



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA INDUSTRIAL**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN
QUÍMICA INDUSTRIAL.**

TÍTULO:

Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal, de acuerdo a la NTON 03 094-10, Managua, Nicaragua, marzo – Septiembre 2022.

Autores:

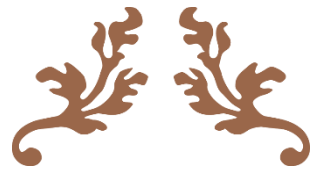
Bra. Úbeda Martínez Samantha Jacaranda.

Br. Báez Silva Oswaldo Antonio.

Tutor:

MSc. José Luis Prado Arroliga.

Managua, septiembre 2022



ASPECTOS GENERALES





Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Título

Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal, de acuerdo a la NTON 03 094-10, Managua, Nicaragua, marzo – septiembre 2022.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Dedicatoria

En primer lugar, gracias a Dios por iluminarnos, por la fuerza y el coraje a lo largo de este largo viaje que hemos logrado concluir.

Dedicamos este trabajo de investigación a nuestras madres, familia y amigos. Su gran fortaleza fue el motor que nos permitió seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Gracias desde el fondo de nuestros corazones. El resultado de este trabajo de investigación es totalmente suyo.



Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar a **Dios** por habernos permitido llegar hasta este punto; por habernos dado salud, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos.

Agradecemos a **nuestras madres** por habernos apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, pero más que nada, por su amor. Además de los ejemplos de perseverancia y constancia que las caracterizan y que nos han infundado siempre; por el valor mostrado para salir adelante. Finalmente a todos aquellos que nos ayudaron directa o indirectamente a realizar este trabajo monográfico, mil y mil gracias.

Agradecemos a nuestros maestros durante el transcurso de la carrera, por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, a nuestro tutor **José Luis Prado Arroliga**, quien confió y nos brindó su apoyo en este trabajo monográfico, por habernos transmitido los conocimientos obtenidos y habernos llevado paso a paso en el aprendizaje.

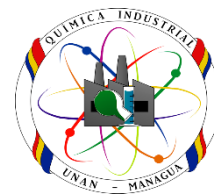


Evaluación de la concentración de nitrato de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Carta Aval del Tutor



El presente trabajo de investigación titulado *“Evaluación de la concentración de nitrato en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal, de acuerdo a la NTON 03 094-10, Managua, Nicaragua, marzo – septiembre 2022”*, ha sido realizado por los bachilleres *Úbeda Martínez Samantha Jacaranda y Báez Silva Oswaldo Antonio*, bajo mi tutoría *MSc. José Luis Prado Arroliga*, doy fe de que la investigación es propiedad intelectual fidedigna y original de ellos, además que han cumplido con todas las disposiciones y requisitos académicos según el Capítulo III del Título IV del Reglamento del Régimen Académico Estudiantil para optar al título de Licenciatura en Química Industrial.

Managua, noviembre 2022

José Luis Prado Arroliga, MSc.

Tutor

Departamento de Química

UNAN-Managua



Resumen

La presente investigación tuvo como principal objetivo la evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal en el distrito V del municipio de Managua, Nicaragua. Para tal efecto, en primera instancia se implementó una encuesta a 396 consumidores y 60 vendedores del producto mencionado, determinando así que, las marcas industrializadas Delmor y Cainsa, la marca artesanal Doña Mirna, y el embutido Jamón son los de preferencia. Por lo tanto, se adquirió 1 kg de jamón para cada marca, muestras que fueron tratadas, digeridas y sometidas al análisis de nitrito de sodio por espectrofotometría UV-vis bajo los parámetros analíticos del método oficial AOAC 937.31. Las muestras fueron codificadas y los resultados analíticos indican que para la muestra DDE la concentración de NaNO_2 es 20,96 mg/kg, ICA 26,91 mg/kg e IDM 72,8 mg/kg. Contrastando la concentración de las muestras con el valor establecida como máximo de calidad (130 mg/kg) por la NTON 03 094-10 se conforma la hipótesis de investigación que los productos cuentan con la calidad requerida en este parámetro de aditivo alimentario. Contrastando con base a referencias bibliográficas, las características organolépticas de palatabilidad, aroma, color, efecto antioxidante del jamón analizado, se concluye que la muestra IDM correspondiente a la marca Doña Mirna, el cual es artesanal, al presentar mayor concentración de nitrito de sodio, es el que cuenta con las mejores condiciones de acción del aditivo tanto en preservación del jamón y favorecimiento de las propiedades mencionadas, sin embargo, es deficiente en la letalidad de la IDA.

Palabras claves: Concentración, Nitrito de sodio, embutido crudo de pasta fina, jamón, Delmor, Cainsa, Doña Mirna.



Índice

ASPECTOS GENERALES

Título i	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Carta Aval del Tutor	iv
Resumen	v
Índice.....	vi
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras	xii
Glosario	xiv

CAPÍTULO I

1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4

CAPÍTULO II

2.1. Marco Teórico	6
2.1.1. Agroindustria de Productos Cárnicos en Nicaragua	6



2.1.2.	Embutidos.....	8
2.1.2.1.	Clasificación de los Embutidos.....	9
2.1.2.2.	Componentes Básicos de los Embutidos	9
2.1.2.3.	Componentes Optativos de los Embutidos	10
2.1.3.	Embutidos Crudos	11
2.1.3.1.	Materias Primas e Insumos	11
2.1.3.2.	Proceso de Elaboración de Embutidos Crudos	16
2.1.3.3.	Defectos de los Embutidos Crudos	24
2.1.4.	Salchicha	26
2.1.4.1.	Proceso de Elaboración de la Salchicha.....	26
2.1.5.	Sales de Curado.....	29
2.1.6.	Química de los Nitratos y Nitritos	30
2.1.6.1.	Funciones de los Nitratos y Nitritos.	33
2.1.6.2.	Efecto de los nitratos y nitritos en la salud humana.....	43
2.1.7	Reglamentos de control de nitritos en embutidos.	48
2.2.	Antecedentes.....	49
2.1.1.	Internacionales	49
2.1.2.	Nacionales	51
2.3.	Hipotesis	52

CAPÍTULO III

3.1.	Diseño Metodológico	54
3.1.1.	Descripción del Ámbito de Estudio	54



3.1.2.	Tipo de Estudio	55
3.1.3.	Población y Muestra.....	56
3.1.3.1.	Población	56
3.1.3.2.	Muestra	56
3.2.	Identificación de las variables	58
3.2.1.	Variable dependiente.....	58
3.2.2.	Variables independientes.....	58
3.2.3.	Operacionalización de las Variables	59
3.3.	Materiales y métodos.....	67
3.3.1.	Materiales para Recolectar la Información.....	67
3.3.2.	Materiales para Procesar la Información	67
3.3.3.	Métodos	70

CAPÍTULO IV

4.1.	Resultados de Encuestas Dirigidos a Comerciantes y Consumidores.....	77
4.1.1.	Resultado de Encuestas a Consumidores	77
4.1.2.	Resultado de Encuesta a Comerciantes	79
4.2.	Ajuste en el Espectrofotómetro del Método AOAC 937.31.....	81
4.2.1.	Curva de Calibración.....	81
4.2.2.	Límite de Detección y Cuantificación.....	82
4.2.3.	Precisión.....	84
4.2.4.	Exactitud.....	86
4.2.5.	ANOVA.	87



4.3.	Concentración de Nitrito de Sodio por el Método AOAC 937.31	88
4.3.1.	Concentración de Nitrito de Sodio en las Muestras de Jamon.....	88
4.3.2.	Comparación de Resultados	91
4.3.3.	Interpretación de Resultados en las Concentraciones de Nitrito de Sodio.....	94

CAPÍTULO V

5.1.	Conclusiones.....	98
5.2.	Recomendaciones	99
5.3.	Bibliografía.....	100

ANEXOS



Índice de Tablas

Tabla 2.1. Condiciones típicas en la fabricación de embutidos fermentados.....	22
Tabla 2.2. Ingesta estimada de nitrito en la UE.....	45
Tabla 3.1. Matriz de Operacionalización de Variables según los objetivos de la investigación.....	59
Tabla 3.2. Software empleado durante la investigación.....	67
Tabla 3.3. Utensilios.....	68
Tabla 3.4. Aparatos.....	69
Tabla 3.5. Reactivos.....	69
Tabla 4.1. Curva de calibración.....	81
Tabla 4.2. Cálculos del Límite de Detección.....	83
Tabla 4.3. Cálculo del Límite de Cuantificación.....	83
Tabla 4.4. Calculo de la precisión de mediciones para la concentración de NaNO_2	84
Tabla 4.5. Valores para el estadístico de Fisher.....	85
Tabla 4.6. Cálculos para la exactitud de las mediciones.....	86
Tabla 4.7. Resultados para el cálculo de la ANOVA.....	87
Tabla 4.8. Absorbancia de las muestras analizadas.....	88
Tabla 4.9. Concentración de nitrito de sodio en las muestras analizadas.....	89
Tabla 4.10. Matriz comparativa de resultados.....	91
Tabla 4.11. Análisis de influencia de la concentración en los jamones valorados.....	94
Tabla A3.1. Fracción de base de datos de encuestas a consumidores.....	10
Tabla A5.1. Respuesta a qué tipo de embutido distribuye.....	12



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Tabla A5.2. Marca industrial que más distribuyen los comerciantes.....	13
Tabla A5.3. Embutido más vendido.....	14
Tabla A5.4. Marcar artesanal más vendida.....	14



Índice de Figuras

Figura 2.1. Estados oxidativos del nitrógeno.....	31
Figura 2.2. Reacciones del nitrato y nitrito en los productos curados.....	32
Figura 2.3. Grupo hemo de la mioglobina (izquierda) y esquema de las reacciones del curado para la formación del color (derecha).....	34
Figura 2.4. Representación de la molécula de óxido nítrico (NO).....	40
Figura 2.5. Mecanismos de acción antimicrobiana de las especies reactivas de nitrógeno.....	41
Figura 2.6. Reacciones del ácido nitroso para formar el catión nitrosoamonio y la sucesiva N-nitrosamina.....	45
Figura 3.1. Macro y micro localización del área de estudio.....	54
Figura 4.1. Preferencia en marcas distribuidas y elaboradas por industrias reguladas....	77
Figura 4.2. Preferencia en marcas distribuidas y elaboradas por industrias artesanales.....	78
Figura 4.3. Embutido mayor consumido por población del distrito V.....	79
Figura 4.4. Marcas industriales mayormente vendidas por parte de distribuidores.....	79
Figura 4.5. Marcas Artesanales mayormente expandida.....	80
Figura 4.6. Embutido mayormente vendido por comerciantes.....	80
Figura 4.7. Curva de Calibración.....	82
Figura A1.1 Diagrama de flujo de la elaboración de embutidos.....	1
Figura A1.2. Diagrama de flujo de la elaboración de la salchicha.....	2
Figura A1.3. Concentración para nitrito de sodio en tripas comestibles (embutidos).....	2
Figura A4.1. Encuesta en Distribuidora.....	12



Figura A4.2. Encuesta en Carnicería.....	12
Figura A6.1. Preparación de la muestra.....	15
Figura A6.2. Embolsado y etiquetado de muestras.....	15
Figura A6.3. Cristalería preparada.....	15
Figura A6.4. Solución Stock de NaNO_2	15
Figura A6.5. Solución Intermedia de NaNO_2	15
Figura A6.6. Solución Trabajo de NaNO_2	15
Figura A6.7. Papel Filtro.....	16
Figura A6.8. Soluciones para el ajuste del espectrofotómetro.....	16
Figura A6.9. Pesado de muestras.....	16
Figura A6.10. Digestión de muestra.....	16
Figura A6.11. Muestras filtradas.....	16
Figura A6.12. Muestras de Jamón	17
Figura A6.13. Construcción de la curva de Calibración.....	17
Figura A6.14. Curva de Calibración.....	17
Figura A6.15. Absorbancias de las muestras de jamón.....	17



Glosario

A

A1: Anexo 1

A2: Anexo 2

A3: Anexo 3

A4: Anexo 4

A5: Anexo 5

A6: Anexo 6

Acidificación: Proceso que consiste en reducir el pH del alimento para impedir el desarrollo de los microorganismos patógenos. Este método puede llevarse a cabo de manera natural o artificial.

Actina: Proteína filamentosa del protoplasma celular, que se encarga de conferir su forma a la célula, fijar las proteínas de membrana, participar en los movimientos celulares y, asociada a la miosina, causar la contracción de las células musculares.

Agente Emulsificante: Los emulsionantes son compuestos químicos o sus mezclas que permiten la formación de una emulsión estable a lo largo del tiempo. El papel del emulsionante es crear emulsiones estables.

Agentes Reductores Endógenos: Es aquel que se oxida en la reacción y que aporta electrones.

Agroalimentarias: Se compone de todas las actividades relacionadas con la generación

de alimentos, a través de actividades como la agricultura, silvicultura, entre otras.

Ahumado: El término ahumado procede del verbo ahumar; hacer que algo esté en contacto con humo. Se trata de una técnica que se aplica en los alimentos para otorgarles un sabor distintivo y para facilitar su conservación.

Alginato: Es una sal soluble de sodio o potasio que se obtiene a partir de unas algas marinas a las que se conoce como alginas. L.

ANOVA: Analisis de Varianza.

Antimicrobianas: Impiden la multiplicación y/o la proliferación de microorganismos.

Antioxidante: Sustancia que protege las células de los daños que causan los radicales libres (moléculas inestables elaboradas por el proceso de oxidación durante el metabolismo normal).

a_w: La actividad de agua (A_w) es la humedad en equilibrio de un producto, determinada por la presión parcial del vapor de agua en su superficie.



B

Bacterias Ácido Lácticas: Son cocos y bacilos de longitud variable y de un grosor de 0.5 - 0.8 μm , son anaerobias facultativas y catalasa negativa. Se pueden clasificar en heterofermentativas y homofermentativas.

18

C

Carne Procesadas: La carne procesada es la carne que ha sido transformada a través de la salazón, el curado, la fermentación, el ahumado, u otros procesos para mejorar su sabor o su conservación.

CGC+: Gram-positivos catalasa positivos.

Clostridium botulinum: La toxina botulínica se ha encontrado en diversos alimentos, incluidas conservas vegetales con bajo grado de acidez, tales como judías verdes, espinacas, setas y remolachas; pescados, incluido el atún en lata y los pescados fermentados, salados y ahumados.

Codex Alimentarius: Es un conjunto de Normas alimentarias adoptadas internacionalmente y presentadas de manera uniforme. Los objetivos de la publicación de estas normas consisten en proteger la salud del consumidor y facilitar el comercio internacional de alimentos.

Coloidal: Sistema conformado por dos o más fases, normalmente una fluida y otra dispersa en forma de partículas generalmente sólidas muy finas, de diámetro comprendido entre 10^{-9} y 10^{-5} m.

D

Dimerización: Proceso mediante el cual dos moléculas con la misma composición química forman un producto de condensación o polímero.

E

Embutidos: Aquellos derivados, preparados a partir de las carnes autorizadas, picadas o no, sometidas o no a procesos de curación, adicionadas o no de despojos comestibles y grasas de cerdo, productos vegetales, condimentos y especias, e introducidos en tripas naturales o artificiales.

Emulsión: Mezcla estable imputable (si se le agrega un emulsionante) y homogénea de dos líquidos que normalmente no pueden mezclarse.

Enranciamiento: Proceso por el cual un alimento con alto contenido en grasas o aceites se altera con el tiempo adquiriendo un sabor desagradable.



H

Hidrólisis Lipídica: Reacción química entre el aceite/grasas y el agua produciendo ácidos grasos libres que favorecen a la oxidación del producto y por tal oxidación este se deteriora más rápido.

I

IDA: Ingesta Diaria Admisible, es una estimación de la cantidad de una sustancia presente en los alimentos o el agua potable que puede consumirse diariamente durante toda la vida sin que se aprecie un riesgo sobre la salud.

IDE: Ingesta Diaria Estimada, además de considerarse como la cantidad de un aditivo ingerida por el consumidor medio del alimento.

Inhibir: Suspender transitoriamente una función o actividad del organismo mediante la acción de un estímulo adecuado.

L

LC: Limite de Cuantificación. Cantidad más baja de un mesurando en un material que puede determinarse cuantitativamente con una precisión establecida (como un error

total o en sesgo y desvío estándar), bajo condiciones experimentales establecidas.

LD: Limite de Detección. Menor cantidad de un analito cuya señal puede distinguirse de la del ruido.

M

Maduración: En esta etapa se produce la mayor parte de la deshidratación y se produce la hidrólisis enzimática de las proteínas y los lípidos que, a su vez, da lugar a aminoácidos libres como la prolina, glicina, leucina o valina, responsables de dar sabor al alimento.

Metahemoglobinemia: Afección por la que hay una cantidad más alta que lo normal de metahemoglobina en la sangre.

Miofibrilar: Proteínas compuestas principalmente por actina y miosina que, a su vez, forman parte del mecanismo de contracción muscular.

Mioglobina: Es una hemoproteína muscular, estructuralmente y funcionalmente muy parecida a la hemoglobina, constituida por una cadena polipeptídica de 153 residuos aminoacídicos que contiene un grupo hemo con un átomo de hierro, y cuya función es la de almacenar y transportar oxígeno.

Miosina: Proteína fibrosa, cuyos filamentos tienen una longitud uniforme de 1,6 micrómetros y un diámetro de 15 nm.



N

Nitrosomioglobina: Sustancia encargada de dar color a los embutidos.

O

Oleorresinas: Se les puede considerar como extractos de especias que tienen la característica de ofrecer el sabor completo de las mismas.

Oximoglobina: Forma oxigenada de la mioglobina que se obtiene por unión de una molécula de oxígeno al grupo hemo de la mioglobina.

P

Pasta Fina: Embutidos que pasan por un proceso de formación de emulsión, siendo la pasta de proceso de estructura muy fina y sin granulometría perceptible.

pH: Medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución.

pKa: Se trata de una medida de acidez, calculada mediante el logaritmo negativo (-log) de la constante de disociación ácida Ka.

Preservantes: Sustancia para mantener inalterable la cualidad de los componentes de los alimentos procesados.

Proteólisis: Degradación de proteínas ya sea mediante enzimas específicas, llamadas proteasas.

S

APPCC o HAPPCC: Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico. Se trata de un sistema universal para controlar la seguridad alimentaria y el cumplimiento de la normativa.

S-nitrosotioles: O tionitritos, son compuestos orgánicos o grupos funcionales conteniendo un grupo nitroso unido al átomo de azufre de un tiol.

Sustancias Curantes: Proporcionan un ambiente menos favorable para el desarrollo de los microorganismos ya que la sal impide la putrefacción bloqueando la actividad de las bacterias.

Sustancias Ligadoras: Materiales que sólo ocupan el lugar de la carne, ligando una cantidad de agua considerable, pero sin un aporte proteico.

T

Tejidos magros: La masa de tejido carnico libre de grasa, como el músculo, el tejido conjuntivo y el hueso.



CAPÍTULO I





1.1. Introducción

La carne constituye actualmente un componente importante, aunque debido a condiciones económicas, no indispensable en las dietas consumidas en la sociedad actual. Con el advenimiento de la globalización y las complicaciones de la vida moderna, la expansión de la oferta de embutidos mundial ha permitido disponer de una mayor cantidad, variedad y calidad de alimentos a precios cada vez más bajos (MIFIC, 2008, pág. 3).

A escala nacional, la industria procesadora de la carne está constituida principalmente por 6 o 7 empresas (medianas y pequeñas), ubicadas en su mayoría en la ciudad de Managua, siendo las tres empresas líderes: Industria DELMOR, DELICARNES y Avícola La Estrella en el ramo de los embutidos. El resto de las empresas son industrias pequeñas de origen familiar, con un dominio tecnológico bastante aceptable requerido para la elaboración de estos tipos de productos. (MIFIC, 2008, pág. 5)

Al considerar el consumo en aumento de los embutidos como sustitutos en la dieta de los nicaragüenses y el establecimiento de nuevos empresarios en la industria de carnes procesadas, en pro de la creciente demanda, se requiere una evaluación del control de calidad en los productos que comercializan, específicamente en embutidos crudos de pasta fina, por lo que, se procederá a escoger por medio de encuesta a vendedores y compradores, dos marcas comerciales y una artesanal que representan las más consumidas por la población estimada en Managua, para estimar el contenido de nitrito de sodio, con el propósito de evaluar este parámetro de calidad.



1.2. Planteamiento del Problema

Los nitritos de sodio y potasio son sustancias químicas empleadas como aditivos alimentarios en el procesamiento, conservación y almacenamiento de las carnes, lo cual puede producir efectos adversos y tóxicos en la salud de las personas al ingerir alimentos con dichos componentes que contengan excesos o no estén regulados; lo que podría conllevar a diversas reacciones e intoxicaciones, pudiendo desencadenar una metahemoglobinemia y la formación de nitrosaminas. (Elizabeth & Reyes, 2019)

Específicamente los nitratos se añaden como aditivos a embutidos crudos de pasta fina por razones de higiene y, sobre todo, para evitar el desarrollo de la bacteria *Clostridium botulinum*. Esta bacteria es la responsable del botulismo, una enfermedad mortal en casos extremos que puede provocar un bloqueo de la función nerviosa y llevar a la parálisis respiratoria y muscular. La cantidad de nitritos añadida durante el proceso de fabricación varía en función del tipo de producto y su curación. (Organización de Consumidores y Usuarios, 2017)

Ante el necesario seguimiento en la calidad de los productos de mayor consumo a nivel nacional y lo antes mencionado sobre sus repercusiones, se formula el problema o interrogante de investigación: ¿Cumplen los embutidos crudos de pasta fina industrializados y artesanales de mayor demanda, comercializados en Nicaragua con los valores establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Embutidos Cárnicos para el contenido de nitritos?



1.3. Justificación

En Nicaragua la industria de embutidos o de alimentos procesados a base de carne de cerdo registra un crecimiento sostenido los últimos cuatro años, Zacarías Mondragón, presidente de la Asociación de Empresas Embutidoras de Nicaragua (AENIC), asegura que la mortadela, la salchicha y el jamón se han convertido en un sustituto de la oferta cárnica, porque sus precios están por debajo de (la libra) del pollo y de la res. Los cuales afirman una tasa de crecimiento anual en la producción nacional entre un 12 y 15% el crecimiento del sector entre el 2010 al 2015. (Global Ag Media, 2015)

Por lo tanto, el control de calidad aplicado a la determinación los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en productos terminados para consumo humano es de vital importancia para dar seguridad alimentaria a los consumidores de los productos cárnicos comercializados a nivel nacional, ya sean, industrializados o de origen artesanal. Todo esto bajo los criterios establecidos en las normas técnicas obligatorias nicaragüenses o reglamentos que deben cumplir los rangos de control en la composición del producto.

Ante lo expresado, se afirma que la tiene gran relevancia de conocimiento y seguridad de ingesta para los consumidores de embutidos crudos de pasta fina, en el caso de las microempresas e industrias procesadoras de este producto dará veracidad en la calidad de sus productos comercializados. Además, el tema es de gran relevancia para la comunidad científica y estudiantes que deseen ampliar sus conocimientos en determinación de nitritos y el impacto en la salud humana, así mismo, sirve de referencia bibliográfica para futuras investigaciones en el mismo rubro alimenticio.



1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la concentración de nitrito en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal, de acuerdo a la NTON 03 094-10, Managua, Nicaragua, marzo – septiembre 2022

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Conocer la demanda actual de embutidos crudos en mercados locales de Managua mediante encuestas a consumidores y comerciantes que expenden este tipo de producto.
2. Seleccionar las muestras de embutidos crudos de pasta finas que serán sometidas a la cuantificación de nitrito de sodio.
3. Ajustar el espectrofotómetro a usar en base a los criterios establecidos en el método oficial AOAC 937.31.
4. Estimar concentración del aditivo “Nitrito de Sodio” con el método oficial AOAC 937.31: Nitritos en carne curada método colorimétrico.
5. Comparar los valores promedios de nitrito encontrados en las muestras según los criterios establecidos en la NTON 03 094-10.



CAPÍTULO II





2.1. Marco Teórico

2.1.1. Agroindustria de Productos Cárnicos en Nicaragua

Originalmente, la preparación de carnes se dio a fin de su conservación, dando origen a una de las industrias agroalimentarias más importantes a nivel mundial. Esta industria ha experimentado en Nicaragua un desarrollo más que relevante en los últimos años, al ampliar sus líneas de producción tradicional sustentadas en el aprovechamiento de carne de porcino, así como por la apertura de nuevas líneas para la obtención de productos innovadores, elaborados mayoritariamente con carnes de aves, constituyendo éstas las carnes ligeras o "Light". La producción de carnes industrializadas (embutidos y carnes frías), ha mostrado un crecimiento prácticamente constante en la presente década, y una mayor participación en el consumo nacional, que en épocas pasadas. (MIFIC, 2008, pág. 10)

El abasto de carnes para la industria se da bajo dos formas fundamentales y éste depende del producto que se pretenda obtener. El primer grupo conformado por las carnes frías propiamente dicho, en el que la conformación de las masas musculares es necesaria, como es el caso de la mayoría de los jamones, el surtimiento se da a través de cortes específicos dentro de los que encontramos piernas, lomos y espaldillas de porcino y muslos, pechugas y piernas de ave, principalmente, e inclusive recortes de carne de estas especies.

En el segundo grupo de productos, dentro de los que se encuentran los molidos y los homogeneizados, tales como los chorizos, salamis, mortadelas, salchichas y pasteles, entre otros, el abasto puede realizarse con carnes en cortes o bien a través de las denominadas pastas de carne, mismas que son el resultado de la molienda de estas. En los últimos años,



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

gracias al avance de la tecnología, se ha dispuesto de maquinarias que permiten el deshuese de piezas de carne, principalmente de aves. El empleo de este tipo de materias primas, así como de algunos subproductos como vísceras, ha dado pie al abaratamiento de algunos tipos de embutidos o bien, a la creación de líneas de productos para consumo popular.

En Nicaragua, hasta principios de la década los 90's, la carne que en mayor medida era consumida por la industria era la de porcino, representando la mayor parte de las materias primas incorporadas en la elaboración de carnes frías y embutidos. El vertiginoso cambio experimentado en las líneas de producción y un crecimiento más que proporcional en la demanda por productos para consumo popular, originaron que su participación se redujera, siendo sustituida por carne de aves. En Nicaragua las Principales Industrias procesadoras de embutidos son:

- ✓ DELMOR S.A.
- ✓ DELICARNES.
- ✓ AVICOLA LA ESTRELLA.
- ✓ CAINSA S.A.
- ✓ BAVARIA DELICATESSEN.
- ✓ INDUSTRIAS AVICOLAS INTEGRADAS, S.A (INDAVINSA)

Entre las principales líneas de producción se encuentran (MIFIC, 2008, pág. 11):

- ✓ Mortadela (económica, bologna, jamonada, con chiltoma, con vegetales, con tocino).
- ✓ Salchicha (hot dog, salchicha jumbo, de desayuno, etc.).
- ✓ Salchichones (sabor original y picante).



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- ✓ Chorizo (criollo, español, alemán, salami, etc.).
- ✓ Ahumados (chuleta ahumada, bacón, pierna de cerdo ahumada, etc.).
- ✓ Jamones (prensado, pic -nic, etc.).
- ✓ Embutidos de pollo (mortadela, salchicha, jamón, salchichón).

El origen de la maquinaria y equipo empleado en este rubro, es de Alemania principalmente y de los Estados Unidos. Los cuartos fríos son de origen norteamericano en las empresas más grandes. En las fábricas más pequeñas los ahumadores son de fabricación nacional, ahumando el producto con aserrín en algunos casos y otros con trozos de madera (madero negro, guayaba y café). En las dos fábricas más grandes se ha renovado el sistema de empaclado con la adquisición de empacadoras con sistema computarizado y con una mayor capacidad.

En cambio, en fábricas más pequeñas casi todo el equipo adquirido es usado, adquiriéndose a través de las fábricas más grandes o bien a través de empresas dedicadas a la venta de equipos de segunda mano o bien son de construcción local. Solamente Industria Delmor cuenta con una línea de enlatados. (MIFIC, 2008, pág. 11)

2.1.2. Embutidos

Los Embutidos son alimentos preparado a partir de carne picada y condimentada, introducida a presión en tripas, aunque en el momento de consumo, carezcan de ellas. Un embutido curado en el cual sus componentes interactúan con sal, nitratos y nitritos principalmente, con el fin de mejorar sus características, en especial color y vida útil. (MIFIC, 2008, pág. 6)



2.1.2.1. Clasificación de los Embutidos

- a. **Embutidos crudos:** aquellos elaborados con carnes y grasa crudas, sometidos a un ahumado o maduración. Ejemplo, chorizos, salchichas y salami.
- b. **Embutidos escaldados:** aquellos cuya pasta es incorporada cruda, sufriendo un tratamiento térmico de cocción y ahumado opcional, luego de ser embutidos. Por ejemplo: mortadelas, salchichas tipo frankfurt, jamón cocido, etc. La temperatura externa del agua o de los hornos de cocimiento no debe pasar de 75 - 80°C. Los productos elaborados con féculas se sacan con una temperatura interior de 72 - 75°C y sin fécula 70 - 72°C.
- c. **Embutidos cocidos:** cuando la calidad de la pasta o parte de ella se cocina antes de incorporarla a la masa. Por ejemplo: morcillas, paté, queso de cerdo, etc. La temperatura externa del agua o vapor debe estar entre 80 y 90°C, sacando el producto a una temperatura interior de 80 - 83°C. (MIFIC, 2008, pág. 7)

2.1.2.2. Componentes Básicos de los Embutidos

Según el MIFIC (2008), el componente de los embutidos fundamentalmente es la carne picada, los productos difieren sobre todo en la presentación, en condimentación y en los métodos de procesamiento utilizados. La composición básica de los embutidos son los compuestos cárnicos, grasa agua, nitritos y nitratos, fosfatos, condimentos sustancias de relleno y sustancias, ligantes y en algunos se incluyen otros componentes como: preservantes, antioxidantes y fijadores de color. (pág. 7)

Los tres componentes principales de la carne son: agua, proteínas y grasas. El agua, se encuentra en mayor proporción, un 70% de los tejidos magros, las proteínas se



encuentran en el músculo magro es de 22% y el de grasa es de un 5 un 10 %, el contenido mineral es de aproximadamente un 1%.

En casi todos los tipos de carne procesadas, la extracción de proteína juega un papel decisivo. Si la proteína no es extraída no pueden realizar sus funciones fundamentales: las proteínas cárnicas son el agente emulsificante de una emulsión cárnica y actúan como el cemento entre las piezas de carne en el caso de los jamones.

El contenido total de proteína es casi el 50% es de proteína mio fibrilar y el 15% de actina y el 35% miosina el resto consiste zarco plasmáticas y tejidos conectivo o proteína del estroma. La fracción de la proteína miofibrilar es el más importante de considerar para lograr una buena liga, emulsión y gelificación. (MIFIC, 2008, pág. 7)

2.1.2.3. Componentes Optativos de los Embutidos

El termino condimento se aplica a todo ingrediente que aisladamente o en combinación confiere sabor a los productos alimenticios, así, para sazonar los embutidos se usan mezclas de diferentes especias. Como ejemplos tenemos la pimienta negra, el clavo, el jengibre, la nuez moscada, el romero, la salvia y el tomillo, también edulcorante.

Además, se incorporan las sustancias no cárnicas denominadas a veces ligantes y con menor frecuencia de relleno, emulsionante o estabilizante. También se le incorpora harina de trigo como sustancias de relleno y como estabilizante hidrofilia que se clasifican en goma, como es el alginato, el musgo irlandés, la goma arabica y la goma de tragacanto. De igual manera se usa ácido ascórbico y sus derivados los tocoferoles en especial en medio acuosos o grasos. (MIFIC, 2008, pág. 7)



2.1.3. Embutidos Crudos

Los embutidos crudos son aquellos que utilizan componentes crudos y que no han sido sometidos a un tratamiento térmico durante su procesamiento. Los embutidos crudos se fabrican a partir de carne y tocino crudo y picado, a los que se les añade sal común, sal de nitrito o nitrato como sustancias curantes, azúcar, especias, otros condimentos y aditivos. Los embutidos crudos pueden ser ahumados o sin ahumar. (Pulla, 2010, pág. 4)

2.1.3.1. Materias Primas e Insumos

2.1.3.1.1. Carne.

La carne debe de ser de fibra consistente, bien coloreada y seca. En la elaboración de productos cárnicos crudos la zona de pH más apropiada está entre 5,5 y 5,8 (cerca al punto isoeléctrico), en la cual la carne posee una “estructura abierta”, es decir, las fibras musculares están ampliamente separadas unas de otras y así, la sal, sustancias curantes y otros aditivos pueden penetrar más fácilmente en el interior de las piezas de carne.

La zona de pH entre 5,3 y 5,8 garantiza, además, ventajas para una buena curación, amplio desarrollo y estabilidad del color y una óptima durabilidad del producto curado, puesto que el pH ácido provoca una suficiente exudación del jugo cárnico. Esta exudación reduce el valor del producto, impidiendo el desarrollo de microorganismos causantes de deterioro.

No usar carnes que contengan antibióticos porque la acidificación y maduración de dicha carne por parte de bacterias puede estar inhibido por los antibióticos lo que implica un defecto en la fabricación del embutido crudo curado. En el picado la carne debe de estar



refrigerada para obtener cortes limpios, y para reducir la coagulación de las proteínas por el calentamiento provocado por la acción de picar. (Pulla, 2010, pág. 4)

2.1.3.1.2. Grasa.

La grasa empleada debe ser tocino fresco de lomo extraída justamente después del sacrificio y refrigerado sin pérdida de tiempo. Si la grasa se enfría lentamente aumenta el riesgo de enranciamiento.

No usar tocino blando porque:

- ✓ Tiene más ácidos grasos insaturados con lo que aumenta el riesgo de enranciamiento que alteraría el sabor, disminuiría la capacidad de conservación al igual que la conservación del color.
- ✓ La masa puede salir pringosa y por tanto se adhieren finas gotas de grasa en torno a la carne lo que impide la adecuada trabazón del embutido y por tanto da lugar a una deficiente consistencia al corte.

No usar tocino almacenado durante mucho tiempo porque produciría enranciamiento y no salar previamente el tocino porque la sal podría enranciar la grasa. La velocidad de enranciamiento del tocino varía mucho en función de la temperatura de almacenamiento a - 8° C; - 15° C; - 22° C y - 30° C, el tiempo de enranciamiento es de 1,5 meses; 3 meses; 6 meses y 12 meses respectivamente. (Pulla, 2010, págs. 4 - 5)

2.1.3.1.3. Sal.

La adición de sal es esencial para la elaboración de embutidos crudos, además de ser un ingrediente que mejora el sabor, su importancia tecnológica radica en su influencia sobre



múltiples reacciones de los procesos de maduración y desecación. Además, adicionando sal se reduce el valor de la a_w , con lo que se restringen las condiciones de desarrollo de algunos microorganismos indeseables.

La sal ejerce un papel primordial en la ligazón de la pasta, ya que intervienen en la solubilización de las proteínas cárnicas, permitiendo que formen una película adhesiva que propicia que las partículas de carne se intercalen entre las partículas de grasa. La cantidad de sal adicionada depende del tipo de embutido y suele variar entre un 2 y un 3% en el producto final. (Pulla, 2010, pág. 5)

2.1.3.1.4. Nitratos y Nitritos.

El principal objetivo de la adición de nitratos y nitritos a los embutidos crudos es la inhibición de microorganismos indeseables como *Clostridium botulinum*, pero también contribuye en la formación del color típico de los productos curados (por formación del complejo nitrosomioglobina), en el desarrollo del aroma a curado (por reacción de varios componentes de la carne con el nitrito o el óxido nítrico) y ejerce un efecto antioxidante (actuando contra los productos generados en los procesos oxidativos de los componentes lipídicos). (Pulla, 2010, pág. 5)

2.1.3.1.5. Azúcares.

La glucosa (eventualmente también lactosa, sacarosa, fructosa) tiene los siguientes efectos:

- ✓ Enmascara o suaviza el sabor de la sal y de los nitritos.
- ✓ Facilita la penetración de la sal en las fibras musculares.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- ✓ Por su acción reductora favorece la formación del color y de la consistencia en el curado y la reducción de nitratos a nitritos.
- ✓ Actúa como fuente de energía inicial para el comienzo de la reproducción de la flora microbiana beneficiosa para el proceso de cura de productos chicos crudos, madurados y fermentados. (Pulla, 2010, pág. 6)

2.1.3.1.6. Especies.

Las especias son ingredientes vegetales con carácter aromático que se utilizan habitualmente en pequeñas cantidades para conferir determinados sabores, aromas y colores a los productos cárnicos. Además de sus propiedades aromáticas, debidas a los aceites esenciales y las oleorresinas que contienen, muchas especies son antioxidantes (como la pimienta negra y el jengibre) y antimicrobianas (como el ajo). Estas afectan directamente el proceso de fermentación al estimular la acción de las bacterias productoras de ácidos. Pimienta negra y blanca, ajo en polvo y pimentón han demostrado ser estimulantes al desarrollo de ácidos, dependiendo del tipo de cultivo y concentraciones que se esté usando.

Las proporciones de utilización de especias en los embutidos son variables. Así, por ejemplo, el ajo y el pimentón se emplean a razón de 2 – 6 g/kg y 0,5 – 25 g/kg, respectivamente, en chorizos, sobrasada y lomo embuchado; la pimienta negra y blanca se adicionan en cantidades que oscilan entre 0,1 y 4 g/Kg. en los salchichones. (Pulla, 2010, pág. 6)



2.1.3.1.7. Fosfatos.

Los polifosfatos con efecto más intenso son los pirofosfatos y tripolifosfatos; los polifosfatos aumentan el poder de ligamento de las partículas de proteína de la carne, también facilitan la distribución de la grasa en toda la masa, evitando la separación y escurrimiento. En resumen, podemos decir que los polifosfatos actúan como catalizadores sobre el efecto salino del cloruro sódico, aumentando su influencia sobre la unión de la carne. (Pulla, 2010, pág. 6)

2.1.3.1.8. Cultivos iniciadores.

Los microorganismos desempeñan un papel decisivo en la fabricación de embutidos fermentados, ya que están directamente implicados en la reducción de nitratos a nitritos, el descenso de pH, la formación del aroma, la estabilidad del color y la capacidad de conservación del producto. Para corregir posibles defectos en la maduración del producto en numerosas ocasiones se opta por utilizar cultivos de microorganismos seleccionados que influyen de manera beneficiosa sobre la fermentación del embutido además de inhibir el desarrollo de la microbiota acompañante que normalmente llega a la masa del embutido procedente de la materia prima o en el transcurso de la fabricación. (Pulla, 2010, pág. 7)

2.1.3.1.9. Tripas.

Se denomina tripa a la envoltura destinada a permitir la fabricación y la protección de embutidos. Existen 2 clases de tripas utilizadas en la elaboración de embutidos, las tripas naturales y las tripas sintéticas. (Pulla, 2010, pág. 7)



2.1.3.2. Proceso de Elaboración de Embutidos Crudos

2.1.3.2.1. Recepción de la Materia Prima.

Hace referencia a la acumulación temporal de los materiales e insumos que hacen parte de cada una de las actividades de transformación. En esta etapa se realiza la recepción de elementos y su suministro. (Cali, 2015, pág. 25)

2.1.3.2.2. Refrigeración.

La aplicación de frío permite la conservación de la carne y su posterior utilización, casi con las mismas características de la carne fresca. El frío elimina el calor natural de la carne y con esto frena el desarrollo de los procesos de descomposición.

2.1.3.2.3. Troceado y Picado.

La masa es troceada en fragmentos de 5 a 10 cm. Los embutidos crudos pueden tener un grado diverso de picado (fino, medio o grueso). Si el picado es grueso, la carne y la grasa se desmenuzan en una maquina picadora, mientras que para conseguir un picado medio o fino se recurre a la cutter, sobre todo si las materias primas están congeladas. La operación de picado influye decisivamente en el trabado de la masa y en la adecuada consistencia al corte del producto final.

Si la pasta se calienta demasiado por refrigeración insuficiente o por congelación deficiente de la materia prima, las partículas de grasa se disponen alrededor de la carne magra y el embutido conserva una consistencia excesivamente blanda debido a que las partículas de carne no se han trabado convenientemente. Asimismo, resulta muy perjudicada la cesión de agua al exterior durante la fase de desecación, ya que la grasa se



distribuye en forma de película alrededor de todo el embutido. Cuando se trabaja en cutters al vacío todos los ingredientes se añaden a la vez, estos equipos constan de una artesa y un árbol de cuchillas que alcanzan de 1500 a 500 rpm, lo que permite cortar y amasar simultáneamente. (Cali, 2015, pág. 26)

2.1.3.2.4. Mezclado.

Las sustancias curantes, las especias, los aditivos, el azúcar y la sal suelen agregarse a la masa básica de carne y grasa picada, la mezcla puede realizarse en una amasadora o mezcladora, en la cutter o en molinos coloidales. La a_w de la masa se ve reducida desde 0,99 hasta 0,96 por la presencia de la sal, los agentes de curado y los azúcares y el nitrato y/o nitrito ejercen su efecto inhibitor. En el caso de que se añadan cultivos iniciadores, se hace al final del proceso, cuando el resto de ingredientes forman ya una masa uniforme. Tras su adición se continúa con el amasado para que la distribución de los microorganismos sea homogénea en toda la mezcla. Después, la masa es introducida en el cuarto de refrigeración para mejorar la trabazón, durante dos hasta cuatro días.

2.1.3.2.5. Amasado.

Se amasa la pasta manualmente, formando pelotas, que se comprimen entre las manos. Se golpean en la cubierta de la masa para reducir el volumen y la cantidad del aire englobado.

2.1.3.2.6. Embutido.

Tras mezclar todos los ingredientes, la pasta debe introducirse en las tripas para construir las piezas de embutido. Para esta operación se utilizan las máquinas embutidoras



los cuales son de diversos modelos como: manuales, eléctricas, al vacío (para no introducir aire a la tripa), eléctricas hidráulicas. Al cargar la embutidora, se debe extraer al máximo posible el aire que pueda haber en el cilindro y en la masa; se debe seleccionar bien la boquilla a utilizar en concordancia con el diámetro de la envoltura, siendo el diámetro de la boquilla algunos milímetros más chicos que el de la tripa y algo muy importante, operar con una correcta presión de llenado.

En el acto de embutir se debe ajustar bien la envoltura a la boquilla evitando cualquier ingreso de aire. Además, se debe regular la presión de llenado, según el material de la envoltura, en tripas naturales menor presión y un poquito sueltos, si es tripa artificial, aguanta más presión. (Cali, 2015, pág. 27)

2.1.3.2.7. Atado.

Para evitar la disminución de la presión en el interior del embutido, las tripas rellenas se atan de inmediato. En el atado se aprovecha el instante para arreglar y distribuir bien la masa dentro de la tripa, esto especialmente cuando son productos crudos y duros. Para el atado hay modalidades a mano y máquina, en cualquier caso, se usa hilo de algodón, se hacen gazadas y se forman las unidades o las ristras o zartas, atadas a espacios uniformes.

2.1.3.2.8. Fermentación.

Los embutidos se cuelgan a continuación en cámaras de aire acondicionado o natural, y se mantienen a una temperatura variable (entre 12 – 25° C) y 90 – 95% de humedad relativa durante un periodo de tiempo que puede variar entre 24 y 72 horas. Durante esta etapa los microorganismos, presentes en la carne o bien adicionado como



cultivos iniciadores, metabolizan los azúcares presentes y/o añadidos a la masa a ácido láctico principalmente y el pH disminuye hasta valores próximos a 5, es decir, alrededor del punto isoeléctrico de las proteínas cárnicas.

Esto reduce la capacidad de retención de agua de la masa, que aporta firmeza al producto final. Junto con la fermentación de azúcares, las proteínas musculares cárnicas (actina y miosina) empiezan a ser degradadas a péptidos, lo que se traduce en un aumento del nitrógeno no proteico. Las principales responsables de esta degradación son las proteasas musculares, fundamentalmente la catepsina D.

Al mismo tiempo, se inicia la hidrólisis lipídica o lipólisis, fenómeno que se debe tanto a la presencia de lipasas microbiana, como de lipasas endógenas de la carne, destacando la lipasa ácida liposomal. También durante esta fase los cocos gram – positivos catalasa – positivos realizan la reducción de los nitratos a nitritos dando lugar a la formación de la nitrosomioglobina.

2.1.3.2.9. Curado o Maduración.

Una vez finalizada la etapa de fermentación, los embutidos se sitúan en la cámara de curado, donde empieza el proceso de maduración y, simultáneamente el secado del producto. Esta etapa implica el mantenimiento de los embutidos durante periodos variables de tiempo en condiciones de humedad y temperaturas controladas.

Los procedimientos más habituales suelen consistir en 5 – 10 días a 18 – 22° C y humedad relativa entre 80 y el 90% y, posteriormente, se mantienen a 12 – 15° C y una humedad relativa del 65 – 80%. La duración de este último periodo del curado es variable,



en función de la clase de producto y su diámetro, pero suele oscilar entre unos 20 (curado rápido) y 90 (proceso tradicional) días. (Cali, 2015, pág. 28)

No obstante, todos estos parámetros pueden variar considerablemente de un embutido a otro, especialmente en los embutidos elaborados de forma artesanal. La deshidratación es un requisito esencial para conseguir la firmeza final de la masa del embutido. Tras la fermentación, la masa coagulada es todavía inestable y está debilitada por una capa intermedia de moléculas de agua.

Para lograr la firmeza final de la masa las moléculas de agua inmovilizadas que ocupan los espacios entre los agregados de proteínas deben liberarse. Esto se consigue realizando una deshidratación continua mediante el ajuste y control de las condiciones de secado de la cámara de curado.

A) *Fenómenos madurativos*

- ✓ Proteólisis.

Paralelamente a la deshidratación se producen los fenómenos asociados a la maduración del producto. La proteólisis, iniciada durante la fermentación, continúa ahora con la actuación de las exopeptidasas, tanto endógenas como de origen microbiano, que liberan pequeños péptidos y aminoácidos libres. La proteólisis afecta principalmente a las proteínas miofibrilares, esta degradación de las proteínas a péptidos se debe principalmente a la actividad de las enzimas endógenas de la carne. Las bacterias ácido lácticas (BAL), gracias al descenso de los valores de pH, contribuyen de manera indirecta a la degradación de las proteínas miofibrilares, aumentando la actividad de la catepsina D de la carne.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Por consiguiente, los fenómenos proteolíticos producidos son el resultado de la acción conjunta de las enzimas titulares y de los microorganismos. La fracción de nitrógeno no proteico se enriquece, además, con el amoníaco procedente del metabolismo microbiano de los aminoácidos, provocando un ligero aumento del pH. Este incremento en el nitrógeno no proteico y los aminoácidos libres contribuye, aparte de al sabor y aroma del producto final, a su desecación, pues acelera la pérdida de agua.

✓ Lipólisis.

La lipólisis iniciada durante la fermentación, continúa en esta fase de maduración. Además, los ácidos grasos libres generados sufren diversas reacciones oxidativas que conducen a la aparición de sustancias volátiles y no volátiles que contribuyen al sabor del embutido. La lipólisis implica la degradación total o parcial de los enlaces éster de los triglicéridos y fosfolípidos. Los lípidos pueden ser hidrolizados por las lipasas microbianas o titulares. Los microorganismos lipolíticos, tales como *Staphylococcus* y *Kocuria*, son los que contribuyen mayoritariamente a la hidrólisis lipídica.

✓ Estabilización del color.

Otro fenómeno importante durante la maduración de los embutidos es la estabilización del color. La aparición del color típico de curado se produce, básicamente, por la unión del óxido nítrico (NO) con el grupo hemo de la mioglobina (Mb) dando lugar a la nitrosomioglobina (NOMb). Por lo tanto, es importante que previamente se produzca la reducción del nitrito a NO, que se puede producir por acción del nitrito reductasa, aunque normalmente se produce de manera espontánea en medio ácido. Por último durante esta fase tiene lugar la completa reducción del nitrito residual de la fermentación, con lo que los valores finales suelen estar por debajo de los 10 mg/kg de producto.



B) Sistemas de maduración o curado.

- ✓ La maduración lenta.

El proceso de maduración lenta consiste en realizar el desecado, maduración, el ahumado (si se quiere) y el almacenamiento en condiciones ambientales. En esta maduración lenta, se desarrollan las características típicas en un grado mejor que en la maduración rápida. Como sustancia curante se utiliza el nitrato (para embutidos y productos cárnicos de prolongado curado). (Cali, 2015, pág. 29)

- ✓ La maduración rápida.

El proceso rápido consiste en realizar dichos procesos en condiciones de temperatura, humedad y ventilación artificiales. En este sistema, las características se desarrollan más rápidamente pero el aroma es de menor intensidad. Como sustancia curante se utiliza el nitrito (para embutidos crudos frescos, escaldados, cocidos, jamón cocido).

A continuación, se ve un cuadro que muestra las condiciones típicas en la fabricación de embutidos fermentados:

Tabla 2.1.

Condiciones típicas en la fabricación de embutidos fermentados.

Operación	Tiempo	Temperatura	H°R
Maduración lenta	Primer día	22 – 24 °C	94 – 96%
	Segundo día	20 – 22 °C	90 – 92%
	Tercer día	18 – 20 °C	85 – 88%
Secado		11 – 15 °C	75 – 80%



Maduración rápida	24 – 48 horas hasta obtener pH = 4,6 – 5	27 – 37 °C	90%
Secado		10 – 11 °C	68 – 72%

Fuente: García, G. (2002) citado por Cali (2015, pág. 29)

2.1.3.2.10. Ahumado.

Muchas clases de embutidos crudos se ahúman para que adquieran sabor y aspectos característicos al humo y para que aumente su capacidad de conservación. Normalmente se efectúa el ahumado en frío una vez que el embutido haya adquirido el color rojo. Se introduce el producto en la cámara de humado, acondicionado a 19 ° C y a una humedad relativa de 70 – 80 %, esto al abrigo de la luz para evitar el enranciamiento y demás, los embutidos deberán de colgarse no muy junto, para permitir la circulación del aire, se utilizan maderas duras sin resinas ni humedad, evitar ahumar los productos directamente posicionados sobre la fuente de combustión, colocando los embutidos a una altura superior, desde más de 1,5 m hasta 2 m del fuego.

Los componentes químicos del humo varían según el tipo de madera, leña o aserrín utilizado, entre estos compuestos químicos se tiene: ácidos, bases orgánicas, aldehidos, cetonas, alcoholes, hidrocarburos, fenoles, cresol, creosota. (Cali, 2015, pág. 30)

2.1.3.2.11. Envasado.

Una vez secados los embutidos se envasan en cajas de cartón o en bolsas de plástico (en algunos casos al vacío).

2.1.3.2.12. Almacenamiento.

El almacenamiento se hará a una temperatura entre 12 – 18 °C, en un lugar seco, no exponer los embutidos al sol. (Anexo 1, Figura A.1)



2.1.3.3. Defectos de los Embutidos Crudos

Los embutidos crudos pueden presentar defectos de aspecto y de coloración y también, aromas y sabores anómalos. Estos defectos dificultan la comercialización. (Arnau, 2013)

2.1.3.3.1. Coloración.

Los principales defectos del color y sus causas son los siguientes:

- ✓ **Enrojecimiento imperfecto:** utilización de bajas cantidades de nitrito y nitrato, agregación de demasiada azúcar.
- ✓ **Coloración poco estable:** errores de elaboración, venta sin dejar madurar suficientemente el embutido.
- ✓ **Coloración gris de la masa:** utilización de grasa orgánica, utilización de tocino semifluido.
- ✓ **Decoloración del contorno de la masa:** incompleto enrojecimiento que se desarrolla desde adentro hasta afuera, oxidación del exterior provocada por condiciones ambientales inadecuadas y microorganismos.
- ✓ **Decoloración profunda:** defectos de desecación, contaminación de las sales de nitrito con otras sustancias, demasiada adición de nitratos, adición de azúcar en exceso o, en su defecto, utilización de tocino rancio o putrefacción del embutido.

2.1.3.3.2. Aspecto.

Los principales defectos de aspecto y sus causas son las siguientes:



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- ✓ **Desprendimiento de la envoltura:** desecación o ahumado incorrecto, desalado imperfecto de las tripas, relleno flojo de la tripa.
- ✓ **Enmohecimiento superficial:** por elevada humedad ambiental, ventilación insuficiente.
- ✓ **Cristalización superficial de la sal:** se da principalmente por el uso de envolturas poco desaladas.
- ✓ **Exudación de la grasa:** se debe a in desecado, ahumado y/o almacenado a temperaturas elevadas. También puede deberse a la utilización de grasa reblandecida o no preenfriada.
- ✓ **Estallido de la envoltura:** por utilizar tripas rotas y/o por la formación de gases producidos por bacterias.
- ✓ **Huecos en la masa:** debido a una presión insuficiente durante el relleno de la tripa.
- ✓ **Embutidos húmedos y blandos:** implica una desecación insuficiente, utilización de carne húmeda o de grasa orgánica en lugar del tocino, baja permeabilidad de las envolturas al agua.

2.1.3.3.3. Aromas y sabores anómalos.

El consumidor desea en los embutidos un aroma y un sabor bien desarrollados. Los defectos y causas son:

- ✓ **Enranciamiento:** por un almacenamiento prolongado en presencia de luz y a temperatura elevada, utilización de tocino viejo con enranciamiento ya iniciado o de tripas naturales rancias.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- ✓ **Fermentación acida:** se debe a la acidificación demasiado rápida e intensa de la masa por la adición de azúcares en exceso.
- ✓ **Sabores amargos o extraños:** se puede deber a la utilización de carne procedente de animales alimentados incorrectamente o por la gran cantidad de condimentos utilizados para enmascarar otros defectos.

2.1.4. Salchicha

La salchicha es un producto crudo curado constituido por carne de bovino, porcino, ave y otras carnes, la grasa de porcino y pellejo de porcino, debidamente molidas y mezcladas con agregados de condimentos uniformemente distribuidos y adecuadamente coloreada. Entre otras carnes se considera las de ovinos, caprinos, equinos, camélidos americanos o ballena. (Palavecino & Palacio, 2017, págs. 14 - 17)

2.1.4.1. Proceso de Elaboración de la Salchicha

2.1.4.1.1. Recibo y selección.

Se utiliza carne vacuna y carne magra de cerdos jóvenes con poco tejido conectivo, las cuales deben ser refrigeradas.

2.1.4.1.2. Troceado.

Las piezas de carnes seleccionadas se cortan en trozos pequeños de aproximadamente 7x7 cm, se lavan con agua limpia, y seguidamente se congelan por 24 horas para reducir la contaminación y facilitar la operación de molienda.

2.1.4.1.3. Molienda.

Las carnes y la grasa se muelen por separado. Para las carnes se suele utilizar un disco de 3 mm y para la grasa el disco de 8 mm.



2.1.4.1.4. Picado y Mezclado.

Estas operaciones se realizan en forma simultánea en una máquina cutter, la cual está provista de cuchillas finas que pican finamente la carne y producen una mezcla homogénea. Al picar y mezclar se debe respetar el siguiente orden de agregación de los ingredientes:

- ✓ Carne magra de cerdo y vacuna, sal y fosfatos, a velocidad lenta hasta obtener una masa gruesa pero homogénea.
- ✓ Se aumenta la velocidad y se incorpora el hielo; se bate hasta obtener una masa fina y bien ligada.
- ✓ Se incorpora la carne de cerdo con grasa.
- ✓ Se agregan los condimentos y el ascorbato. La temperatura de la pasta no debe exceder de 15 °C. El proceso se suspende cuando la emulsión se muestre homogénea (FAO, 2014) citado por Palavecino & Palacio (2017).
- ✓ Se debe tener especial control en el agregado de nitritos, nunca deben superar los 15 gramos cada 100 kilos de pasta (Protocolo de elaboración de chacinados, productos cocidos (2010) citado por Palavecino & Palacio (2017).

La pasta obtenida al mezclar el agua, la carne y la grasa en la máquina, es un sistema coloidal; por consiguiente, posee un grado de estabilidad que se acentúa con la adición de agentes activos de superficies, sólidos finamente divididos, tales como sal común, fosfatos, hidrolizados de proteínas, etc. En dicho sistema coloidal la micela posee una fase dispersa o interna que es la grasa y la continua o externa que es el agua.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

La consistencia de esta emulsión es sólida plástica y depende de las cantidades de agua añadida, de grasa y de la tensión superficial; al aumentar la concentración de grasa y carne, aumenta la viscosidad. Se trata de una emulsión aceite en agua. La energía necesaria para formar la emulsión es proporcionada por dispositivos mecánicos tales como agitadores, batidores, homogeneizadores y molinos coloidales.

La temperatura tiene una relación lineal inversa con respecto de la capacidad emulsificante del sistema. La falta de control de la misma provoca inestabilidad en la emulsión haciendo que la grasa se funda antes que la proteína alcance a coagular o si la temperatura sube bruscamente la grasa se expande, la capa proteica se contrae y las partículas se colapsan.

La reducción excesiva de las partículas de grasa hace que algunas de éstas queden cubiertas parcialmente por su matriz proteica, ocasionando que la grasa funda al subir la temperatura. De una descompensación miosina colágeno en la carne utilizada, resultan partículas rodeadas con colágeno, el cual en lugar de coagular se funde formando gelatina (Bedolla Bernal et al, 2004) citado por Palavecino & Palacio (2017).

2.1.4.1.5. Embutido.

La masa de carne se traslada a la maquina embutidora y allí se llenan en fundas sintéticas de calibre entre 18 y 22 mm. El embutido de las salchichas Viena debe efectuarse bastante suelto, para que la masa tenga espacio suficiente y no se reviente la tripa.

2.1.4.1.6. Atado.

Las salchichas se amarran en cadena, aproximadamente cada 10 cm, utilizando hilo de algodón.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

2.1.4.1.7. Tratamiento Térmico.

Se realiza en tres fases:

- ✓ Calentamiento a 50°C entre 10 y 30 minutos según el calibre.
- ✓ Ahumado a 60-80°C durante 10-30 minutos según el calibre.
- ✓ Pasteurización (escaldado) en agua a 75-82°C por 10 minutos para salchichas delgadas (FAO, 2014) citado por Palavecino & Palacio (2017).

El ahumado tiene por objetivo adicionar sabores agradables a la carne y colaborar en la conservación, mejora el color de la masa interna de la carne, confiere brillo en la parte externa y ablanda la carne (Bedolla Bernal et al, 2004) citado por Palavecino & Palacio (2017).

2.1.4.1.8. Enfriamiento.

Después de la cocción la temperatura debe bajarse bruscamente mediante ducha fría o con hielo picado.

2.1.4.1.9. Almacenamiento.

Las salchichas se cuelgan para que se sequen y se almacenan bajo refrigeración (FAO, 2014) citado por Palavecino & Palacio (2017). (Anexo 1, Figura A1.2)

2.1.5. Sales de Curado

Los principales agentes de curado son el cloruro sódico y los nitratos y nitritos. El cloruro sódico ejerce un efecto bacteriostático en ciertos microorganismos, ya que reduce la



a_w. Participa además en el desarrollo de la textura al incrementar la solubilidad de las proteínas miofibrilares y proporciona al producto el típico sabor salado. (Fernández, 2016, pág. 32)

La adición de nitrato y/o nitrito sódico o potásico es una práctica habitual en la elaboración de productos curados. Como ya se ha comentado, durante siglos el nitrato se añadía de forma no intencionada, ya que se encontraba en la sal como impureza. No fue hasta principios del siglo XX, con los avances científicos, cuando se comenzó a estudiar la química del curado y se comprobó que el nitrito era el verdadero responsable del color característico de los embutidos. Más adelante se demostró que dicho compuesto también participaba en el desarrollo del sabor y aroma y en el control de las bacterias patógenas y alterantes que podrían desarrollarse en el producto.

En la actualidad, los nitratos se utilizan generalmente en embutidos de maduración larga y en jamón curado, y su papel fundamental es actuar como reserva de nitrito durante el proceso de curación. Por el contrario, los nitritos, que se pueden generar a partir de la reducción del nitrato, o bien se pueden añadir directamente en la formulación, participan activamente en la maduración mediante la formación del color y aroma típico de estos productos, a lo que hay que añadir un importante efecto conservador y antioxidante.

2.1.6. Química de los Nitratos y Nitritos

La química del curado de la carne es muy compleja, dado que el nitrito es un compuesto altamente reactivo que puede funcionar como agente oxidante, reductor y nitrosante, dando lugar a distintos compuestos de los cuales parece claro que el NO es esencial para la mayoría de las reacciones del curado (Sebranek y Bacus, 2007) citado por



Fernández (2016). En los últimos años se ha conseguido un mejor conocimiento de las reacciones del curado de la carne, gracias a la intensa actividad investigadora que se ha llevado a cabo en relación con las funciones biológicas del NO.

El nitrógeno en su forma gaseosa (N_2) es una molécula inerte a temperatura ambiente. No obstante, el átomo de nitrógeno en sí mismo es un elemento químico muy reactivo, dado que puede adoptar una amplia variedad de estados de oxidación. Esto se debe a que su capa externa de 5 electrones (s^2p^3) puede captar tres electrones adicionales, dando lugar al estado de oxidación N^{3-} (como existe en el amoníaco, NH_3) o ceder sus 5 electrones, adoptando el estado de oxidación N^{5+} (como ocurre en el ácido nítrico, HNO_3).

En la Figura 1 se muestran los principales compuestos nitrogenados que se pueden formar en sus distintos estados de oxidación; de ellos los más interesantes en el proceso de curado de la carne son los compuestos con oxígeno (Honikel, 2008) citado por Fernández (2016).

Figura 2.1.

Estados oxidativos del nitrógeno.

Carga electrónica del nitrógeno	
NH_3	-3
N_2	0
N_2O	+1
NO	+2
HNO_2/N_2O_3	+3
NO_2	+4
HNO_3	+5

↓ oxidación

Nota: Fuente: Honikel (2008) citado por Fernández (2016).

El nitrato sódico ($NaNO_3$) y el nitrato potásico (KNO_3) son compuestos poco reactivos y no participan directamente en el curado, debiendo para ello reducirse primeramente a nitrito ($NaNO_2/KNO_2$), compuesto mucho más reactivo (Figura 2.2).

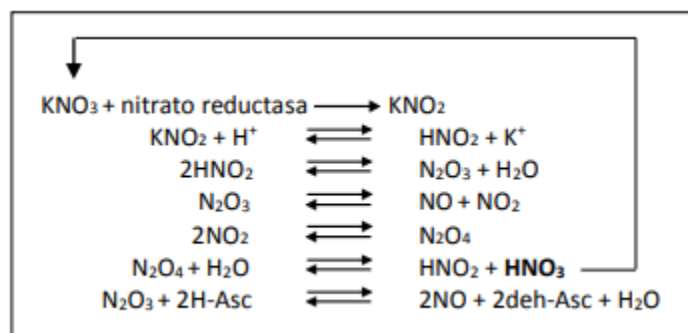


Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Esta reacción, como se ha comentado, se debe principalmente a la actividad de la enzima nitrato reductasa producida por los CGC+ presentes en la carne, aunque también puede darse, en menor medida, por enzimas como algunas metaloproteínas presentes en los tejidos musculares de los mamíferos, como la xantina oxidasa, el aldehído oxidasa y las hemoproteínas (Jansson et al., 2008) citado por Fernández (2016).

Figura 2.2.

Reacciones del nitrato y nitrito en los productos curados.



Nota: 2H-Asc: forma oxidada del ascorbato; 2deh-Asc: forma reducida del ascorbato. Fuente: Hammes (2012) citado por Fernández (2016).

En un embutido el nitrito entra en un equilibrio dinámico, altamente dependiente del pH del medio, con el ácido nitroso (HNO_2), cuyo valor de pKa es 3,37. Antes de que se produzca la fermentación, como el embutido tiene un pH de alrededor de 5,5, el 99% del nitrito se encuentra en su forma aniónica (el ión nitrito, NO_2^-) solubilizado en la fracción acuosa de la carne.

Pero el descenso del pH producido por el crecimiento explosivo de las BAL favorece la conversión del NO_2^- a HNO_2 . Seguidamente, el HNO_2 da lugar a su anhídrido, el trióxido de dinitrógeno (N_2O_3), el cual a la vez sufre una reacción de desproporción en medio ácido.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

En estas reacciones, el nitrógeno en un estado de oxidación intermedio actúa a la vez como oxidante y reductor para formar dos compuestos, uno en el que el nitrógeno ha disminuido su número de oxidación y otro en el que ha aumentado. Así, el N_2O_3 entra en equilibrio con el NO y el dióxido de nitrógeno (NO_2) (Hammes, 2012; Honikel, 2008).

A partir de la dimerización del NO_2 se forma tetraóxido de dinitrógeno (N_2O_4), que a su vez se desproporciona para formar nuevo HNO_2 y ácido nítrico (HNO_3). La sucesiva disociación del HNO_3 en ión nitrato (NO_3^-) hace recomendable la presencia de bacterias nitrato reductoras en el producto, incluso cuando únicamente se emplea nitrito como agente de curado (Hammes, 2012; Honikel, 2008) citado por Fernández (2016).

En presencia de agentes reductores, como el ascorbato o el eritorbato, el N_2O_3 da lugar a un conjunto de intermediarios, entre los que destacan el NO y su forma reducida, el nitroxilo (HNO). Estos tres compuestos (N_2O_3 , NO y HNO) son los principales responsables de las propiedades del nitrito en el curado (Skibsted, 2011) citado por Fernández (2016).

2.1.6.1. Funciones de los Nitratos y Nitritos.

Como consecuencia de las reacciones del curado se generan distintos compuestos nitrogenados intermediarios que pueden reaccionar con diversos componentes de la carne, jugando un papel muy importante en la formación del color, sabor y aroma típicos de los productos cárnicos, además de presentar actividad antioxidante y antimicrobiana frente a distintos microorganismos. (Fernández, 2016, pág. 36)

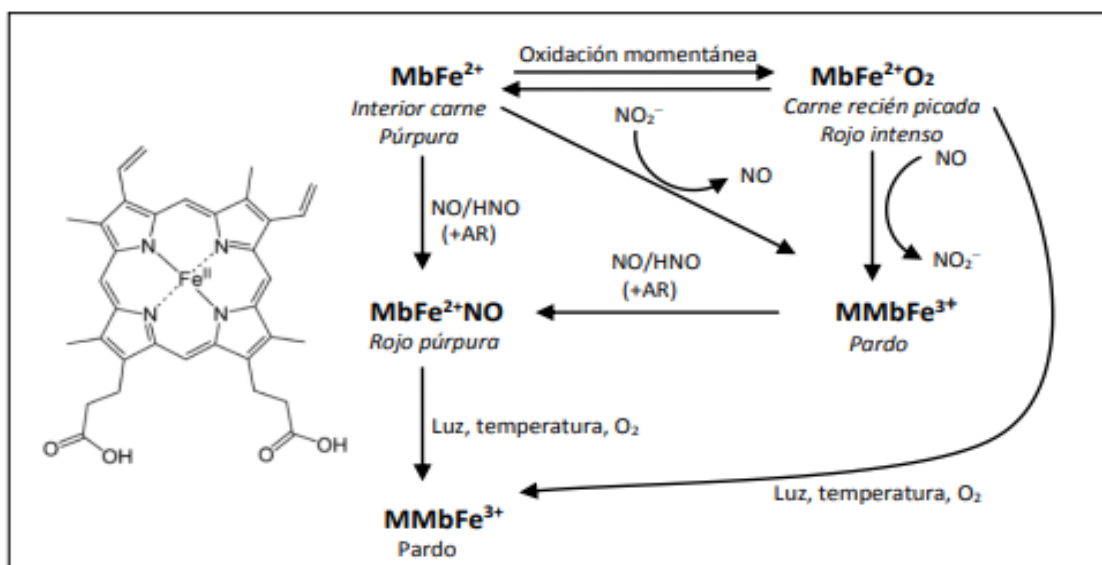


2.1.6.1.1. Efecto en el Color.

Uno de los efectos más importantes que tiene el nitrito en los productos cárnicos crudos curados es la formación del color típico. Este proceso tiene lugar a través de una secuencia compleja de reacciones que conducen a la formación de nitrosomioglobina, que imparte el característico color rojo violáceo a estos productos (Figura 2.3).

Figura 2.3.

Grupo hemo de la mioglobina (izquierda) y esquema de las reacciones del curado para la formación del color (derecha). $MbFe^{2+}$, mioglobina nativa; $MbFe^{2+}O_2$, oximioglobina; $MMbFe^{3+}$, metamioglobina; $MbFe^{2+}NO$, nitrosomioglobina; AR, agentes reductores.



Nota: Adaptado de: Skibsted (1992) citado por Fernández (2016).

Cuando se elaboran embutidos, la oximioglobina es el pigmento dominante en la carne recién picada, dado que las operaciones de corte aumentan la superficie de la carne expuesta al oxígeno. Al añadir nitrito a la carne picada, ésta se vuelve parda en pocos minutos por la formación de metamioglobina.



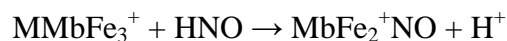
Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Esto se debe a que el NO, bien formado en la secuencia de reacciones del nitrito anteriormente descritas en las condiciones de acidez generadas por el crecimiento de las BAL, o bien en la oxidación de la mioglobina por el nitrito, es un potente agente oxidante del pigmento oximioglobina. Esta reacción, que ocurre de forma espontánea a temperatura ambiente, se acelera en presencia de otros agentes oxidantes como la sal.

La metamioglobina así formada sufre en pocas horas una reducción (de ión férrico a ferroso) por parte de agentes reductores endógenos (como la metamioglobina reductasa y los grupos reductores de algunos aminoácidos) o añadidos en la fórmula como el ascorbato (Skibsted, 2011) citado por Fernández (2016).

Finalmente, el NO formado en la oxidación de la mioglobina por el nitrito y el procedente de la secuencia de reacciones del nitrito anteriormente descritas en las condiciones de acidez generadas por el crecimiento de las BAL, se une a la mioglobina, formando el pigmento nitrosomioglobina (Hammes, 2012; Honikel, 2008; Sebranek y Bacus, 2007; Skibsted, 2011) citado por Fernández (2016).

El N_2O_3 es un compuesto fundamental en las reacciones que se producen con el ascorbato, que dan lugar a la formación de HNO, entre otros compuestos. Hasta épocas recientes no se ha considerado al HNO como un intermediario reactivo en el curado de la carne. Sin embargo, este compuesto, que es la forma reducida del NO, aunque de vida corta, podría ser el agente nitrosante de la metamioglobina, a través de la siguiente reacción (Miranda et al., 2003) citado por Fernández (2016):





Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

En general, la adición de tan solo 40-50 mg/kg de nitrito permite el correcto desarrollo del color en los productos curados (Froehlich et al., 1983) citado por Fernández (2016). Si no se adicionan nitratos y nitritos durante la elaboración de los embutidos no tiene lugar la formación del pigmento característico (Pichner et al., 2006).

En cambio, en el jamón de Parma, fabricado también sin adición de nitrato/nitrito, pero con un largo período de maduración, se forma un pigmento rojo llamado Zn-protoporfirina por una reacción de transmetalación entre la mioglobina (Fe^{2+}) y proteínas con Zn (Zn^{2+}).

Aunque no se conoce con detalle el mecanismo fundamental de formación de este pigmento, parece que la presencia de nitrato y nitrito, y más concretamente de NO, interfiere en su formación (Wakamatsu, Nishimura et al., 2004; Wakamatsu, Okui et al., 2004; Wakamatsu et al., 2010) citado por Fernández (2016).

2.1.6.1.2. Efecto en el Sabor y Aroma.

El desarrollo del sabor y aroma de las carnes curadas es muy complejo, pues es el resultado de la actividad microbiana, de las enzimas propias de la carne, de los ingredientes utilizados y de fenómenos puramente químicos como la oxidación lipídica y las reacciones del nitrito (Hierro et al., 2014) citado por Fernández (2016), si bien éste es probablemente el aspecto peor conocido de la química del nitrito.

Parece que, al igual que con el color, la adición de 40-50 mg/kg de nitrito permiten el correcto desarrollo del sabor y aroma típicos de los productos cárnicos curados (Mac Donald et al., 1980) citado por Fernández (2016).



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Los primeros estudios que relacionaron el sabor y aroma de los productos cárnicos curados con el nitrito se realizaron en bacon (Brooks et al., 1940). Estas observaciones fueron confirmadas posteriormente por distintos autores en diferentes productos cocidos y crudos curados (Mottram y Rhodes, 1974; Noel et al., 1990; Wasserman, 1973) citado por Fernández (2016). Podría hablarse de una participación directa e indirecta de los nitratos y nitritos en el sabor y aroma de las carnes curadas.

Parece ser que algunos de los compuestos volátiles que contribuyen al aroma “a curado” se originan a partir de la reacción de sustancias propias de la carne con el nitrito o con el NO. Es el caso de nitrilos, como el benzonitrilo y el fenilacetónitrilo, que han sido identificados en productos curados sometidos a tratamiento térmico (Donald et al., 1984). Algunos nitrilos han sido también detectados en productos madurados (Ruiz et al., 1999; Stahnke, 1995) citado por Fernández (2016), aunque no de forma habitual, por lo que la formación de estos compuestos se relacionaría estrechamente con la aplicación de calor.

Por otra parte, los nitratos y nitritos participarían de forma indirecta en el sabor y aroma de los productos curados a través del llamado aroma “a maduro”, mediante la modulación de la oxidación lipídica y un posible incremento de la degradación de aminoácidos como la valina, leucina e isoleucina (Olesen et al., 2004; Stahnke, 1995) citado por Fernández (2016).

Parece que ambas sales de curado no tienen el mismo efecto en el aroma de los productos curados. Marco et al. (2006) y Marco et al. (2008) observaron un incremento de los compuestos volátiles derivados de la degradación de aminoácidos y de la fermentación de carbohidratos y una reducción de la oxidación lipídica en embutidos elaborados únicamente con nitrato en comparación con los elaborados con nitrito.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

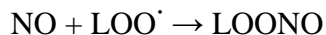
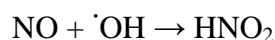
Por otra parte, se ha observado que la sustitución de los nitratos y nitritos por otros antioxidantes no da lugar a productos con el típico aroma de las carnes curadas, lo que indicaría un papel específico de los nitrificantes en la generación de compuestos volátiles más allá de un simple efecto antioxidante (Sebranek y Bacus, 2007) citado por Fernández (2016).

2.1.6.1.3. Actividad Antioxidante.

El nitrito (sobre todo en forma de NO) puede actuar como un compuesto altamente oxidante y reductor a la vez. Por un lado, el NO puede oxidar metaloproteínas o promover la oxidación de proteínas y lípidos mediante la generación de peroxinitrito (ONOO⁻) (Carlsen et al., 2005) citado por Fernández (2016):



Por otra parte, el nitrito también puede actuar como agente reductor, lo que le confiere capacidad antioxidante que, al proteger a los lípidos del enranciamiento modula la generación del sabor y aroma en los productos curados. Se han propuesto diversos mecanismos que tratan de explicar la actividad antioxidante del nitrito y sus derivados. Honikel (2008) la atribuye a la oxidación del NO a N₂O₃, secuestrando así el oxígeno presente en la matriz cárnica. Otros autores la atribuyen a la acción del NO que, al ser un compuesto lipofílico, se combinaría fácilmente con los radicales libres formados en la oxidación lipídica (Carlsen et al., 2005; Kanner et al., 1991) citado por Fernández (2016):





Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Finalmente, la propia nitrosomioglobina podría considerarse como un agente antioxidante, tanto por actuar como reservorio de NO, como por su capacidad para desactivar radicales libres (Carlsen et al., 2005). Asimismo, la unión del NO con el hierro del anillo de porfirina de la mioglobina o con complejos cisteína-hierro de otras proteínas evita que este ion metálico actúe de catalizador de la oxidación lipídica (Kanner et al., 1984).

2.1.6.1.4. Actividad Antimicrobiana.

Una de las principales razones por las que se emplean los nitratos y nitritos en los productos cárnicos es su actividad antibacteriana. Sin embargo, pese a que los inicios de su empleo se pierden en la historia, no fue hasta el siglo XX que se tuvo constancia científica de esta actividad (Honikel, 2008) citado por Fernández (2016).

Inicialmente, la adición intencionada de sales nitrificantes a los productos cárnicos se basó en la formación del color. Posteriormente se descubrió que, mientras que el nitrato no presentaba actividad antimicrobiana alguna, el nitrito controlaba la proliferación de *C. botulinum* y la producción de su toxina, así como el crecimiento de bacterias putrefactivas causantes del deterioro de la carne (Benjamin y Collins, 2012).

Se ha señalado que los nitritos también contribuyen a controlar otros microorganismos patógenos, como *L. monocytogenes* (Cammack et al., 1999; Shahmat et al., 1980) y *E. coli* O157:H7 (Morita et al., 2004). Por otra parte, también se ha descrito un efecto inhibitor sobre *S. aureus* y *Salmonella* spp., aunque existe cierta controversia al respecto (Gibson y Roberts, 1986; Leistner, 1995; Lücke, 1998; Yarbrough et al., 1980).

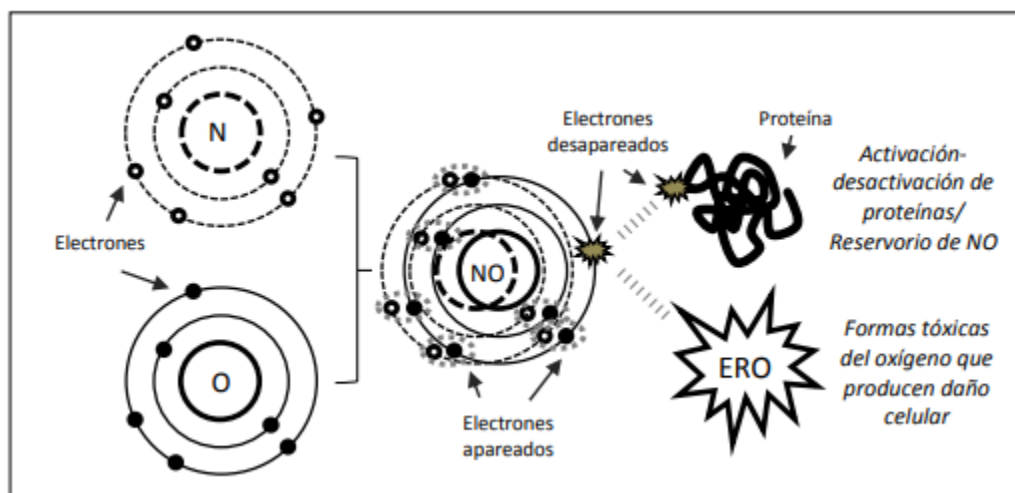


Aunque los mecanismos moleculares de la inhibición microbiana aún no se conocen con exactitud, parece claro que el nitrito debe transformarse primero en HNO_2 , reacción que tiene lugar en medio ácido (Honikel, 2008). El HNO_2 es muy inestable y se disocia rápidamente dando lugar a varias especies reactivas, como el NO , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_4 o NO_2^- (Lundberg et al., 2004), y que son las verdaderas responsables de la actividad antimicrobiana del nitrito.

En el caso concreto del NO , éste presenta un electrón desapareado que le confiere gran capacidad de reacción con electrones desapareados de otros átomos y moléculas (Figura 2.4), lo que explica, por ejemplo, la formación en condiciones aeróbicas de otra especie reactiva, el ONOO^- .

Figura 2.4.

Representación de la molécula de óxido nítrico (NO).



Nota: El NO posee un electrón desapareado que puede interactuar rápidamente con otras moléculas que también tienen electrones desapareados, tales como las proteínas o las especies reactivas de oxígeno (ERO).
Fuente: Fernández (2016, pág. 40).

Pero, además, el NO también puede reaccionar con grupos tiol de aminoácidos y con iones metálicos de proteínas formándose S-nitrosotioles (S-NO) y complejos metálicos de nitrosilo, respectivamente, ambos también especies reactivas de nitrógeno.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Estos dos compuestos, junto al N_2O_3 , el N_2O_4 y los compuestos N-nitroso, son considerados potentes agentes nitrosantes y actúan de liberadores lentos de NO para que éste pueda interactuar con otras biomoléculas, extendiendo así su corta vida (Cammack et al., 1999) citado por Fernández (2016).

Finalmente, todos estos óxidos de nitrógeno pueden reaccionar con una amplia variedad de moléculas de las bacterias, como las proteínas hierro-azufre, aminoácidos, aminas, ácidos nucleicos y lípidos (Fang, 1997) mediante N y S-nitrosilación, nitración, formación de puentes disulfuro, formación de compuestos nitrosil-hemo, interacción con radicales o por peroxidación lipídica (Lundberg et al., 2004).

En consecuencia, se produce una interferencia con las funciones de proteínas (enzimas), membranas y ADN, lo que puede desencadenar la alteración del metabolismo energético, del transporte de nutrientes y de la multiplicación celular (Cammack et al., 1999). En la figura 2.5 se detallan los mecanismos por los que las distintas especies reactivas del nitrógeno ejercen su efecto antimicrobiano.

Figura 2.5.

Mecanismos de acción antimicrobiana de las especies reactivas de nitrógeno.

Diana	Mecanismo	Compuestos responsables
ADN		
Daño oxidativo del ADN (p. ej. rotura, entrecruzamiento o desaminación)	N-nitrosilación	N_2O_3 , $ONOO^-$, NO_2^*
Filamentación	S-nitrosilación	S-NO
Proteínas		
Grupos tiol (p. ej. en gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa, γ -glutamilcisteinil sintetasa)	S-nitrosilación, formación de puentes disulfuro	S-NO, N_2O_3 , NO
Grupos hemo (p. ej. en citocromos o catalasa)	Formación de nitrosil-hemo	NO, S-NO
Grupos hierro/zinc-azufre (p. ej. aconitasa, piruvato-ferredoxina oxidoreductasa, o proteínas de unión al ADN)	S-nitrosilación	NO, $ONOO^-$
Tirosina (disrupción de la fosforilación de la tirosina, modificación de la función proteica)	Nitración	$ONOO^-$, $NO_2^- + H_2O_2$, NO^*
Radicales tirosilo (p. ej. en ribonucleótido reductasa)	Interacción con NO^*	NO^*
Aminas	N-nitrosilación	N_2O_3 , N_2O_4
Pared celular		
Lípidos	Peroxidación lipídica	NO_2^* , $ONOO^-$
Tioles	S-nitrosilación, formación de puentes disulfuro	S-NO, N_2O_3 , NO^*

Nota: S-NO: S-nitrosotioles. Adaptado de: Lundberg et al. (2004) citado por Fernández (2016).



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

En los productos crudos curados, el efecto antimicrobiano de los nitritos depende de diversos factores, como su concentración, el contenido de sal, el pH, la tensión de oxígeno, o la presencia de agentes reductores, como el ascorbato. En este sentido, su actividad antimicrobiana es mayor en condiciones de anaerobiosis (Davidson et al., 2002) y a pH en torno a 4,5-5,5 (Ingram, 1974).

El ácido ascórbico/eritórbito y sus sales parecen potenciar la actividad antibotulínica por sus propiedades reductoras y porque secuestrarían hierro, por el que los nitritos presentan gran afinidad (Honikel, 2008; Tompkin et al., 1978) citado por Fernández (2016).

Pero, además, la actividad antimicrobiana del nitrito depende del microorganismo diana. Algunas bacterias pueden metabolizar las especies reactivas del nitrógeno presentes en el medio gracias a la presencia de enzimas específicas para ello, como el nitrito/NO reductasa (Cammack et al., 1999).

En cambio, esta actividad enzimática es escasa o nula en otros microorganismos, como *Clostridium* spp. y *Listeria* spp., por lo que el NO y otras especies reactivas resultan tóxicos para ellos (Cammack et al., 1999). Dentro del grupo de enterobacterias, *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. y *Shigella* spp. son más susceptibles que *E. coli* (Dykhuizen et al., 1996) citado por Fernández (2016).

Del total de nitritos que se añade a los productos cárnicos, la mayor parte desarrolla una función antimicrobiana, mientras que sólo una pequeña fracción contribuye al color, al sabor y aroma y a la estabilidad oxidativa del producto (EFSA, 2003). La cantidad de nitritos necesaria para inhibir a *C. botulinum* varía de un producto a otro; si se aplican



buenas prácticas higiénicas junto con un correcto sistema APPCC se podría prescindir de su adición en productos de corta vida útil y con un buen control de temperatura, si bien en este caso no serían “productos curados” en un sentido estricto.

Para la mayoría de los productos cocidos se considera suficiente la adición de 50-100 mg/kg, mientras que para los productos crudos hasta 150 mg/kg podrían ser en ocasiones necesarios para inhibir a *C. botulinum*, en especial en piezas grandes y en productos con bajo contenido de sal y larga vida útil (EFSA, 2003) citado por Fernández (2016).

2.1.6.2. Efecto de los nitratos y nitritos en la salud humana.

La controversia sobre el empleo de nitratos y nitritos como aditivos en los alimentos se debe a sus aspectos toxicológicos. No obstante, cada vez hay más evidencias de que la ingesta en cantidades moderadas de nitratos y nitritos tiene un efecto positivo en la salud humana. En concreto, algunos de estos efectos son la reducción de la presión sanguínea y cardíaca, la protección frente a lesiones cardíacas y renales, la regulación de la función mitocondrial, la protección de la mucosa gástrica y el control de microorganismos indeseables en la cavidad oral y en el tracto urinario (Lundberg et al., 2004; Lundberg et al., 2011) citado por Fernández (2016).

En el organismo, el nitrato y el nitrito de la dieta pueden reducirse para formar NO (y otros óxidos de nitrógeno bioactivos), que junto con el NO endógeno que se sintetiza a partir de la L-arginina mediante la actividad de la enzima NO-sintetasa (Gladwin et al., 2005), constituiría el pool de NO necesario para las funciones anteriormente mencionadas (Lundberg et al., 2008). Los efectos toxicológicos de los nitratos y nitritos se relacionan



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

con la formación de N-nitrosaminas y con el desencadenamiento de metahemoglobinemia.

En general, el nitrito es más tóxico que el nitrato.

La dosis letal oral en el ser humano está establecida en 80-800 mg nitrato/kg de peso corporal, mientras que en el caso del nitrito es de 33-250 mg/kg (Schuddeboom, 1993). Por esta razón, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos estableció una Ingesta Diaria Admisible (IDA) de 3,7 mg/kg de peso corporal para el ion nitrato y de 0,07 mg/kg para el ion nitrito (FAO/OMS, 2002).

Para la determinación de estos valores no se tiene en consideración la posible implicación de los nitratos y nitritos en la formación de nitrosaminas. A diferencia del nitrito, cuyo uso únicamente está permitido en productos cárnicos, la adición de nitrato también está autorizada en los quesos curados (tanto duros como semiduros y semiblandos), el requesón, los sucedáneos de queso a base de leche y en dos productos de la pesca, el arenque y el espadín escabechados (Comisión Europea, 2011) citado por Fernández (2016).

En 2001, la Comisión Europea (CE) elaboró un informe sobre la ingesta de aditivos alimentarios en la UE (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001) y aunque los resultados descritos en el mismo son fruto de una estimación conservadora de la ingesta, partiendo del supuesto de que el aditivo se encuentra en todos los productos autorizados y en los niveles máximos permitidos (sin considerar cantidades reales ni pérdidas durante el procesado), la ingesta estimada de nitrato es inferior a la IDA, mientras que la de nitrito la superaría en la población adulta y niños de corta edad (Tabla 2.2).



Tabla 2.2.

Ingesta estimada de nitrito en la UE.

Grupo poblacional	IDA (mg/kg)	IDE (%)
Adultos	0,07	40-230
Niños	0,07	50-360

Fuente: IDA: Ingesta Diaria Admisible. IDE: Ingesta Diaria Estimada en relación con la IDA. Adaptado de: Comisión de las Comunidades Europeas (2001) citado por Fernández (2016).

Cabe señalar que mientras que los productos curados representan la fuente principal de nitrito en la dieta, los nitratos se pueden encontrar en altas concentraciones en otros alimentos, principalmente vegetales de hoja, y en el agua (Iammarino et al., 2013) citado por Fernández (2016).

2.1.6.2.1. Formación de N-nitrosaminas.

El mayor inconveniente del uso de sales nitrificantes en los alimentos reside en el potencial del HNO_2 para reaccionar con aminas, principalmente secundarias, y formar N-nitroso compuestos (NOC) con actividad carcinogénica, teratogénica y mutagénica (Hecht, 1997; Martínez et al., 2000; Pegg y Shahidi, 2000) citado por Fernández (2016).

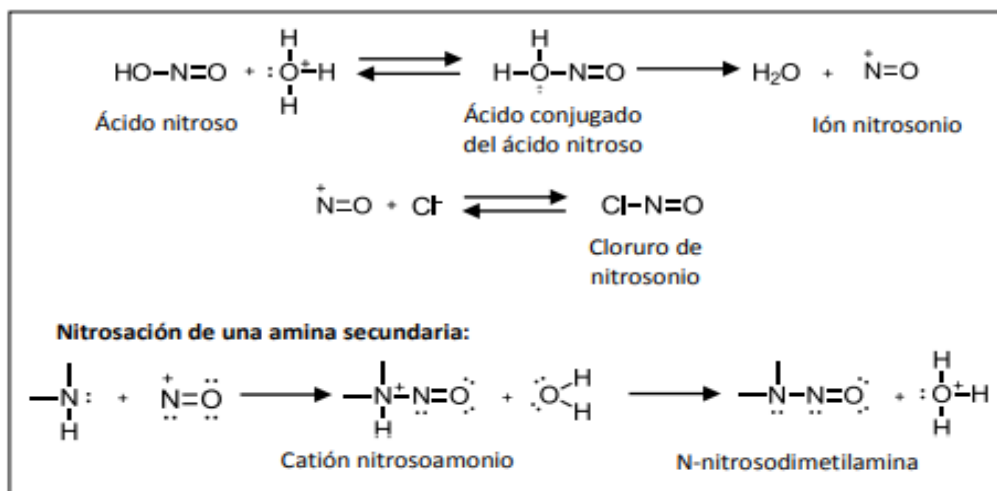
Estos compuestos pueden producirse tanto en el propio alimento como en el cuerpo humano, dependiendo su formación de la alcalinidad y concentración de aminas en el alimento (principalmente aminas secundarias), la concentración de nitrito y el pH y temperatura del medio. Como ya se ha comentado, el nitrito se encuentra en un equilibrio altamente dependiente del pH con el HNO_2 .



Pero en un medio fuertemente ácido, el HNO_2 puede protonarse dando lugar a su ácido conjugado que, al perder una molécula de agua, forma el catión nitrosonio (NO^+), que es muy reactivo. El NO^+ , que en presencia de sal se encuentra como cloruro de nitrosonio (CINO), reacciona fácilmente con los electrones no enlazantes de los átomos de nitrógeno de las aminas, dando lugar a la formación del catión nitrosoammonio, precursor de las N-nitrosaminas (Figura 2.6):

Figura 2.6.

Reacciones del ácido nitroso para formar el catión nitrosoammonio y la sucesiva N-nitrosamina.



Nota: (Ege, 2004) citado por Fernández (2016).

La formación de nitrosaminas se favorece cuando el catión nitrosoammonio procede de una amina secundaria. En estos casos, la velocidad de formación de nitrosaminas aumenta a medida que disminuye la alcalinidad de las aminas secundarias. Por el contrario, las aminas primarias dan lugar a una especie muy inestable, el ión alquildiazonio, que se descompone rápidamente en alcoholes, alquenos y haluros de alquilo, sin que se generen nitrosaminas.



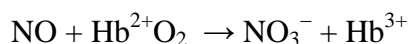
Finalmente, las aminas terciarias son precursoras de aminas secundarias, que a su vez participarán en la formación de nitrosaminas. En condiciones de pH y temperatura bajas (pH 3,4 y 25 °C) este proceso tiene lugar muy lentamente, unas 10.000 veces más lentamente que la nitrosación a partir de aminas secundarias (Mirvish, 1975), acelerándose al incrementar ambos parámetros, sobre todo a temperaturas superiores a 60 °C (Eğe, 2004; Rostkowska et al., 1998) citado por Fernández (2016).

Pero el principal factor responsable de la formación de N-nitrosaminas es la aplicación de tratamientos térmicos (como fritura o asado), ya que su generación se acelera significativamente a temperaturas superiores a 130 °C (Honikel, 2008). Éste sería el caso del bacon frito (Fiddler et al., 1978) y del salami o el jamón curado que se utilizan como ingrediente de las pizzas (Deierling et al., 1997; Honikel, 2008).

En general, la mayoría de los estudios realizados sobre la presencia de N-nitrosaminas en los alimentos incluyen únicamente datos sobre N-nitrosaminas volátiles (NNV), ya que éstas son altamente carcinogénicas (De Mey et al., 2014; Domanska y Kowalski, 2003; Gavinelli et al., 1988; Yurchenko y Mölder, 2007) citado por Fernández (2016).

2.1.6.2.2. Metahemoglobinemia.

El NO puede oxidar la hemoglobina a metahemoglobina, inhibiendo el transporte de oxígeno a los tejidos, de acuerdo con la siguiente reacción:



Óxido nítrico + Oxihemoglobina → Nitrato + Metahemoglobina



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

El riesgo de intoxicación es especialmente importante en los niños, ya que, a diferencia de los adultos, no poseen metahemoglobina reductasa, que realiza la reacción inversa y transforma la metahemoglobina en hemoglobina reducida (Richard et al., 2014). La metahemoglobinemia se produce principalmente por el consumo de agua con concentraciones elevadas de nitratos, aunque también puede estar asociada al consumo de vegetales (por su alto contenido en nitrato), medicamentos, o incluso deberse a la generación endógena de óxidos de nitrógeno (Richard et al., 2014).

En la actualidad, el consumo de productos cárnicos curados no supone un riesgo de desencadenar metahemoglobinemia, dado que su contenido en nitratos y nitritos es bajo. A pesar de ello, se han descrito algunos casos de metahemoglobinemia por consumo de estos productos, aunque siempre debido a un uso inadecuado y excesivo de sales nitrificantes (Bakshi et al., 1967; Chan, 1996; Jain y Nikonova, 2013; Kennedy et al., 1997; Khan et al., 2006) citado por Fernández (2016).

2.1.7 Reglamentos de control de nitritos en embutidos.

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Carne Y Productos Cárnicos. Embutidos Cárnicos. Característica Y Especificaciones (NTON 03 103-16), aprobada el 13 de octubre de 2017. En el apartado 7.4 Aditivos alimentarios, establece que los productos indicados en esta norma, deben cumplir con lo orientado en la NTON 03 094-10/RTCA 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios, en su versión vigente. La cual establece en el punto 8.4 que la concentración para nitrito de sodio en tripas comestibles (p.ej., para embutidos) es de **130 mg/kg (Anexo 1, Figura A1.3)**. ((NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE (2017); REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO, 2017, pág. 178)



2.2. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

En 2021, en Costa Rica, Mora determinó la cantidad de nitrito de sodio presente en un salchichón costarricense marca Don Luis mediante el uso de espectroscopia visible, generando un compuesto coloreado con el reactivo de Griess; por adición estándar el contenido de nitritos en una muestra a 540 nm y se obtuvo el siguiente resultado: Concentración de NaNO_2 (45 ± 5) mg/kg, con un límite de detección de 0,0056 mg/kg y un límite de cuantificación de 0,019 mg/kg. El valor obtenido se encuentra cerca de los valores reportados en literatura y cumple con la legislación costarricense. El método aplicado se ajustó a la ley de Beer, con un ámbito de linealidad desde ($0,072 \pm 0,004$) hasta ($0,529 \pm 0,008$) mg L. Entre las posibles fuentes de error se encuentran el tratamiento de la muestra y las interferencias presentes en la matriz del producto. (Mora, 2021)

En 2019, Ricci y Reyes, en Perú determinaron la concentración de nitritos y nitratos en carnes procesadas nacionales e importadas expendidos en supermercados del Cercado de Lima, donde los resultados en carnes procesadas nacionales reportaron un valor mínimo de 19,46 mg/Kg y un valor máximo 38,96 mg/Kg, mientras que las carnes importadas tuvieron como valor máximo 58,65 mg/Kg y el valor mínimo 28,65 mg/Kg. Los nitratos en carnes nacionales tuvieron valores entre 56,57 mg/Kg y 84,65 mg/Kg, mientras que las carnes importadas arrojaron concentraciones entre 68,93 mg/Kg. y 97,27 mg/Kg. Por lo que se infiere en que las concentraciones de nitratos y nitritos en carnes se encuentran dentro de los parámetros aprobados por INACAL en la NTP 201.048-1:1999 siendo el valor de 200 ppm para los nitritos, y 500 ppm para los nitratos, y según el Codex Alimentario de 125 ppm para nitritos. (Ricci & Reyes, 2019)



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

En 2019, en Perú, Becerra y Mosqueira, determinaron la concentración de nitratos y nitritos presentes en jamón ahumado comercializado en el distrito de Cajamarca. La muestra estuvo conformada por 400g de jamón ahumado adquirido en 3 puntos de venta distintos, analizados por el método espectrofotométrico. Los resultados obtenidos mostraron que la concentración promedio de nitritos y nitratos en la muestra 1 (13,51 ppm y 49 ppm respectivamente), muestra 2 (14,88 ppm y 47 ppm respectivamente) y los de la muestra 3 (10,93 ppm y 3 ppm), se encuentran dentro de los estándares permisibles fijados por el Codex alimentarius e INDECOPI. Los datos obtenidos fueron comparados mediante ANOVA y Tukey. El valor de p obtenido fue 0,000 ($p < 0,05$), indicando diferencia significativa entre el resultado de las muestras y los valores estándares, lo cual se traduce como un resultado positivo, ya que los valores obtenidos se encuentran por debajo de los niveles establecidos. (Becerra & Mosqueira, 2019)

En 2017, Argentina, Palavecino y Palacio determinaron las concentraciones de nitritos en salchichas tipo Viena que se expenden en mercados, con el fin de verificar que estos parámetros se encuentren dentro del rango establecido por el C.A.A. y, que luego de 4 días de refrigeración, tengan la misma concentración que las salchichas frescas (paquete recién abierto). Además, se tuvo en cuenta el efecto de la cocción en dichos productos considerando las recomendaciones del empaque. También se realizaron análisis físico-químicos, tales como humedad, peso neto, color y pH. Los resultados obtenidos demostraron que: todas las muestras analizadas en el presente estudio cumplen con los límites fijados por el C.A.A. (150 ppm) y con los límites propuestos por el Codex Alimentarius (125 ppm), el porcentaje de agua no supera el 78%, los contenidos netos declarados cumplen con los contenidos netos registrados y que todos los envases demostraron una correcta condición de vacío en góndola. (Palavecino & Palacio, 2017)



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

En 2015, Ecuador, Cali determinó el contenido de Nitrito de Sodio (NaNO_2) residual en las etapas de elaboración a través de análisis cuantitativos y espectrofotometría, aplicaron un diseño de un solo factor completamente aleatorizado (DCA) en los cinco productos de estudio (Salchicha de Pollo, Mortadela especial, Salchicha Paisa, Longaniza, Chorizo Salchipincho) con presentaciones al granel y vacío. Las pruebas preliminares las realizaron acorde al método de GRAU Y MIRNA y a la norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002 y Norma INEN 784:1985 - 05; los resultados cuantitativos mostraron que los productos tienen 200 ppm de NaNO_2 añadido y alcanzan 10 ppm de residual, considerándose esta cantidad admisible para el consumidor. (Cali, 2015)

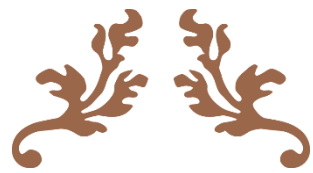
2.1.2. Nacionales

En 2015, León, Quezada y Munguía cuantificaron nitrito de sodio en choricito, mortadela y salchichón, empleando el método espectrofotométrico UV-vis, a una longitud de onda de 535,5nm, los resultados fueron en mortadela 52,24 mg/kg, choricito 45,88 mg/kg y salchichón 73,97 mg/kg, valores que se encuentran por debajo del límite máximo permitido de 125 mg/kg de NaNO_2 según establece la norma técnica alimentaria (CODEX ALIMENTARIUS). Los resultados obtenidos de los diferentes parámetros de validación estudiados fueron: linealidad del método con un coeficiente de determinación $r^2 = 0,999$, un intervalo de confianza comprendido de 0,2 a 1,8 mg/kg NaNO_2 , evaluados a partir de una curva de calibración normal, la cual presentó una buena linealidad. A partir de la curva de calibración normal se determinó el límite de cuantificación de 0,189 mg/ kg NaNO_2 y límite de detección de 0,057 mg/ kg NaNO_2 respectivamente. (Quezada & Munguía, 2015)



2.3. Hipotesis

La concentración de nitrito estimada en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor preferencia ante los consumidores en el departamento de managua, se encuentran por debajo de 130 mg/kg establecidos por la NTON 03 094-10 y el RTCA 67.04.54:10 como máximo valor de calidad.



CAPÍTULO III



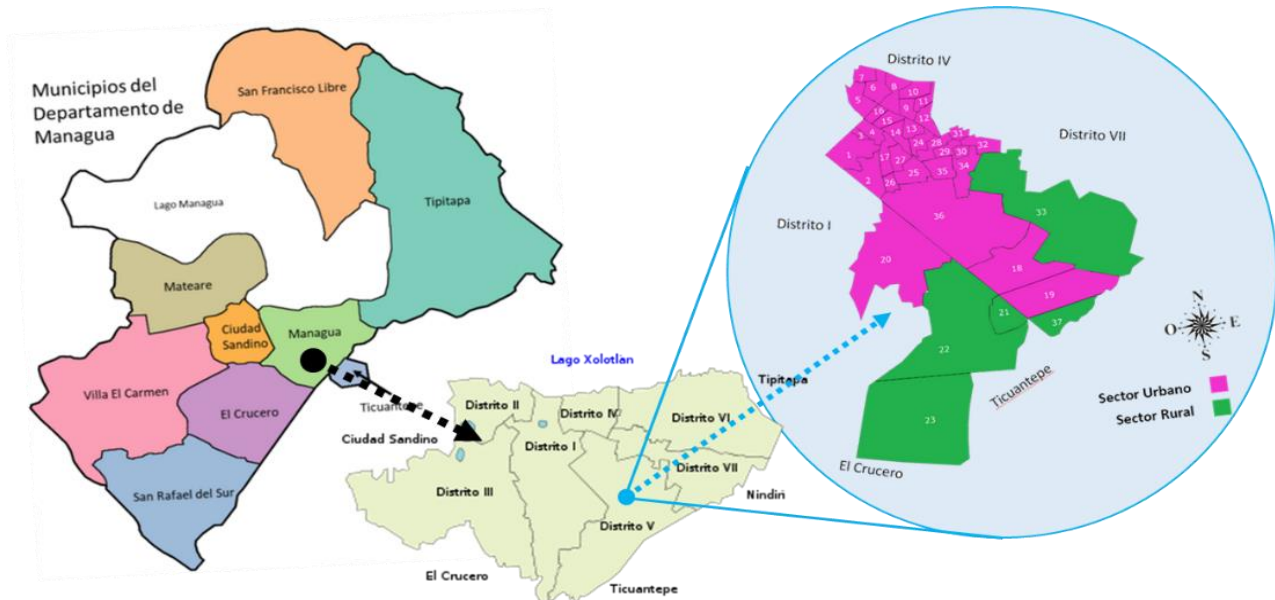


3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Descripción del Ámbito de Estudio

Desde el punto de vista geográfico la investigación se realizó en 2 puntos en momentos diferentes, el primero definido por la ubicación de la muestra de estudio, corresponde al Distrito V del Municipio de Managua y el segundo definido por el lugar donde se realizó el análisis químico, Laboratorio de Alimentos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Recinto Simón Bolívar.

Figura 3.1. Macro y micro localización del área de estudio.



El Distrito V se encuentra dividida en 37 sectores: Centro América, Loma de Valle, Pantasma, Grenada 1, Carlos Fonseca, Don Bosco, Complejo MAO, Nicarao, Edmundo Matamoros, 14 De Septiembre, Anexo Los Jardines, Manuel Casco, Fanabasa, Ariel Darce S 1, Ariel Darce 3b, Ariel Darce 4a, Adolfo Reyes, Esquipulas, Los Vanegas, Santo Domingo, San Antonio Sur 1, San Antonio Sur 2, San Antonio Sur 3, German Pomares, Augusto C. Sandino, 18 de mayo, Walter Ferretti, René Polanco, Enrique Gutiérrez, 30 de mayo, 14 de mayo, Milagro de



Dios, Las Jaguitas, Salomón Moreno, Sócrates Sandino, Las Colinas y Las Enramadas. (Ministerio de Salud, 2017)

Uno de los aspectos importantes de este distrito radica en que contiene el segundo mercado más importante de Nicaragua, como es el Mercado "Carlos Roberto Huembes" o Central, reconocido por su área exclusiva de artesanías nacionales. Según el Ministerio de Salud (2017) cuenta con 15,5 hectáreas, 2 724 tramos y 2 160 comerciantes. La situación ambiental del mercado Huembes es deficiente ya que a lo interno los recipientes para basura se encuentran deteriorados.

Desde el punto de vista académico y los lineamientos de investigación de la carrera de Química Industrial el presente estudio se encuentra dentro del *Área académica: Procesos industriales; Línea de investigación: Alimentos en el tema de interés: Control de calidad en la caracterización, proceso, conservación y transporte de alimentos*. Puesto que, se está realizando un monitoreo del control en aditivos alimentarios que reducen la formación de nitrosamina como producto generados durante la preparación o cocinado de los alimentos, específicamente en embutidos de mayor consumo en la población de estudio.

3.1.2. Tipo de Estudio

Según el enfoque la investigación es cuantitativo, en base a la etapa inicial de investigación es del tipo exploratorio, puesto que se emplean herramientas de investigación para conocer las marcas de embutidos que serán analizadas, estas bajo el criterio de mayoría de consumo por los habitantes encuestados en el área de investigación descrita en el apartado 3.1.

En base a las variables en estudio es de tipo causal comparativo, es decir que se establece la variable independiente pero no se manipula, puesto que, en dependencia del contenido de nitrito de sodio en las muestras experimentales a analizar, se determinará si cumplen o no con el nivel



máximo aceptado, descartando o aceptando la posibilidad de formación de compuestos perjudiciales a la salud de los consumidores, en contraste con los valores establecidos por la NTON 03 094-10/ RTCA 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios.

A nivel de recolección de información y análisis de los datos el estudio es prospectivo; es decir, que los datos se obtuvieron durante el proceso de investigación a partir de los instrumentos y herramientas cuantitativas empleadas. Además, según su orientación en el tiempo es de corte transversal porque el desarrollo del estudio se dio en un solo periodo de tiempo, con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interpretación durante el periodo marzo – septiembre 2022.

3.1.3. Población y Muestra

Para la investigación se definió la población y muestra en base al objeto de estudio, correspondiendo así, a los productos cárnicos, de aves de corral y caza picados y elaborados, puesto que, lo que se quiere evaluar es la calidad de los mismo en función del contenido de nitrito de sodio.

3.1.3.1. Población

La población a considerar en el estudio está definida por todos los productos cárnicos comerciales y artesanales: Delmor S.A, Kimby (Cargill S.A.), Cainsa, Cacique, Delicarne, Zurquí, Doña Mirna, Industrias Don Pancho, De Sur (COOSEMMPA) y Chepita.

3.1.3.2. Muestra

La muestra es la parte del universo que se aísla para ser estudiada (Piura, 2012), dicho esto corresponde a tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.



3.1.3.2.1. Criterios de Inclusión.

Los criterios de inclusión considerados para la delimitación de la muestra son los siguientes:

- ✚ Una marca artesanal de embutidos de pasta fina comercial.
- ✚ Dos marcas industriales de embutidos de pasta fina comercial.
- ✚ Embutidos de pasta fina de mayor consumo y demanda en el Distrito V del Departamento de Managua.

3.1.3.2.2. Criterios de Exclusión.

Los criterios de exclusión considerados para la delimitación de la muestra son los siguientes:

- ✚ Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, curados (incluidos los salados) y sin tratar térmicamente, en piezas enteras o en cortes.
- ✚ Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, curados (incluidos los salados), desecados y sin tratar térmicamente, en piezas enteras o en cortes.
- ✚ Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, fermentados y sin tratar térmicamente, en piezas enteras o en cortes.
- ✚ Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, tratados térmicamente en piezas enteras o en cortes.
- ✚ Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, congelados, en piezas enteras o en cortes.
- ✚ Tripas comestibles (p.ej., para embutidos).
- ✚ Marcas de embutidos no registradas.



3.2. Identificación de las variables

Las variables de estudio en este trabajo se han clasificado de la siguiente forma:

3.2.1. Variable dependiente

- ✚ Cumplimiento de la NTON 03 094-10 en la concentración de nitrito de sodio en dos marcas de embutidos crudos de pasta fina industriales y una artesanal, con mayor demanda en el Distrito V de Managua.

3.2.2. Variables independientes

- ✚ Demanda actual de embutidos de pasta fina comerciales.
- ✚ Inconformidades en los productos detectados por los consumidores y vendedores.
- ✚ Embutidos crudos de pasta finas a analizar.
- ✚ Ajuste del espectrofotómetro al método.
- ✚ Estimación de la concentración de nitritos por espectrofotometría.



3.2.3. Operacionalización de las Variables

Tabla 3.1.

Matriz de Operacionalización de Variables según los objetivos de la investigación.

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables, Dimensiones	Variable Operativa ó Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e Información y Actores Participantes			Tipo de Variable Estadística	Categorías Estadísticas
				Encuestas	Análisis comparativo	Experimento de Laboratorio		
O.E.1. Conocer la demanda actual de embutidos crudos en mercados locales de Managua	Demanda actual de embutidos de pasta fina comerciales.	Consumo de embutidos de pasta finas comerciales.	Razones de consumo.	X			Nominal	Fácil de preparar, Producto alimenticio más económico, Costumbre Familiar o Sabor.



mediante encuestas a consumidores y comerciantes que expenden este tipo de producto.	Frecuencia de compra.	X	Nominal	1 vez a la semana, 2 veces por semana, 3 veces por semana, Cada 15 días o Mensual.	
Ventas de embutidos de pasta finas comerciales.					
Inconformidad es en el producto.	Anomalías presentadas en los embutidos.	Daños del producto comprado.	X	Nominal	Roto el empaque, Presencia de moho, Cortado el producto, Humedad dentro del



					empaque o Producto blando (aguado)
Rasgos culinarios inadecuados después de su preparación.	X			Nominal	Sabor insipido o agrio, Mal olor, Textura “masosa”, Color rosa pálido, Color grisáceo o Ninguna de las anteriores.
Síntomas por consumo embutidos.		X		Nominal	Dolor gastrointestinal, Fiebre, Diarrea, Vomito, Cefalea (dolor de cabeza) o Alergia.



		Devolucion	Quejas sobre rasgos	X		Nominal	Mal olor, Mal sabor, Producto vencido antes de la fecha establecida, Producto con coloración verde o Producto con coloración grisácea.
		es de	anómalos en el producto.				
			producto vendido.				
O. E. 2.	Embutidos	Preferencia	Tipo de embutido.	X			Jamón, Salchichas, Mortadela o Salchichón.
Seleccionar las muestras de embutidos crudos de pasta finas.	crudos de pasta finas.	de tipo de embutidos de pasta fina	de pasta fina				Salchicha
de pasta finas que serán sometidas a la cuantificación de nitrito de		comerciale s.	Presentación de salchicha.	X			Parrillera, Salchicha Hot Dog, Salchicha Jumbo, Salchicha



sodio.

			Ahumada o Salchicha Económica.
Preferencia de marca comercial.	Marcas industriales.	X	Delmor S.A, Kimby (Cargill S.A.), Cainsa, Cacique, Delicarne o Zurquí.
	Marcas artesanales.	X	Doña Mirna, Industrias Don Pancho, De Sur (COOSEMM PA) o Chepita.
Distribución de producto comercial.	Marcas industriales.	X	Delmor S.A, Kimby (Cargill S.A.), Cainsa, Cacique,



								Delicarne o Zurquí.
			Marcas artesanales.	X				Doña Mirna, Industrias Don Pancho, De Sur (COOSEMM PA) o Chepita.
O.E.3. Ajuste del espectrofotómetro a usar en base a los criterios establecidos en el método oficial AOAC 937.31.	Ajuste del espectrofotómetro.	Límites del	Límite de detección.		X	Continua	5,6 ng/mL	
			Límite de cuantificación.		X	Continua	18,6 ng/mL	
			Soluciones NED de trabajo.		X	Discontinua	3 mMol/L	
			NED final.		X	Continua	0,2 mMol/L	
			Sulfanilamida de trabajo.		X	Discontinua	15 mMol/L	



		Sulfanilamida final.		X	Discontinua	1 mMol/L
		Tampón cloroacético/cloroacetato		X	Discontinua	0,2 M/L
		Diazotación y acoplamiento	pH	X	Continua	1,80±0,05
O.E.4. Estimar la concentración del aditivo “Nitrito de Sodio” con el método oficial AOAC 937.31: Nitritos en carne curada método	Estimación de la concentración de nitritos por espectrofotometría.	Concentración de nitritos en las tres marcas comerciales de embutidos crudos de pasta fina.	Nitritos en dos embutidos de pasta fina industrial y uno artesanal.	X	Discontinua	mg/kg



colorimétrico.

O.E.5.	Comparar el	Cumplimie	Nivel máximo.	X	Discontin	130 mg/kg
Comparar los	valor	nto de la			ua	
valores	establecido	en concentraci				
promedios de	la NTON 03	ón de				
nitrito	094-10 con el	nitrito en				
encontrados	valor estimado	embutidos				
en las	en las	crudos de				
muestras	muestras.	pasta fina.				
según los						
criterios						
establecidos						
en la NTON						
03 094-10.						



3.3. Materiales y métodos.

3.3.1. Materiales para Recolectar la Información

Los materiales con los que se contaron son los siguientes:

- + Fichas de artículos científicos.
- + Monografías.
- + Normas de calidad en productos cárnicos.
- + NTON 03 094-10.
- + Fichas de citas textuales.
- + Celulares.
- + Formulario de Google.
- + Fichas de control.
- + Técnica de investigación: Encuesta.

3.3.2. Materiales para Procesar la Información

Los materiales utilizados para procesar el trabajo son los siguientes:

- + Tablas.
- + Gráficas.
- + Computadoras.
- + Software:

Tabla 3.2.

Software empleado durante la investigación

Nombre del software	Versión	Compañía
Office Word 2016	16.0.9226.2114	Microsoft Corporation Inc.
Office Excel 2016	16.0.9226.2114	Microsoft Corporation Inc.



Office Power Point 2016	16.0.9226.2114	Microsoft Corporation Inc.
Bloc de notas	Microsoft Corporation Inc.
Minitab Statistical Software	Version 19	Minitab, LLC
VISION LITE	GENESIS 6	AQUAMATE Thermo Scientific
Google encuesta	Google

✚ Material de laboratorio y reactivos:

Tabla 3.3.

Utensilios

#	Nombre	Capacidad	Marca	Material
1	Vaso de Precipitado	25,50,100 y 1 000 mL	PYREX	Vidrio
2	Balón	50 y 1 000 mL	PYREX	Vidrio
3	Erlenmeyer	100 ,250 y 500 mL	KYMAX	Vidrio
4	Embudo Buchner	500 mL	Fischer Scientific	Vidrio
5	Probeta	100, 250 mL	KIMAX	Vidrio
6	Pipeta	2,5 , 10 y 20 mL	PYREX	Vidrio
7	Termómetro	0°C-200°C	KYMAX	Vidrio
8	Espátulas	-	Fischer	Acero Inoxidable
9	Pinzas	-	Fischer	Acero Inoxidable
10	Varilla de Vidrio	-	-	Vidrio
11	Frascos Ámbar	-	-	Vidrio
12	Pera	-	Fisher	Plástico
13	Papel filtro	125 mm	Whatman	Papel



14	Parafina	-	Parafilm	Plástico
15	Agitador	-	CORNING	Acero Inoxidable

Tabla 3.4.

Aparatos

#	Nombre	Capacidad/Alcance/Medida	Marca	Serie
1	Plancha con agitador magnético	0 -716 °F	ANZESER	41000000
2	Balanza Analítica	0 – 220 lb	Mettler Toledo	MS204TS
3	Bomba al Vacío	4.92 x 4.72 x 3.03 pulgadas; 10.55 Onzas	Labnique	B0842XWRHX
4	Espectrofotómetro	De 190 a 1100 nm	Thermo Spectronic	335908
5	Horno	20 x 22 x 23.5 pulgadas; 40 Libras	Quincy	B006H8JNKC
6	Baño María	RT+5 -100°C	LUZEREN	BWS-12

Tabla 3.5.

Reactivos

#	Nombre	Fórmula	Concentración	Marca	Grado
1	Sulfanilamida	C ₆ H ₈ N ₂ O ₂ S	99%	ThermoFisher Scientific	Reactivo
2	N-(1-naphthyl)-	C ₁₂ H ₁₆ Cl ₂ N ₂	98%	ThermoScientific	Reactivo



etilendiamina×2HCl

3	Ácido Acético	CH ₃ COOH	65%	Merck	Reactivo
4	Ácido Nítrico	HNO ₃	69%	Merck	Reactivo
5	Nitrito de Sodio	NaNO ₂	69 g/mol	Merck	Reactivo
6	Agua desionizada	H ₂ O	-	NA	Reactivo

3.3.3. Métodos

3.3.3.1. Método de Investigación

El método de investigación empleado durante el proceso de la investigación corresponde al experimental, puesto que, en base a los resultados obtenidos en las técnicas de investigación se seleccionan las muestras y se procede a su procesamiento en el laboratorio.

3.3.3.2. Encuesta

Para el desarrollo del análisis de concentración de Nitritos en Embutidos, se ha hecho primeramente un sondeo visual de marcas populares a nivel nacional tanto de empresas reguladas y empresas artesanales, para luego utilizar la encuesta como instrumento de medición de las marcas comerciales más demandadas y así mismo, el embutido más consumido por parte de la población del distrito V de Managua; se diseñaron 2 encuestas, la primera dirigida a consumidores (jefes de hogar) y la segunda a comerciantes (Anexo 2).

Según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), el último censo y cuarto de Vivienda realizado en Nicaragua fue en el año 2005 hasta la fecha actual, para el desarrollo de esta investigación se ha tomado como Universo: departamento de Managua, Población: Distrito 5, dicha locación es elegida por conveniencia geográfica para los investigadores.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal

El censo indica que el distrito 5 cuenta con 45 142 hogares en el año 2005 tomando en cuenta la proyección del crecimiento poblacional estimado para el lapso de 2015-2022 es del 0,3%, por lo tanto, la población sería un estimado de 45 277 viviendas. Referenciándose del dato anterior se procedió a definir la muestra a encuestar por el método de Munch Galindo (1996), usando la fórmula de poblaciones finitas y muestreo aleatorio simple, tal como se describe a continuación:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q} \quad \text{Ec. 1}$$

$$n = \frac{(1,96^2)(0,5)(0,5)(45\ 277)}{(45\ 277)(0,05^2) + (1,96^2)(0,5)(0,5)}$$

$$n = \frac{43\ 484,0308}{113,1925 + 0,9604} = 380,93 \cong \mathbf{381}$$

Dónde:

Z = 1,96 para el nivel de confianza del 95%; es variable en función del “e”.

N = es la población objeto de estudio, igual a 45 277.

p y q = probabilidades complementarias de 0,5.

e = B = error de estimación del 0,05.

n = tamaño de la muestra = **381**.

En el caso de los establecimientos de distribución del producto, se realizó la aplicación de la encuesta a todos los puntos de distribución de embutidos ubicados en el Mercado Roberto Huembés y puestos de ventas aleñados, siendo la muestra significativa de 60 encuestas.

Con los datos recolectados se procede a seleccionar las marcas de mayor consumo para su análisis en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad Nacional de Ingeniería.



3.3.3.3. Pre-tratamiento de las Muestras

Tras conocer las marcas de consumo popular, se procede a realizar la compra de 3 kg por cada producto, directamente de la empresa que lo fabrica o distribuye, este producto se almacena en frío y transporta en un termo con suficiente hielo, para preservar las muestras.

En el laboratorio tritura 1 kg de muestra para cada marca hasta obtener una consistencia pastosa tratando de eliminar grumos, se realizó en una procesadora. Rotular y almacenar a temperaturas de refrigeración (Figuras A6.1 – A6.2).

3.3.3.4. Preparación de la Cristalería

Para evitar interferencias y errores en los análisis químicos, la cristalería y materiales a ocupar deben ser (Figura A6.3):

1. Endulzados previamente con Ácido Nítrico al 0,1 N, lavar con detergente EXTRAN y abundante agua desoinizada.
2. Luego secados y esterilizados a $125^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas.
3. Para guardarse deben envolverse con papel aluminio.

3.3.3.5. Preparación de Soluciones

1. CH_3COOH al 15% (V/V)

La solución de ácido acético, sirve como base para preparar las soluciones de trabajo por lo que se requiere preparar la mayor cantidad de volumen necesaria. Por lo que, se extraen 75 ml de CH_3COOH grado reactivo y diluyen en un balón aforado de 500 mL para obtener una solución al 15% (v/v).



2. NED

Se disuelven 0,2 g N-(1-naphthyl)-etilendiamina \times 2HCl en 150 mL de una solución al 15% (v/v) CH₃COOH. Luego se agita vigorosamente y filtrado, para ser almacenado en un recipiente color ámbar.

3. Sulfanilamida

Se disuelven 0,5 g de sulfanilamida en 150 mL de una solución al 15% (v/v) de CH₃COOH. Luego se agita vigorosamente y si es necesario se filtra, para ser almacenado en un recipiente color ámbar.

4. Nitrito de sodio

Para el nitrito de sodio se preparan tres soluciones:

a. Solución Stock:

Para preparar 1 000 ppm (μ g/ml) NaNO₂ se disuelve 1 gramo de NaNO₂ en H₂O y luego se afora hasta 1 litro (Figura A6.4).

b. Solución Intermedia:

Para preparar 100 (μ g /ml) NaNO₂ se toman 100 ml de Solución Stock y se diluye hasta 1 litro con agua (Figura A6.5).

c. Solución de Trabajo:

Para preparar 1 (μ g /ml) NaNO₂, de la Solución Intermedia se toman 10 ml y se afora hasta un litro de agua (Figura A6.6).



3.3.3.6. Prueba al Papel Filtro

Se toman 4 láminas de papel filtro (Figura A6.7.) al azar, colocarlas sobre un embudo Büchner, se hace pasar 40 mililitros de agua aproximadamente por cada lámina y se agregan 4 mL de reactivo Sulfanilamida. Se homogeniza la solución y se deja en reposo 5 min; transcurrido el tiempo se adicionan 4 ml del reactivo NED, se homogeniza nuevamente y deja en reposo durante 15 min. Si alguna da positiva se descarta la caja.

3.3.3.7. Curva de Calibración

Para la calibración y ajuste del método se toman de la solución trabajo 4 muestras de volúmenes 10, 20, 30 y 40 mL en balones de 50 mL respectivamente (Figura A6.8). Se agregan a cada balón 2,5 mL Sulfanilamida dejando reposar durante 5 min, pasado el tiempo se agrega 2,5 mL NED de igual forma se deja reposar durante 15 min y luego se lee en el espectrofotómetro a una longitud de 540 nm.

3.3.3.8. Determinación de Nitrito de Sodio

Para la determinación de nitritos se basó en la metodología establecida en el método oficial de la AOAC 937.31. (Anexo 7) en cada una de las muestras, se tomaron tres muestras por marca de embutido, y a cada marca se realizó 3 réplicas. El procedimiento comprende:

1. Se toma 5 gramos de muestra previamente triturada (Figura A6.9).
2. En un beaker de 50 mL se deposita la muestra y se añaden 40 ml de agua a 80°C. Con ayuda de una varilla de vidrio se eliminan los grumos y se agita constantemente.
3. Se transfiere el contenido bien disuelto a un matraz de 500 mL y se adicionan 300 mL de agua a 80°C, de igual forma se agita constante, con tal de eliminar totalmente la formación de grumos.



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal

4. Se somete a baño María ($80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) durante 2 horas, se debe agitar ocasionalmente (Figura A6.10).
5. Transcurrido el tiempo se deja enfriar a temperatura ambiente y se filtra al vacío (Figura A6.11).
6. Se toman 45 mL para las alícuotas pertinentes y se añaden 2,5 mL de Sulfanilamida, mezclar y dejar reposar 5 min, seguido se adicionan 2,5 ml de NED y nuevamente se dejar reposar 15 min.
7. Ajustado el espectrofotómetro UV-Visible a una longitud de 540 nm, se procede a la lectura.

Para el tratamiento de las muestras se hizo uso de la Ecuación de la recta para la obtención de la concentración real.

$$Y = bx + a \quad \text{Ec. (2).}$$

$$X = \frac{Y-a}{b} \quad \text{Ec. (3).}$$

En donde:

Y = Absorbancia.

b = Pendiente de la recta.

a = Intercepto de la recta.

X = Concentración de la muestra.



CAPÍTULO IV





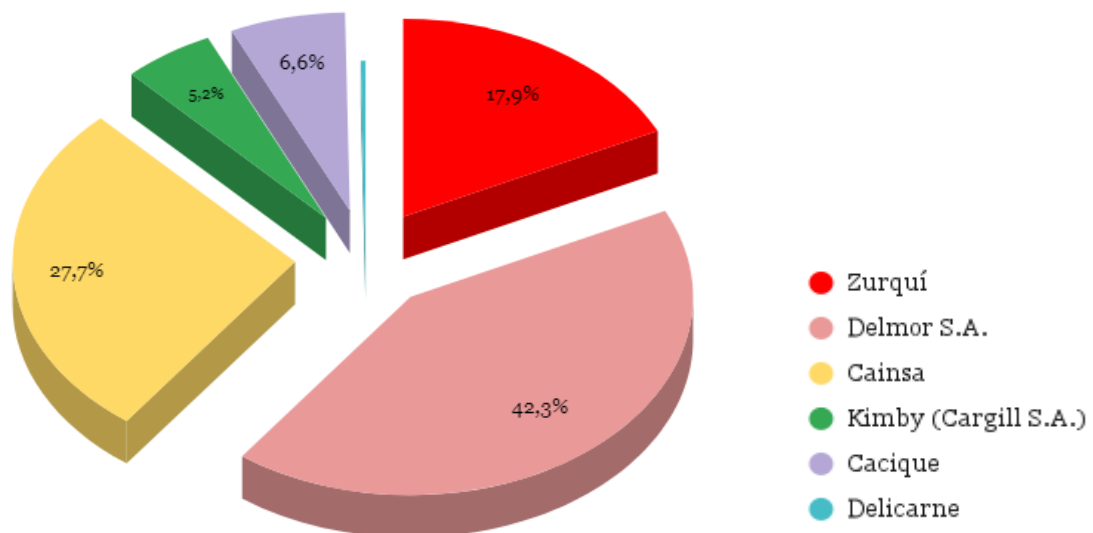
4.1. Resultados de Encuestas Dirigidos a Comerciantes y Consumidores

4.1.1. Resultado de Encuestas a Consumidores

Para el desarrollo del análisis de concentración de nitritos en embutidos, se realizó primeramente un sondeo visual de marcas populares a nivel nacional tanto de empresas reguladas y empresas artesanales, para luego utilizar la encuesta como instrumento de medición de las marcas comerciales más demandadas y así mismo, el embutido más consumido por parte de la población del distrito V de Managua.

Se realizó en total 381 encuestas dirigidas a habitantes del distrito V de Managua (Anexo 3) tomando en cuenta que las personas a encuestar debían ser mayores a 18 años, preferiblemente ser jefe del hogar o bien ama de casa que esté relacionada al consumo y compra de embutidos, obteniendo los siguientes resultados.

Figura 4.1. Preferencia en marcas distribuidas y elaboradas por industrias reguladas.

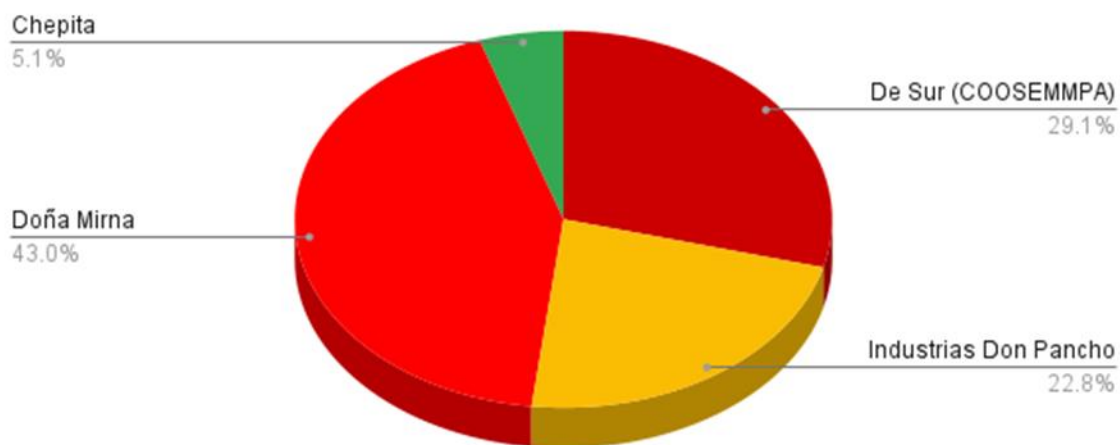




Evaluación de la concentración de nitrato de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

A como se aprecia en la figura 4.1 un 42,3% de los encuestados prefieren consumir embutidos fabricados por Delmor S.A., en cambio un 27,7% prefieren la marca Comercial de Cainsa siendo está la segunda de mayor demanda entre la población, Zurquí con un 17,9% de preferencia postulándose en tercer lugar, Cacique con un 6,6% y por último Kimby con un 5,2% de preferencia.

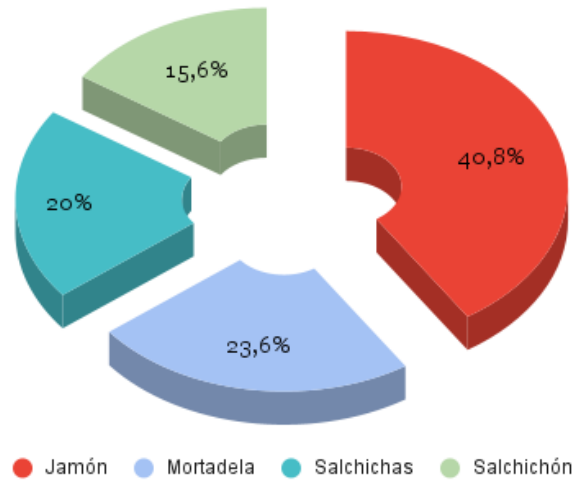
Figura 4.2. Preferencia en marcas distribuidas y elaboradas por industrias artesanales.



Cabe resaltar que para esta pregunta un 79,53% de los encuestados la omitieron, por lo tanto, no consumen ni conocen ninguna de las industrias artesanales antes mencionadas, así que, se estructura la gráfica en base al porcentaje restante que si brinda la marca de preferencia, siendo así de los 20,47% el 40% prefieren Embutidos Doña Mirna, en segundo lugar con un 29,1% De Sur (COOSEMMPA), en tercer lugar con un 22,8% Industrias Don Pancho y por último con un 5,1% Embutidos Chepita.



Figura 4.3. Embutido mayor consumido por población del distrito V.

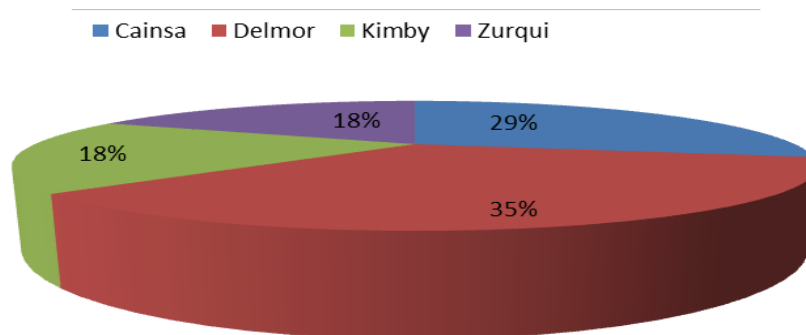


Según los datos obtenidos un 40,8% de la población consume mayormente Jamón o bien, es el embutido que prefieren, en segundo lugar un 23,6% de los encuestados demandan lo que es la mortadela, un 20% las salchichas y un 15,6% el Salchichón.

4.1.2. Resultado de Encuesta a Comerciantes

Los siguientes resultados fueron extraídos de la encuesta dirigida a los comerciantes del Mercado Roberto Huembés, Puestos de ventas y distribución, obteniendo que de las 60 encuestas realizadas 15% fueron hechas a establecimientos de carnicería, 18,33% en Mercado, 65% a Pulpería del distrito V y 1,67% a supermercados (Anexo 4 y 5).

Figura 4.4. Marcas industriales mayormente vendidas por parte de distribuidores.

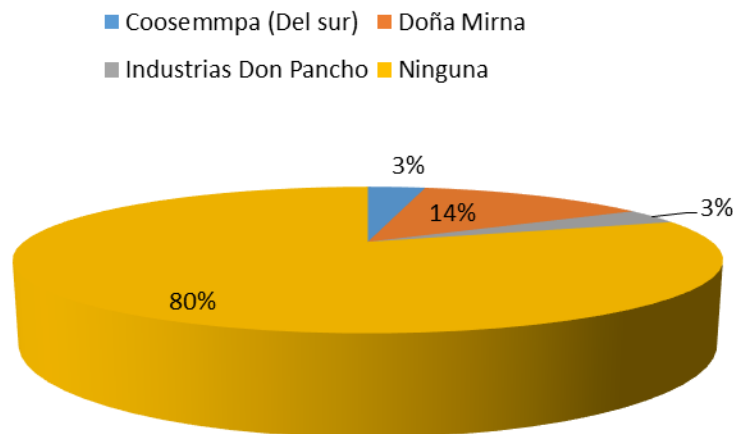




Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

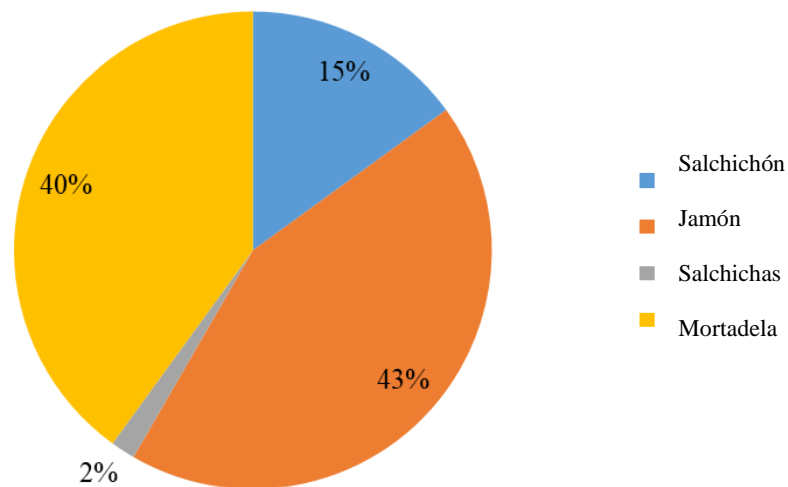
Los resultados obtenidos para este Ítem es que la marca mayormente comercializada es Delmor con un 35%, en segundo lugar Cainsa con un 29%, en tercer lugar Kimby y Zurquí con el mismo porcentaje.

Figura 4.5. Marcas Artesanales mayormente expendida.



Un 80% de los encuestados no distribuyen lo que son embutidos elaborados de forma artesanal, dentro del 20% que si distribuye un 14% comenta que el embutido Doña Mirna presenta mayor demanda.

Figura 4.6. Embutido mayormente vendido por comerciantes.





A como se identifica en el gráfico el embutido mayor demandado según los comerciantes es el Jamón con un 43%.

Para ambas encuestas el Embutido Mayormente demandado es el Jamón, por lo tanto, es el tipo de muestra a analizar en el presente estudio, así mismo, las marcas seleccionadas son: Delmor, Cainsa y Doña Mirna.

4.2. Ajuste en el Espectrofotómetro del Método AOAC 937.31

Por los resultados encontrados en la encuesta se ha seleccionado la marca y tipo de embutido de mayor consumo en la muestra seleccionada. Por lo que la concentración de nitritos en Jamón pertenecientes a tres tipos de marcas: Delmor, Cainsa y Doña Mirna (Figura A6.12), realizándose por triplicado bajo el método AOAC 937.31 por espectrofotometría UV-Visible.

4.2.1. Curva de Calibración

Para la linealidad del Método se realizó una curva de calibración, en donde, se construyó con 5 puntos indicados con el método, presentando los siguientes resultados.

Tabla 4.1

Curva de Calibración.

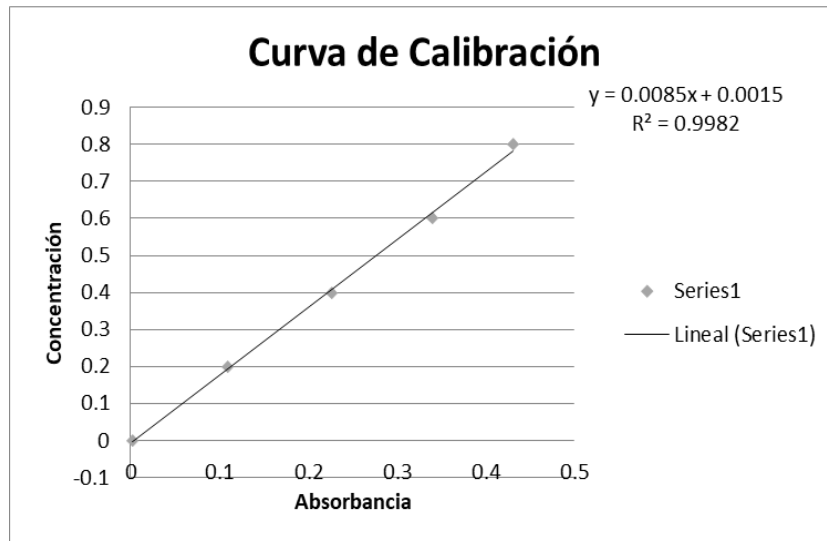
Construcción de la curva de Calibración	
Concentración patrón (y) ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	Absorbancia patrón (x)
0	0,0015
0,200	0,109
0,400	0,227
0,600	0,340



0,800

0,431

Figura 4.7. Curva de Calibración.



Para la construcción de la curva se hizo lectura de 5 puntos partiendo de 0 μg /ml hasta 0,8 μg /ml, obteniendo un Coeficiente de Determinación del 0,9982 (Figura A6.13 y A6.14). Indicando que el método utilizado es el indicado para modelar resultados esperados en determinación de nitrito, así mismo, dicha curva demuestra su linealidad.

4.2.2. Límite de Detección y Cuantificación

Cuando se utilizan métodos instrumentales es importante conocer la capacidad de detección de cantidades de trazas en nuestro analito, de tal manera se utiliza un método estadístico para la determinación de límites de detección y límites de cuantificación, los parámetros de regresión (intercepto, pendiente y desviación residual) se obtiene a partir de la recta. Se encuentran los resultados del intercepto, pendiente y desviación residual de parámetros estadísticos para determinar los límites ya mencionados.



Tabla 4.2.

Cálculos del Límite de Detección

Datos	Resultados	Ecuaciones limites de detección
A	0,0015	$y_{LD} = a + (3 * S_{y/x})$
B	0,0085	$LD = \left(\frac{y_{LD} - a}{b}\right)$
$S_{y/x}$	0,0090	
y_{ld}	0,0285	
LD	3,176 mg/kg	

Obteniendo que 3,176 mg/Kg es la concentración mínima de analito que el método puede detectar para la determinación de NaNO_2 , hay que recordar que el límite establecido por la NTON 03 094-10 es de 130ppm($\mu\text{g} / \text{ml}$), por lo tanto, los valores obtenidos para el ajuste del método es aceptable y confiable para la detección considerada en las muestras, puesto que, determina por debajo del valor normado.

Tabla 4.3

Cálculo del Límite de Cuantificación

Datos	Resultados	Ecuaciones limites de cuantificación
$S_{y/x}$	0,0090	$y_{LD} = a + (10 * S_{y/x})$
y_{lc}	0,0915	$LD = \left(\frac{y_{Lc} - a}{b}\right)$
LC	10,58 ppm	



Para un nivel de confianza del 95%, el límite de cuantificación establecido experimentalmente es de 10,58 ppm ($\mu\text{g}/\text{ml}$), siendo esta la concentración mínima de analito en la muestra que se va a detectar y cuantificar con precisión y exactitud. En este caso el LC es aproximadamente tres veces mayor que el límite de detección, por lo que, a partir de este valor es lo que cuantificará el equipo en la muestra; si se encuentra por encima de este valor, se ha encontrado el valor real de concentración para el analito, de lo contrario si se encuentra entre el LD y LC, solo es detectado el analito.

4.2.3. Precisión

Se determinó la precisión de las mediciones, para esto se calcula la desviación estándar y coeficientes de variación de la repetitividad en mediciones realizadas en dos días diferentes. En cada una de las concentraciones se leyó la absorbancia y se cuantificó la concentración de NaNO_2 en mg/kg bajo las mismas condiciones.

Tabla 4.4

Calculo de la precisión de mediciones para la concentración de NaNO_2 .

N°	Día 1(ppm)($\mu\text{g}/\text{ml}$)	Día 2 (ppm) ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
1	71,76	73,64
2	71,76	73,17
3	71,29	73,17
4	73,64	71,76
5	73,17	71,76
Promedio	72,324	72,7



Desviación	1,018935719	0,879289486
Varianza	1,03823	0,77315
% CV	0,014088487	0,012094766

Donde el promedio global obtenido en cada prueba y la desviación residual son:

Media total: 72,512 ppm

Desviación residual: 0,448279677 ppm

% CV 0,61821447 ppm

Se aplica el estadístico de Fisher para verificar los resultados y establecer homogeneidad de las varianzas. Se compara $F_{\text{calculado}}$ con el valor tabla de $F_{\text{crítico}}$ para n_1-1 y n_2-1 grados de libertad con un valor de confianza del 0,05%. Si $F_{\text{cal}} \leq F_{\text{crítico}}$ significa que no existe diferencia significativa entre las varianzas, si $F_{\text{cal}} \geq F_{\text{crítico}}$ se concluye que estadísticamente hay diferencia significativa entre las varianzas.

Tabla 4.5

Valores para el estadístico de Fisher

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	72,324	72,7
Varianza	1,03823	0,77315
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	1,34285714	
P (F<=f) una cola	0,39102741	
Valor crítico para F (una cola)	6,38823291	



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Siendo el valor de $F_{\text{calculado}}$ de 1,3428 y el $F_{\text{crítico}}$ de 6,3882 , siendo mayor el último mencionado, se acepta la hipótesis nula indicando que no hay diferencia significativa entre las muestras. Por lo tanto, se puede afirmar que hay precisión en los datos.

4.2.4. Exactitud

Para el cálculo de la exactitud se realizó:

a) Fortificación de la muestra con una concentración conocida de 0,600 mg/kg; se realizaron cinco repeticiones del ensayo en tres días consecutivos.

b) El módulo de la diferencia da como resultado el sesgo del método según la ecuación:

$$\text{Sesgo} = M - X_{\text{MEDIA}}$$

Tabla 4.6

Cálculos para la exactitud de las mediciones

Nº	Muestra (ppm)	Muestra + stand (ppm)	Sesgo	% Recuperación
1	71,76	671,72	0,04	99,99
2	71,76	671,75	0,01	99,99
3	71,29	671,10	0,10	99,96
4	73,64	673,15	0,15	99,91
5	73,17	673,05	0,05	99,98
Promedio	72,32	672,23	0,23	99,98

Los valores de porcentaje de recuperación de NaNO_2 calculados se encuentran dentro del rango establecido de aceptación el cual está entre 80 - 110%. Para la recuperación de NaNO_2 en



alimentos esto nos indica que el método propuesto muestra la exactitud necesaria para considerarlo adecuado para la determinación de NaNO_2 en embutidos.

4.2.5. ANOVA.

Para el Análisis de Varianza a los datos obtenidos se declaró lo siguiente:

H_0 : Las medias de la concentración de NaNO_2 son iguales.

H_1 : Las medias de las concentraciones de NaNO_2 son diferentes.

Siendo el criterio de aceptación:

Si $F_{\text{cal}} \leq F_{(0,05K;n-1)}$, SE ACEPTA H_0

Si $F_{\text{cal}} \geq F_{(0,05K;n-1)}$, SE ACEPTA H_1

Dando como resultados los datos presentados a continuación:

Tabla 4.7

Resultados para el cálculo de la ANOVA

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	9	188,61	20,9566667 ppm	0,024025		
Columna 2	9	242,22	26,9133333 ppm	0,25		
Columna 3	9	655,24	72,8044444 ppm	0,87132778		
<i>Análisis de varianza</i>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	14 489,0041	2	7 244,50203	975,38	4,0606E-39	3,40282610
				18		5
				16		



Dentro de los grupos	9,16282222	24	0,38178426
Total	14 498,1669	26	

Se observa que el valor de f calculado es de 18 975,3816 que es mayor al valor crítico para F de 3,40282611; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Siendo que una de la media de la muestra es significativamente diferente, sin embargo, se encuentra dentro del límite establecido por la NTON 03 094-10.

4.3. Concentración de Nitrito de Sodio por el Método AOAC 937.31

4.3.1. Concentración de Nitrito de Sodio en las Muestras de Jamón

A continuación se presentan las absorbancias obtenidas (Figura y concentraciones en mg/kg calculadas para cada una de las marcas analizadas.

Tabla 4.8

Absorbancia de las muestras analizadas

Resultados DDE			
Número Muestra	DDE,1	DDE,2	DDE,2
Replica 1	0,181	0,178	0,180
Replica 2	0,181	0,178	0,180
Replica 3	0,181	0,178	0,180
Promedio	0,181	0,178	0,180

Resultados ICA			
Número Muestra	ICA,1	ICA,2	ICA,3



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Replica 1	0,059	0,59	0,58
Replica 2	0,059	0,58	0,58
Replica 3	0,058	0,58	0,58
Promedio	0,59	0,59	0,58
Resultados IDM			
Número muestra	IDM,1	IDM,2	IDM,3
Replica 1	0,154	0,158	0,158
Replica 2	0,154	0,157	0,158
Replica 3	0,153	0,157	0,157
Promedio	0,154	0,157	0,158

Tabla 4.9

Concentración de nitrito de sodio en las muestras analizadas

Resultados de DDE			
Número Muestra	DDE,1	DDE,2	DDE,3
Replica 1	21,11 mg/kg	20,76 mg/kg	21 mg/kg
Replica 2	21,11 mg/kg	20,76 mg/kg	21 mg/kg
Replica 3	21,11 mg/kg	20,76 mg/kg	21 mg/kg
Promedio	21,11 mg/kg	20,76 mg/kg	21 mg/kg
		Promedio total	20,96 mg/kg
Resultados de ICA			
Número Muestra	ICA,1	ICA,2	ICA,3



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Replica 1	27,58 mg/kg	27,58 mg/kg	26,58 mg/kg
Replica 2	27,58 mg/kg	26,58 mg/kg	26,58 mg/kg
Replica 3	26,58 mg/kg	26,58 mg/kg	26,58 mg/kg
Promedio	27,24 mg/kg	26,91 mg/kg	26,58 mg/kg
		Promedio total	26,91 mg/kg

Resultados IDM

Número Muestra	IDM,1	IDM,2	IDM,3
Replica 1	71,76 mg/kg	73,64 mg/kg	73,64 mg/kg
Replica 2	71,76 mg/kg	73,17 mg/kg	73,64 mg/kg
Replica 3	71,29 mg/kg	73,17 mg/kg	73,17 mg/kg
Promedio	71,60 mg/kg	73,32 mg/kg	73,48 mg/kg
		Promedio total	72,8 mg/kg

Para la muestra DDE la concentración de NaNO_2 es 20,96 mg/kg, ICA 26,91 mg/kg e IDM 72,8 mg/kg. Por lo que, todas las marcas analizadas se encuentran por debajo del límite establecido por la NTON 03 094-10 que indica que el límite es de 130 ppm o mg/kg en concentración de NaNO_2 permitida para la elaboración de embutidos. Sin embargo, se aprecia una diferencia significativa en las concentraciones encontradas en IDM al ser el casi el triple de las otras dos marcas comerciales.



4.3.2. Comparación de Resultados

A continuación se presenta la comparación de los resultados obtenidos con las fuentes investigativas precedentes al estudio.

Tabla 4.10

Matriz comparativa de resultados

Autores		Antecedente					
Criterios	Úbeda & Báez, 2022	Quezada & Munguía, 2015	<i>Cali, 2015</i>	<i>Palavecino & Palacio, 2017</i>	<i>Becerra & Mosqueira, 2019</i>	<i>Ricci & Reyes, 2019</i>	<i>Mora, 2021</i>
Muestra	<i>Jamón</i>	<i>Choricito, Mortadela y Salchichón</i>	Salchicha de Pollo, Mortadela especial, Salchicha Paisa, Longaniza, Chorizo, Salchipincho	Salchichas tipo Viena	Jamón ahumado	Carnes procesadas nacionales e importadas	Salchichón



				Nacionales:			
	DDE:				<i>Muestra 1:</i>	mínimo de	
	20,96.	Mortadela: 52,24.	200 mg/kg		13,51.	19,46 y	
[NaNO ₂]	ICA:	Choricito: 45,88.	añadido y	<i>Cumplen</i>	<i>Muestra 2:</i>	máximo 38,96.	45 ± 5
mg/kg	26,91.	Salchichón:	alcanzan 10		14,88.	Importadas:	
	IDM:	73,97.	mg/kg residual.		<i>Muestra 3:</i>	mínimo 28,65	
	72,8.			10,93.	y máximo	58,65.	
Valor	130						
Normado	mg/kg	125 mg/kg	156 mg/kg	125 y 150 mg/kg	200 mg/kg	200 mg/kg	125 mg/kg
Contraste		Las concentraciones se encuentran cercanas en comparación a la muestra IDM, presentando	A diferencia de las muestras evaluadas en la investigación, que si cumplen con los valores establecidos, en	Ambas investigaciones determinaron que se cumplen con los parámetros establecidos por	Los valores determinados están por debajo de los encontrados en la investigación,	Los valores se encuentran intermedios en comparación a los resultados de la investigación,	Igualmente, el valor se encuentra entre los resultados obtenidos, por lo que, se estima que hay



cercanía al límite del valor normado. Ambas cumplen con el criterio de calidad.	comparación a este antecedente que está por encima del criterio, no cumple. Por lo que, exponen a la población a altas dosis de nitritos.	la norma nacional y el Codex.	se puede decir que hay posibilidad de que el producto se deteriore.	sin embargo hay un valor máximo que se acerca a 72,8 de IDM, pero es de importación.	representatividad de los datos.
---	---	-------------------------------	---	--	---------------------------------

En resumen los valores obtenidos en la investigación se encuentran dentro del rango que otros investigadores han determinado en diferentes muestras de embutidos y carnes, tanto de producción nacional como las importadas, por lo tanto, tras cumplir con los estándares establecidos en las NTON, Normas internacionales y el Codex Alimentario, se confirma que las muestras están reguladas en la concentración de nitrito de sodio agregado como aditivo alimentario. Sin embargo, existe diferencias entre una de las muestras, la IDM presentando mayor concentración, por no decirse que es aproximadamente el triple de las muestras DDE e ICA, estas dos últimas no tienen un sesgo muy alto. Siendo la marca artesanal la que contiene mayor concentración.



4.3.3. Interpretación de Resultados en las Concentraciones de Nitrito de Sodio

Para la interpretación de los resultados se ha establecido los criterios de sabor, aroma, efecto en el color, efecto antioxidante y letalidad, es decir, se analiza el contenido de nitrito de sodio en las muestras y su influencia en estos factores.

Tabla 4.11

Análisis de influencia de la concentración en los jamones valorados

Criterio	Referencia	Muestra		
		DDE (20,96 mg/kg)	ICA (26,91 mg/kg)	IDM (72,8 mg/kg)
Sabor,	Según Mac Donald et al., (1980) citado por Fernández (2016), adición de 40 a 50 mg/kg de nitrito	Ante lo referido	ambas muestras no cumplen con la función del nitrito en preservar y mejorar el sabor, aroma y color del jamón. Sin embargo, no implica que los fabricantes de los adicione otros componentes para que el producto tenga palatabilidad agradable.	Para este jamón tampoco se cumple el criterio, pues excede el valor, por lo que puede influenciar correctamente, pero debe considerarse el equilibrio del nitrato de sodio. También analizar las cantidades de los demás componentes, con el fin de conocer cómo afectaría el
Aroma y	permiten el correcto desarrollo del sabor y aroma típicos de los productos cárnicos curados e influye sobre la buena apariencia o			
Color				



	color.	producto este exceso de nitrito en estos criterios.
Antioxidante	EFSA (2003) citado por Fernández (2016), establece que para los productos crudos 150 mg/kg podrían ser en ocasiones necesarios para inhibir a C. botulinum, en especial en piezas grandes y en productos con bajo contenido de sal y larga vida útil	Los tres embutidos no cumplen con este criterio, pero al regirse ante la NTON y el Codex Alimentario se afirma que cumplen la función de inhibir el C. botulinum, en el tiempo de vida útil y condiciones de almacenamiento en frio establecidas por los fabricantes. En este aspecto, IDM se acerca más al valor, por lo tanto, tendrá mejor vida útil que el resto.
Letalidad	Schuddeboom (1993), indica que la dosis letal oral en el ser humano está establecida en 33-250 mg/kg Por esta razón, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos estableció una Ingesta Diaria	Considerando lo establecido por el Comité Mixto FAO/OMS los mejores jamones son el DDE e ICA, puesto que están por debajo del rango, lo que disminuye en raciones moderadas una posible intoxicación por la ingesta del producto con nitrito de sodio.



Admisible (IDA) de
0,07 mg/kg para el ion
nitrito.



CAPÍTULO V





5.1. Conclusiones

Ante los resultados obtenidos en la investigación y los objetivos planteados en la investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. A partir de la encuesta realizada tanto a consumidores como vendedores de embutidos crudos de pasta fina, se determinó que las marcas comerciales de preferencia en el distrito V de Managua por parte de los participantes de la investigación, son las marcas industrializadas Delmor y Cainsa; para la marca artesanal es Doña Mirna, y el embutido es el Jamón. También, los participantes expresan que no han encontrado anomalías en los productos, tales como, daños en el empaque, sabor, olor, color y que no han presentado ninguna afección en la salud tras el consumo de los mismos. Se puede decir, que este es un sesgo en la investigación, ya que los vendedores no van a reportar de forma sencilla anomalías en los productos por factores sociales y de salubridad.
2. Se comprueba la hipótesis de investigación planteada tras realizar los análisis de nitrito de sodio en los jamones de marcas populares. Por lo que, la concentración se encuentran por debajo del 130 mg/kg establecido por la NTON 03 094-10 y el RTCA 67.04.54:10 como máximo valor de calidad y el Codex Alimentario que es de 125 mg/kg. Esto conlleva a afirmar que los productos cuentan con la calidad requerida en este parámetro de aditivo alimentario.
3. El embutido que presenta mayor concentración de nitrito de sodio es el IDM correspondiente a la marca Doña Mirna, el cual es artesanal, por ende, este cuenta con las mejores condiciones de acción del aditivo tanto en preservación del jamón, como en las características organolépticas de palatabilidad, aroma y color, puesto que el aditivo fortalece y aumenta estas propiedades.



5.2. Recomendaciones

Por los hallazgos de la investigación, resultados y conclusiones se recomienda:

1. Aumentar la muestra de estudio para la encuesta, con el propósito de corroborar la preferencia de los consumidores tanto en marca como en tipo de embutido crudo de pasta fina.
2. Realizar un sondeo de los productos en diferentes puntos de distribución para verificar que los aspectos visuales de calidad organoléptica y empaque cumplan realmente con lo establecido en las normas, para concretar si hay anomalías en los productos terminados durante su almacenamiento en bodega de estos establecimientos.
3. Realizar análisis físico químicos de otros parámetros que influyan en la degradación del producto, como porcentaje de humedad y pH, variables claves que permiten la proliferación de microorganismos y disminuye la acción del aditivo alimentario.
4. Incrementar el número de muestras analíticas para determinar la incertidumbre de los resultados y validar los mismos. Puesto que, al aumentar el tamaño de la muestra disminuyen los errores.



5.3. Bibliografía

- AOAC. (1996). *Nitrites in Cured Meat*. Método Analítico. Recuperado el 15 de Agosto de 2022
- Arnau, J. (2013). *Problemas de los embutidos crudos curados*. Boletín, IRTA, Programa de Tecnología Alimentaria, Girona. Recuperado el 1 de Junio de 2022, de https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/223978/Arnau_2011%20Problemas%20de%20los%20embutidos.pdf?sequence=5
- Becerra, V., & Mosqueira, M. F. (2019). *Determinación espectrofotométrica de la concentración de nitratos y nitritos en jamón ahumado comercializado en el distrito de cajamarca, Perú*. Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Cajamarca. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1120/FYB-028-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cali, G. (2015). *Determinación de la concentración de nitrito de sodio residual durante las etapas de elaboración y almacenamiento de cinco productos cárnicos de la planta de alimentos piggis embutidos pigem cía. Ltda. Y su incidencia sobre el tiempo de vida útil*. Trabajo de modalidad de graduacion como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, Universidad Técnica De Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato. Recuperado el 28 de Mayo de 2022, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/9359/1/AL%20557.pdf>
- El sitio Porcino. (27 de Enero de 2015). Crecimiento de la producción de embutidos en Nicaragua. Managua, Nicaragua. Recuperado el 19 de Mayo de 2022, de <https://www.elsitioporcino.com/news/28731/crecimiento-de-la-produccion-de-embutidos-en-nicaragua/>
- Elizabeth, R., & Reyes, D. (2019). *Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en carnes procesadas nacionales e importadas expandidas en setiembre – noviembre 2019*. Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, Universidad Norbert Wiener, Facultad Farmacia y Bioquímica, Lima. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/4362/T061_41295429_45228459_T.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Fernández, X. (2016). *Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Madrid. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/38759/1/T37606.pdf>

Global Ag Media. (27 de Enero de 2015). *El sitio Porcino*. (N. Migone, Editor, & Global Ag Media) Recuperado el 19 de Mayo de 2022, de <https://www.elsitioporcino.com/news/28731/crecimiento-de-la-produccion-de-embutidos-en-nicaragua/>

MIFIC. (2008). *Embutidos y carnes frías*. Informe especial, Dirección de Políticas Comerciales Externas, Departamento de Análisis Económico, Managua. Recuperado el 25 de Mayo de 2022, de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/NE71N583em.pdf>

Ministerio de Salud. (2017). <http://mapasalud.minsa.gob.ni/>. Recuperado el 14 de Agosto de 2022, de <http://mapasalud.minsa.gob.ni/sectores-de-distrito-v-managua/>

Mora, A. (2021). *Determinación de nitrito de sodio en un embutido por espectrofotometría visible mediante el reactivo de Griess*. Tesis, Universidad de Costa Rica, Escuela de Química, Costa Rica. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/350088497_Determinacion_de_nitrito_de_sodio_en_un_embutido_por_espectrofotometria_visible_mediante_el_reactivo_de_Griess

NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE. (2017). *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. EMBUTIDOS CÁRNICOS. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES*. Normativa, Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Managua. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/6cb771737933a73a062582cc0063d361?OpenDocument>



Organización de Consumidores y Usuarios. (17 de Octubre de 2017). *OCU*. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de <https://www.ocu.org/alimentacion/seguridad-alimentaria/noticias/aditivos-en-productos-carnicos>

Palavecino, F., & Palacio, M. I. (2017). *Determinación de la concentración de nitritos en salchichas tipo Viena de marcas comerciales*. Tesis de la Carrera de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos, UNCPBA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1509/Palavecino%20Ferraro%2C%20Flavia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Piura. (2012). *Metodología de la investigación científica, un enfoque integrador*. Managua, Nicaragua.

Pulla, P. (2010). *Embutidos crudos y cocidos*. Recopilación de Curso Procesos Agroindustriales III, Universidad Nacional Amazónica de Madre De Dios, Escuela Académica Profesional de Ingeniería, Puerto Maldonado. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/embutidos-crudos-y-cocidos/embutidos-crudos-y-cocidos.pdf>

Quezada, K., & Munguía, E. (2015). *Cuantificación de Nitrito de sodio en embutidos por Espectrofotometría UV- Visible*. Tesis para optar al título de Licenciatura en Química, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León, Departamento de Química, León. Recuperado el 4 de Mayo de 2022, de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4007/1/229962.pdf>

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO. (2013). *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*. Reglamento, COMIECO. Recuperado el 31 de Mayo de 2021, de https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/Noticias/DIA/Lacteos/NTON03094-10_RTCA_67.04.54.10_Aditivos_Alimentarios.pdf

Ricci, E., & Reyes, D. (2019). *Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en carnes procesadas nacionales e importadas expendidas en supermercados del cercado de limasetiembre – noviembre 2019*. Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, Universidad Norbert Wienwe, Escuela Académica Profesional de Farmacia y



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Bioquímica, Lima. Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/4362/T061_41295429_45228459_T.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Socconini. (2016). *Lean Six Sigma Green Belt, para la excelencia en los negocios*. Mexico: Alfaomega.



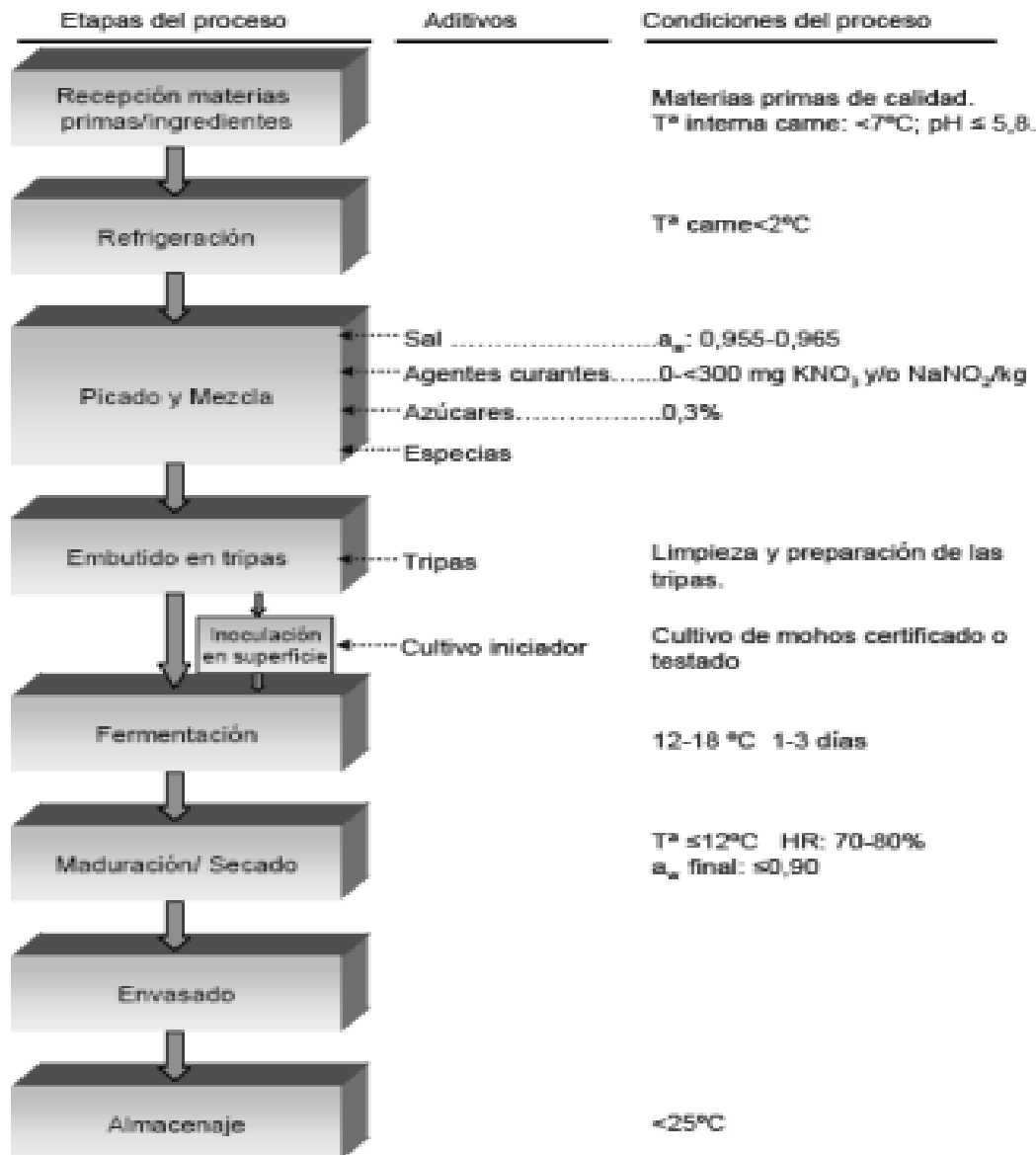
ANEXOS





Anexo 1. Diagramas de Procesos.

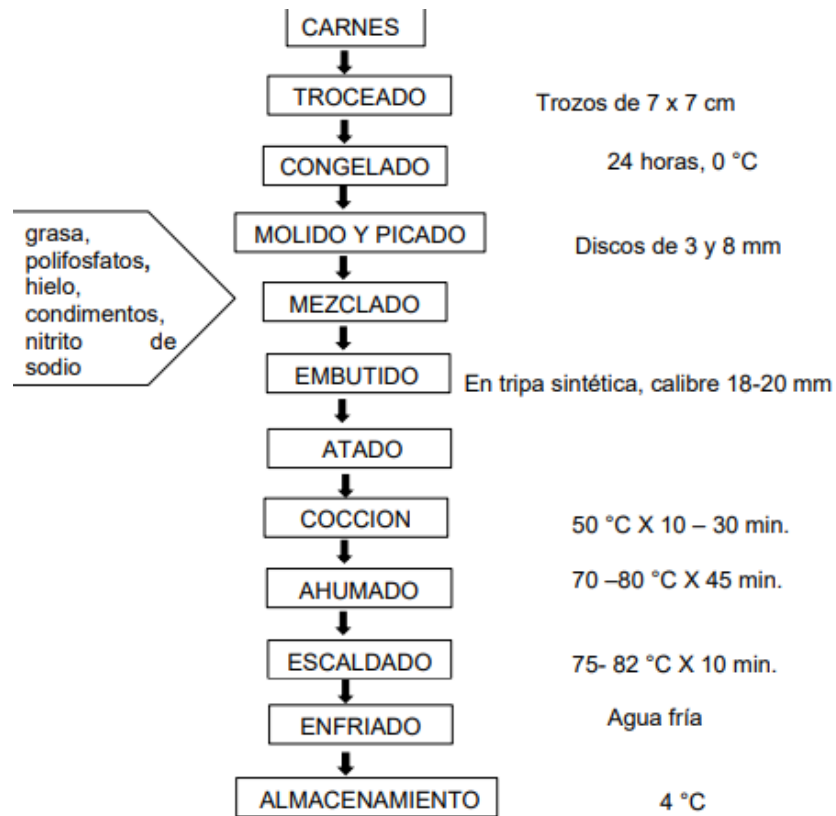
Figura A1.1 Diagrama de flujo de la elaboración de embutidos.



Fuente: Martín, B. (2005) citado por Cali, 2015 (pág. 32).



Figura A1.2. Diagrama de flujo de la elaboración de la salchicha.



Fuente: Palavecino & Palacio (2017, pág. 14)

Figura A1.3. Concentración para nitrito de sodio en tripas comestibles (embutidos).

NITRITOS			
Nitrito de potasio	INS 249	Nitrito de sodio	INS 250
Función: Agentes de retención del color, sustancias conservadoras			
No categoría de alimentos	Categoría de alimentos	Nivel máximo	Observaciones
08.2.1.1	Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, curados (incluidos los salados) y sin tratar térmicamente, en piezas enteras o en cortes	200 mg/kg	Nota 32
08.2.1.2	Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, curados (incluidos los salados), desecados y sin tratar térmicamente, en piezas enteras o en cortes	200 mg/kg	Nota 32
08.2.1.3	Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, fermentados y sin tratar térmicamente, en piezas enteras o en cortes	130 mg/kg	Nota 32
08.2.2	Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, tratados térmicamente en piezas enteras o en cortes	170 mg/kg	Nota 32
08.2.3	Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, congelados, en piezas enteras o en cortes	170 mg/kg	Nota 32
08.3	Productos cárnicos, de aves de corral y caza picados y elaborados	130 mg/kg	Nota 32
08.4	Tripas comestibles (p.ej., para embutidos)	130 mg/kg	Nota 32

Fuente: NTON 03 094-10 (2017, pág. 178)



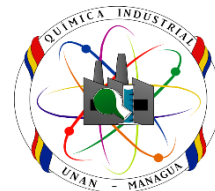
Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Anexo 2. Instrumentos de Recolección de Datos (Encuestas).



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA INDUSTRIAL**



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN QUÍMICA
INDUSTRIAL**

ENCUESTA DIRIGIDA A CONSUMIDORES

***Tema:** Evaluación de la concentración de nitrito en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal, de acuerdo a la NTON 03 094-10, Managua, Nicaragua, marzo – julio 2022.*

***Objetivos:** Conocer la demanda actual de embutidos crudos en mercados locales de Managua mediante encuestas a consumidores y comerciantes que expenden este tipo de producto; y, seleccionar las muestras de embutidos crudos de pasta finas que serán sometidas a la cuantificación de nitrito de sodio.*

No. de encuesta: _____

Fecha: ____/____/____.

I. DATOS GENERALES.

(DG1). Nombres y Apellidos: _____.

(DG2). Edad: _____ (años).

(DG3). Sexo: (variable nominal codificada)

1) F ____

2) M ____

(DG4). Grado académico:

1) Bachiller(a)_____



- 2) Licenciatura _____
- 3) Master _____
- 4) Doctor _____

II. DATOS DE CONSUMO.

(DC1). ¿Acostumbra a consumir embutidos?

- 1) Si _____
- 2) No _____

(DC2). ¿En qué lugar compra con frecuencia los embutidos?

- 1) Carnicería _____
- 2) Supermercado _____
- 3) Mercado _____
- 4) Pulpería _____

(DC3). ¿Cuál es la razón por la cual compra embutidos en el lugar indicado?

- 1) Lugar más cercano para adquirir el embutido _____
- 2) Ofertas y variedad _____
- 3) Calidad e higiene _____
- 4) Precio _____

(DC4). ¿Cuál es la razón principal por la cual consume embutidos?

- 1) Fácil de preparar _____
- 2) Producto alimenticio más económico _____
- 3) Costumbre Familiar _____
- 4) Sabor _____

(DC5). ¿Con que frecuencia consume embutidos?

- 1) 1 vez a la semana _____
- 2) 2 veces por semana _____
- 3) 3 veces por semana _____



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- 4) Cada 15 días ____
- 5) Mensual ____

III. DATOS DE PREFERENCIA Y MARCA.

(DPM1). ¿Qué tipo de embutido es el que más consume?

- 1) Jamón ____
- 2) Salchichas ____
- 3) Mortadela ____
- 4) Salchichón ____

(DPM2). Si consume salchichas, ¿cuál de las siguientes presentaciones es la que más consume?

- 1) Salchicha Parrillera ____
- 2) Salchicha Hot Dog ____
- 3) Salchicha Jumbo ____
- 4) Salchicha Ahumada ____
- 5) Salchicha Económica ____

(DPM3). ¿Cuál de las siguientes marcas comerciales de industrias fabricantes de embutidos es de su preferencia? *Nota: Si no consume de estas marcas, obviar la pregunta.*

- 1) Delmor S.A ____
- 2) Kimby (Cargill S.A.) ____
- 3) Cainsa ____
- 4) Cacique ____
- 5) Delicarne ____
- 6) Zurquí ____

(DPM4). ¿Cuál de las siguientes marcas comerciales de empresas artesanales de embutidos es de su preferencia? *Nota: Si no consume de estas marcas, obviar la pregunta.*

- 1) Doña Mirna ____
- 2) Industrias Don Pancho ____



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- 3) De Sur (COOSEMMPA) ____
- 4) Chepita ____

IV. DATOS DE ANOMALÍAS EN PRODUCTO.

(DAP1). Al momento de realizar la compra de su embutido, encuentra el producto con algunos de los siguientes aspectos:

- 1) Roto el empaque ____
- 2) Presencia de moho ____
- 3) Cortado el producto ____
- 4) Humedad dentro del empaque ____
- 5) Producto blando (aguado) ____

(DAP2). Al momento de preparar algún embutido para cocinar, ha observado un tipo de las siguientes anomalías:

- 1) Sabor insipido o agrio ____
- 2) Mal olor ____
- 3) Textura “masosa” ____
- 4) Color rosa pálido ____
- 5) Color grisáceo ____
- 6) Ninguna de las anteriores ____

(DAP3). Después de la ingesta de embutidos usted o familiar, ha presentado alguno de los siguientes síntomas:

- 1) Dolor gastrointestinal ____
- 2) Fiebre ____
- 3) Diarrea ____
- 4) Vomito ____
- 5) Cefalea (dolor de cabeza) ____
- 6) Alergia ____

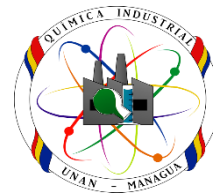


Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA INDUSTRIAL



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN QUÍMICA
INDUSTRIAL

ENCUESTA DIRIGIDA A VENEDORES

***Tema:** Evaluación de la concentración de nitrito en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal, de acuerdo a la NTON 03 094-10, Managua, Nicaragua, marzo – julio 2022.*

***Objetivos:** Conocer la demanda actual de embutidos crudos en mercados locales de Managua mediante encuestas a consumidores y comerciantes que expenden este tipo de producto; y, seleccionar las muestras de embutidos crudos de pasta finas que serán sometidas a la cuantificación de nitrito de sodio.*

No. de encuesta: _____

Fecha: ____/____/____.

I. DATOS GENERALES.

(DG1). Nombres y Apellidos: _____.

(DG2). ¿Tipo de establecimiento?

- 1) Carnicería _____
- 2) Supermercado _____
- 3) Mercado _____
- 4) Pulpería _____

(DG3). ¿Producto alimenticio que distribuye?



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- 1) Carne de Res ____
- 2) Carne de Pollo ____
- 3) Carne de cerdo ____
- 4) Embutidos ____

(DG4). ¿Cuánto tiempo dura su producto en anaquel o en ser vendidos?

- 1) 1 a 7 días ____
- 2) 1 a 2 semanas ____
- 3) 2 a 3 semanas ____
- 4) 1 mes ____
- 5) Más de 1 mes ____

(DG5). ¿Los embutidos los mantienen en refrigeración o a temperatura ambiente?

- 1) Temperatura ambiente ____
- 2) Refrigeración ____

II. DATOS DE PRODUCTO DEMANDADO.

(DPD1). ¿Qué tipo de embutidos distribuye?

- 1) Embutidos elaborados de forma artesanal ____
- 2) Embutidos elaborados por industrias Reguladas ____
- 3) Ambos ____

(DPD2). ¿Cuál de los siguientes embutidos es el más demandado?

- 1) Jamón ____
- 2) Mortadela ____
- 3) Salchichas ____
- 4) Salchichón ____

(DPD3). ¿Qué tipo de salchicha es la más vendida?

- 1) Salchicha Parrillera ____
- 2) Salchicha Jumbo ____
- 3) Salchicha Económica ____
- 4) Salchicha Hot Dog ____
- 5) Salchicha Ahumada ____



III. DATOS DE MARCAS DEMANDADAS.

(DMD1). ¿Cuál de las siguientes marcas Reguladas tienen mayor demanda?

- 1) Delmor ____
- 2) Cacique ____
- 3) Kimby ____
- 4) Delicarne ____
- 5) Zurquí ____
- 6) Cainsa ____

(DMD2). ¿Cuál de las siguientes marcas artesanales es la más demandada? *Nota: si no distribuye estas marcas, obviar la pregunta.*

- 1) Coosemmpa (Del Sur) ____
- 2) Doña Mirna ____
- 3) Industrias Don Pancho ____
- 4) Chepita ____

IV. DATOS DE INCONFORMIDADES.

(DI1). ¿Ha recibido quejas o devoluciones de embutidos por algunas de estas razones?

- 1) Mal olor ____
- 2) Mal sabor ____
- 3) Producto vencido antes de la fecha establecida ____
- 4) Producto con coloración verde ____
- 5) Producto con coloración grisácea ____

(DI2). ¿Los compradores han expresado efectos en la salud por el consumo de los embutidos que vende?

- 1) Si ____
- 2) No ____

(DI3). Si la respuesta al ítem anterior es positiva, ¿Qué síntomas ha causado en la salud de los consumidores?

- 1) Dolor gastrointestinal ____



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

- 2) Fiebre ____
- 3) Diarrea ____
- 4) Vomito ____
- 5) Cefalea (dolor de cabeza) ____
- 6) Alergia ____



Anexo 3. Respuestas recopiladas en la encuesta en línea a consumidores.

Tabla A3.1

Fracción de Base de Datos de Encuestas a Consumidores.

Nombre y Apellido:	Edad:	Sexo:	Grado Académico:	¿Acostumbra a consumir Embutidos?	¿En qué lugar compra con frecuencia los embutidos?	¿Cuál es la razón por la cual compra embutidos en el lugar indicado?	¿Cuál es la razón principal por la cual consume embutidos?	¿Con qué frecuencia consume embutidos?	¿Qué tipo de embutido es el que más consume?	Si consume salchichas, ¿cuál de las siguientes presentaciones consume con frecuencia?	¿Cuál de las siguientes marcas comerciales de industrias fabricantes de embutidos de preferencia? <i>Nota: Si no consume de estas marcas, obviar la pregunta.</i>	¿Cuál de las siguientes marcas comerciales de empresas artesanales de embutidos es de su preferencia? <i>Nota: Si no consume de estas marcas, obviar la pregunta.</i>	Al momento de realizar la compra de su embutido, encuentra el producto con algunos de los siguientes aspectos:	Al momento de preparar algún embutido para cocinar, ha observado un tipo de las siguientes anomalías:	Después de la ingesta de embutidos usted o familiar, ha presentado alguno de los siguientes síntomas:
Roberto Acevedo	32	Masculino	Bachiller(a)	Sí	Supermercado	Lugar más cercano para adquirir el embutido	Fácil de preparar	1 vez a la semana	Jamón	Salchicha Parrillera	Zurquí			Ninguna de las anteriores	Ninguna de las anteriores
Francela Perez	23	Femenino	Licenciatura	Sí	Mercado	Calidad e higiene	Fácil de preparar	1 vez a la semana	Mortadela	Salchicha Parrillera	Delmor S.A.		Humedad dentro del empaque	color grisáceo	Ninguna de las anteriores
Suzanne Anderson	22	Femenino	Bachiller(a)	Sí	Supermercado	Lugar más cercano para adquirir el embutido	Fácil de preparar	1 vez a la semana	Salchichas	Salchicha Hot Dog	Zurquí			Ninguna de las anteriores	Ninguna de las anteriores
Iris sandoval	21	Femenino	Licenciatura	Sí	Mercado	Lugar más cercano para adquirir el embutido	Fácil de preparar	2 veces por semana	Mortadela		Delmor S.A.		Humedad dentro del empaque	Ninguna de las anteriores	Ninguna de las anteriores
Sarai castrillo	25	Femenino	Master	Sí	Supermercado	Calidad e higiene	Sabor	Mensual	Jamón	Salchicha Parrillera	Cainsa			Ninguna de las anteriores	Ninguna de las anteriores
Pedro Infante	27	Femenino	Master	Sí	Supermercado	Calidad e higiene	Costumbre Familiar	3 veces por semana	Jamón	Salchicha Parrillera	Delmor S.A.		Producto blando (aguado)	Textura "masosa"	Ninguna de las anteriores
Carlos Alberto lanzas salguera	31	Masculino	Licenciatura	Sí	Pulperia	Lugar más cercano para adquirir el	Fácil de preparar	3 veces por semana	Salchichas	Salchicha Parrillera	Zurquí			Mal olor	Ninguna de las anteriores



Evaluación de la concentración de nitrato de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

						embutido											
Ileana Valeska Cruz estrada	29	Femenino	Bachiller(a)	Sí	Supermercado	Calidad e higiene	Fácil de preparar	de 1 vez a la semana	Mortadela	Salchicha Ahumada	Zurquí					Ninguna de las anteriores	Ninguna de las anteriores
Natali Rodríguez	20	Femenino	Bachiller(a)	Sí	Supermercado	Calidad e higiene	Fácil de preparar	de 3 veces por semana	Salchichas	Salchicha Parrillera			Roto el empaque			Ninguna de las anteriores	Ninguna de las anteriores
María Alejandra Saavedra	22	Femenino	Bachiller(a)	No	Supermercado	Calidad e higiene	Fácil de preparar	de Cada 15 días	Salchichón	Salchicha Económica	Kimby (Cargill S.A.)	De Sur (COOSEMMPA)	Roto el empaque			Ninguna de las anteriores	Ninguna de las anteriores



Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Anexo 4. Evidencias Fotográficas de la Aplicación de Encuesta a Comerciantes.

Figura A4.1. Encuesta en Distribuidora.



Figura A4.2. Encuesta en carnicería.





Anexo 5. Base de datos de encuesta a comerciantes.

Tabla A5.1

Respuesta a qué tipo de embutido distribuye

Carnicería	9
Ambos	5
Jamón	1
Mortadela	2
Salchichón	2
Embutidos elaborados por Industrias	4
Reguladas	
Jamón	2
Mortadela	2
Mercado	11
Ambos	7
Mortadela	5
Salchichón	2
Embutidos elaborados por Industrias	4
Reguladas	
Jamón	1
Salchichón	3
Pulpería	39
Ambos	2
Mortadela	1
Salchichón	1
Embutidos elaborados por Industrias	37
Reguladas	
Jamón	5
Mortadela	15
Salchichas	1



Salchichón	16
Supermercado	1
Embutidos elaborados por Industrias Reguladas	1
Mortadela	1
Total general	60

Tabla A5.2

Marca industrial que más distribuyen los comerciantes

Etiquetas de fila	Cainsa	Delmor	Kimby	Zurqui	Total general
Ambos	1	5	5	3	14
Embutidos elaborados por Industrias Reguladas	16	16	6	8	46
Total general	17	21	11	11	60

Tabla A5.3

Embutido más vendido

Jamón	9
Mortadela	26
Salchichas	1
Salchichón	24
Total general	60

Tabla A5.4.

Marcar artesanal más vendida

Coosemmpa (Del sur)	2
Doña Mirna	8
Industrias Don Pancho	2
Ninguna	48
Total general	60



Anexo 6. Desarrollo Experimental.

Figura A6.1. Preparación de la muestra.



Figura A6.2. Embolsado y etiquetado de muestras.



Figura A6.3. Cristalería preparada.



Figura A6.4. Solución Stock de NaNO_2 .

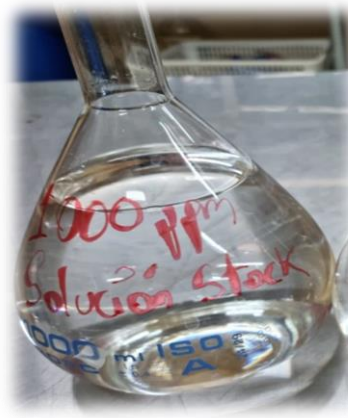


Figura A6.5. Solución Intermedia de NaNO_2 .

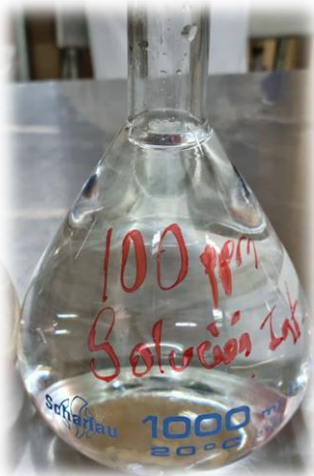
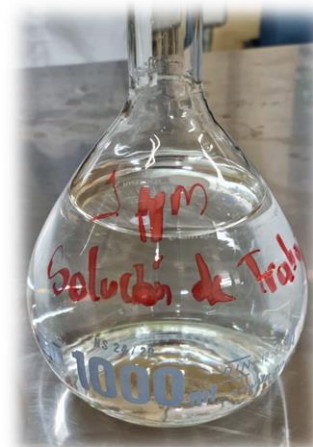


Figura A6.6. Solución Trabajo de NaNO_2 .





Evaluación de la concentración de nitrito de sodio en tres embutidos crudos de pasta fina comerciales de mayor consumo, dos elaboradas a nivel industrial y una artesanal.

Figura A6.7. Papel Filtro

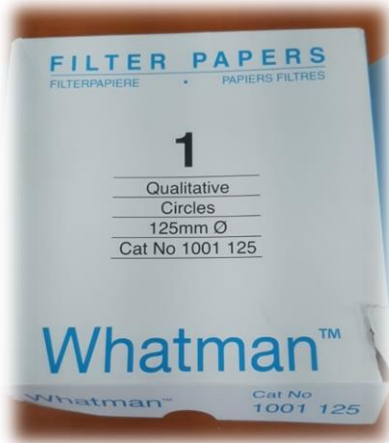


Figura A6.9. Pesado de muestras



Figura A6.11. Muestras filtradas.



Figura A6.8. Soluciones para el ajuste del espectrofotómetro.



Figura A6.10. Digestión de muestra

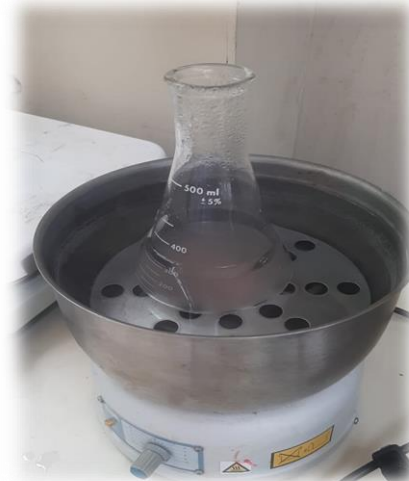




Figura A6.12. Muestras de Jamón



Figura A6.13. Construcción de la curva de Calibración

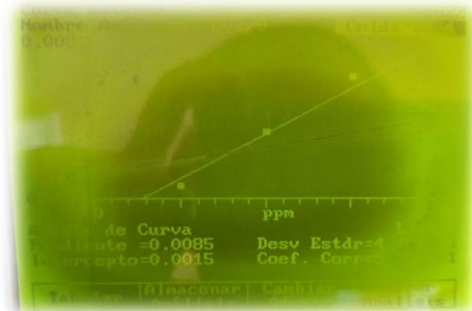


Figura A6.15. Absorbancias de las muestras de jamón

