

Anexo 1.

Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2.

Desarrollo de la fase experimental



Recepción de la materia prima



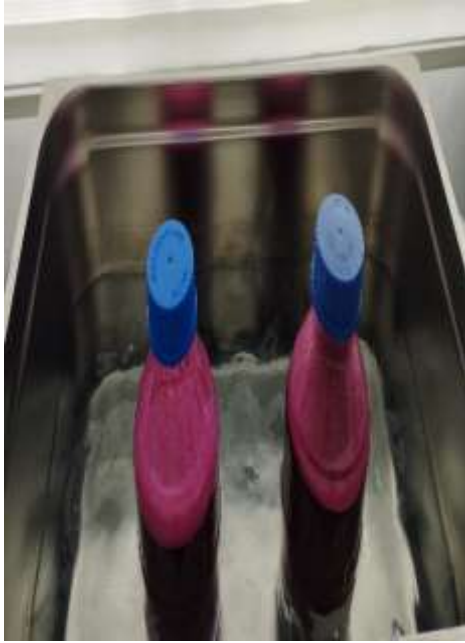
Secado



Molido del amaranto



Maceración



Baño de ultrasonido



Maceración con agua destilada tipo II



Liofilización del amaranto



Extracto del amaranto negro

Anexo 3.

Determinación de la actividad antioxidante del extracto de amaranto negro

Método Folin Ciocalteu.



Método DPPH



Anexo 4.

Proceso de elaboración del chorizo



Recepción de la materia prima



Picado



Molido



Mezclado



Embutido



Pre secado



Ahumado



Empacado y almacenado

Anexo 5.

Determinación del tiempo de vida útil del chorizo

Salmonella

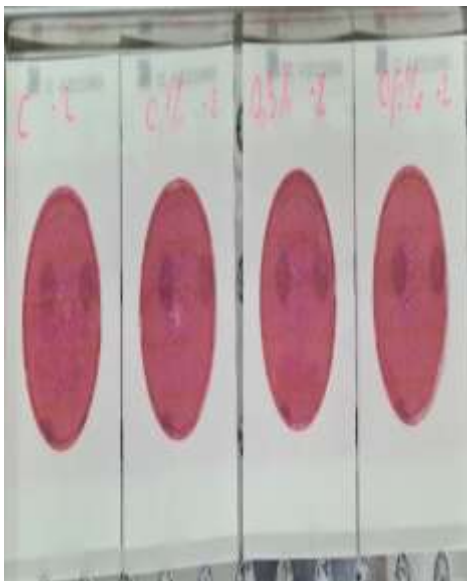


Preparación de reactivos



Ausencia de microorganismos

Coliformes totales



Incubación después de 24 h



Conteo de coliformes

Anexo 6.

Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento



Grasa



Proteína



pH



Capacidad de retención de agua

Anexo 7.
Cataciones



Anexo 8.

Ficha de aceptabilidad del chorizo

Su opinión es importante para el desarrollo del presente proyecto de investigación, por lo cual se requiere leer y responder el siguiente cuestionario.

Datos personales

Edad _____

Sexo _____

1. **Prefiere embutidos con:** (Marque con una X)

Aditivos sintéticos	
Aditivos naturales	

2. **Califique la muestra considerando la siguiente escala de puntuación:**
(Marque con una X)

1: Muy malo 2: Malo 3: Normal 4: Bueno 5: Excelente

MUESTRA					
Antioxidante natural de amaranto negro (<i>Amaranthus hybridus L.</i>)					
PROPIEDAD	CALIFICACIÓN				
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5

3. **Estaría dispuesto a comprar un chorizo con un antioxidante natural**

Si	
No	

Por qué

Anexo 9.

Análisis microbiológico del chorizo con respecto a salmonella spp

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguarda # Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°031

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Verónica Rea-Alexander Freire				
Muestra	Chonzo				
Código asignado UEB	INV224, INV225, INV226, INV178				
Estado de la muestras	Sólido				
Envase de recepción	Empacado al vacío				
Análisis requerido(s)	Análisis microbiológico (Salmonella)				
Fecha de recepción	17 de Marzo de 2023				
Fecha de análisis	17-29 de Marzo 2023				
Fecha de informe	30 de Marzo de 2023				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV178	Chonzo T 0,5% [Almacenamiento / 1 día]	Salmonella	ufc	Petrifilm	Ausencia
INV224	Chonzo T 0,3% [Almacenamiento / 1 día]				
INV225	Chonzo T 0,1% [Almacenamiento / 1 día]				
INV226	Chonzo T Control [Almacenamiento / 1 día]				
INV178	Chonzo T 0,5% [Almacenamiento / 4 días]	Salmonella	ufc	Petrifilm	Ausencia
INV224	Chonzo T 0,3% [Almacenamiento / 4 días]				
INV225	Chonzo T 0,1% [Almacenamiento / 4 días]				
INV226	Chonzo T Control [Almacenamiento / 4 días]				
INV178	Chonzo T 0,5% [Almacenamiento / 6 días]	Salmonella	ufc	Petrifilm	Ausencia
INV224	Chonzo T 0,3% [Almacenamiento / 6 días]				
INV225	Chonzo T 0,1% [Almacenamiento / 6 días]				
INV226	Chonzo T Control [Almacenamiento / 6 días]				
INV178	Chonzo T 0,5% [Almacenamiento / 8 días]	Salmonella	ufc	Petrifilm	Ausencia
INV224	Chonzo T 0,3% [Almacenamiento / 8 días]				

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Lagunas 9 Km 1 1/2 vía a San Simón - Canton Guaranda, Provincia Bolívar - Ecuador</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 2 de 2

INV225	Chorizo T 0,1% [Almacenamiento / 8 días]	Salmonella	ufc	Petrifilm	Ausencia
INV226	Chorzo T Control [Almacenamiento / 8 días]				
INV178	Chorizo T 0,5% [Almacenamiento / 10 días]				
INV224	Chorizo T 0,3% [Almacenamiento / 10 días]				
INV225	Chorzo T 0,1% [Almacenamiento / 10 días]				
INV226	Chorzo T Control [Almacenamiento / 10 días]				
INV178	Chorzo T 0,5% [Almacenamiento / 12 días]	Salmonella	ufc	Petrifilm	Ausencia
INV224	Chorzo T 0,3% [Almacenamiento / 12 días]				
INV225	Chorzo T 0,1% [Almacenamiento / 12 días]				
INV226	Chorzo T Control [Almacenamiento / 12 días]				

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones


 Ing. Favián Bayas, PhD
 Director DIVIUEB

Anexo 10.

Análisis microbiológico del chorizo con respecto coliformes totales

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguarda 8 Km 1 1/2 vía a San Cayetano, Canton Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°119

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Verónica Rea-Alexander Freire				
Muestra	Chorizo				
Código asignado UEB	INV178				
Estado de la muestras	Sólido				
Envase de recepción	Empacado al vacío				
Análisis requerido(s)	Análisis microbiológico (Coliformes totales)				
Fecha de recepción	21 de Marzo de 2023				
Fecha de análisis	21-25 de Marzo 2023				
Fecha de informe	27 de Marzo de 2023				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV226	Chorizo T1 Control [Almacenamiento / 19 días]	Coliformes totales	ufc	Petrifilm	152
INV225	Chorizo T 0,1% [Almacenamiento / 19 días]				200
INV224	Chorizo T 0,3% [Almacenamiento / 19 días]				52
INV178	Chorizo T 0,5% [Almacenamiento / 19 días]				48
INV226	Chorizo T1 Control [Almacenamiento / 21 días]	Coliformes totales	ufc	Petrifilm	196
INV225	Chorizo T 0,1% [Almacenamiento / 21 días]				220
INV224	Chorizo T 0,3% [Almacenamiento / 21 días]				160
INV178	Chorizo T 0,5% [Almacenamiento / 21 días]				64

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones


Ing. Faván Bayas, PhD
Director DMIUEB

Anexo 11.

Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Lagunado II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°120

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Verónica Rea-Alexander Freire				
Muestra	Chorizo				
Código asignado UEB	INV178				
Estado de la muestras	Sólido				
Envase de recepción	Empacado al vacío				
Análisis requerido(s)	pH, capacidad de retención de agua (CRA), grasa				
Fecha de recepción	02 de Mayo de 2023				
Fecha de análisis	02- 05 de Mayo 2023				
Fecha de informe	05 de Mayo de 2023				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV178	Chorizo T 0,5%	pH	---	INEN 783	6,19
					6,12
					6,13
		CRA	%	Gravimétrico	76,20
					79,93
					76,20
		Grasa	%	AOAC 2003.06	28,80
					28,80
					28,80

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones.




Ing. Favian Bayas, PhD.
Director DIVUEB

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	Código	FFG12-01
	<small>Lagunas 8 km 1 1/2, vía a San Sebastián, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 1 de 1

INFORME N° 165-2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Jhoselyn Rea y Alexander Freire					
Muestra	Chorizo					
Código asignado UEB	INV-178					
Estado de la muestra	Sólido					
Envase de recepción	Empaque al vacío					
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína total					
Fecha de recepción	13-06/2023					
Fecha de análisis	13-06/2023					
Fecha de informe	27-06-2023					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 178	Chorizo R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	21,50	21,69
	Chorizo R2				21,81	
	Chorizo R3				21,75	

Las muestras son realizadas con tres réplicas



Dr. Favlan Bayas Morejón
Director DIVUEB

Anexo 12.

Etiquetas del chorizo con extracto de amaranto negro



GLOSARIO

- **Agua peptonada**

Es un medio de cultivo que sirve como diluyente y permite el crecimiento de microorganismos.

- **Antioxidante**

Sustancias naturales o fabricadas por el hombre que pueden prevenir o resaltar algunos tipos de daños a las células, estos se encuentran en algunas plantas y frutas.

- **Actividad antioxidante**

Los antioxidantes protegen al cuerpo contra los radicales libres, que son moléculas altamente reactivas que pueden dañar el cuerpo a nivel celular. Estos radicales libres aumentan el riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades degenerativas.

- **Ácido gálico**

Es un compuesto fenólico que se encuentra en diversas fuentes naturales como plantas, frutas y verduras.

- **Cinética de reacciones**

Es el estudio de las velocidades de las reacciones químicas.

- **Coliformes totales**

Son bacterias que se pueden encontrar en el ambiente, se da por una contaminación general como material, sucio, cocción insuficiente.

- **Correlación**

Medida estadística que expresa hasta qué punto dos variables están relacionadas linealmente.

- **Decantación**

Proceso de separación por gravedad que hace que una partícula, más densa que el líquido, tenga una trayectoria descendente.

- **Disolvente**

Líquido capaz de disolver un cuerpo u otra sustancia.

- **Emulsión cárnica**

Es una mezcla finamente dividida compuesta de carne, grasa, agua, sales, condimentos y carbohidratos.

- **Enranciamiento**

Es un proceso por el cual un alimento anteriormente elaborado con grasas o aceites se altera con el paso del tiempo percibiendo olores y sabores desagradables al gusto.

- **Extracto**

Mezcla compleja, con multitud de compuestos químicos, obtenible por procesos físicos, químicos y microbiológicos a partir de una fuente natural y utilizable en cualquier campo de la tecnología.

- **Gravimetría**

Método analítico cuantitativo, es decir, que se determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica.

- **Inocuidad alimentaria**

Es una disciplina científica que describe el manejo, la preparación y el almacenamiento de alimentos de manera que prevengan distintas enfermedades.

- **Magra**

Término utilizado para definir a la carne en porciones mínimas de grasa en este caso menos de 5 gramos de la grasa total.

- **Micromol**

Cantidad de sustancia equivalente a una millonésima de mol.

- **Microorganismos patógenos**

Son bacterias que pueden provocar diferentes patologías a personas o animales que lo ingieran.

- **Organoléptico**

Característica física que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos como el sabor, textura, olor y el color.

- **Panojas**

Inflorescencia compuesta formada por un racimo cuyos ejes laterales se ramifican en forma de racimo.

- **Polifenoles**

Los polifenoles son un grupo de sustancias químicas que se encuentran en las plantas que contienen múltiples grupos fenólicos en sus moléculas. Entre ellos encontramos flavonoides, quercetina, lignina y lignanos, kaempferol, catequinas, etc. Son comunes en varios alimentos de origen vegetal.

- **Trolox**

Es un antioxidante como la vitamina E y se utiliza en aplicaciones microbiológicas para reducir el estrés oxidativo.