

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas
Carrera de Bioquímica y Farmacia

**Análisis del contenido de cloruro de sodio en mortadela comercial tipo I y
validación de su etiqueta nutricional**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de
Bioquímica Farmacéutica

Autor:

Kelly Dayana Romero Chichande

Director:

Silvana Patricia Donoso Moscoso

ORCID:  0000-0002-8556-7334

Cuenca, Ecuador

2024-09-26

Resumen

La sal de mesa o cloruro de sodio, es un aditivo utilizado en diversas formas en la industria alimentaria, vital para la conservación y el sabor en productos procesados. No obstante, una ingesta excesiva puede agravar condiciones como la hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares. La Organización Mundial de la Salud recomienda consumir al día menos de 5 g de sal, que equivale a aproximadamente 85 mmol de sodio, para prevenir y controlar dichas enfermedades. Los productos cárnicos procesados como la mortadela, son ampliamente consumidos y aportan grandes cantidades de sodio a la dieta. Por lo tanto, es importante que los consumidores accedan a productos con la concentración de sodio que establecen las normativas y que las etiquetas nutricionales revelen la cantidad real del nutriente. Debido al impacto significativo del consumo excesivo de sodio en la salud, esta investigación se realizó para analizar el contenido de cloruro de sodio en mortadela comercial tipo I y validar el etiquetado y semáforo nutricional. Mediante el método de Volhard, se analizó la concentración de cloruro de sodio y se calculó el contenido de sodio en tres marcas de mortadela, utilizando muestras representativas recolectadas en tres ubicaciones. Los resultados demostraron que la cantidad de sodio es significativamente mayor al reportado en la etiqueta en las tres marcas. Una muestra de la marca MZ superó el umbral aceptado de hasta un 20% por encima del valor declarado en la etiqueta; sin embargo, todas las marcas cumplieron con el semáforo nutricional.

Palabras clave del autor: sal, embutidos, método de Volhard, semáforo nutricional



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

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

Abstract

Table salt, or sodium chloride, is an additive used in various forms in the food industry, vital for preservation and flavor in processed products. However, excessive intake can aggravate conditions such as arterial hypertension and cardiovascular diseases. The World Health Organization recommends consuming less than 5 g of salt per day, which is equivalent to approximately 85 mmol of sodium, to prevent and control such diseases. Processed meat products such as bologna are widely consumed and contribute large amounts of sodium to the diet. Therefore, it is important that consumers have access to products with the sodium concentration established by regulations and that nutrition labels disclose the actual amount of the nutrient. Due to the significant impact of excessive sodium consumption on health, this research was conducted to analyze the sodium chloride content in type I commercial mortadella and to validate the nutritional labeling and traffic light. Using Volhard's method, sodium chloride concentration was analyzed and sodium content was calculated in three brands of mortadella, using representative samples collected at three locations. The results showed that the amount of sodium is significantly higher than reported on the label in all three brands. One sample of the MZ brand exceeded the accepted threshold of up to 20% above the labeled value; however, all brands complied with the nutritional traffic light.

Author's keywords: salt, sausages, Volhard's method, nutritional traffic light



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

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

Índice de contenidos

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Dedicatoria.....	8
Agradecimiento.....	9
Introducción.....	10
Objetivos.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
1. MARCO TEÓRICO.....	13
1.1 La sal y su consumo en la historia.....	13
1.2 Sal en la dieta: beneficios y consideraciones.....	13
1.3 Efectos de la sobreingesta de sal en el organismo.....	14
1.3.1 Hipertensión arterial.....	14
1.3.2 Enfermedad renal.....	15
1.3.3 Enfermedad cardiovascular.....	15
1.4 Sodio en alimentos procesados y ultraprocesados.....	15
1.5 Productos cárnicos.....	16
1.5.1 Embutidos.....	17
1.5.1.1 Mortadela.....	17
1.5.2 Clasificación de los productos cárnicos.....	17
1.6 Métodos para cuantificar el contenido de sodio en alimentos.....	17
1.6.1 Método de Volhard.....	18
1.7 Etiquetado nutricional de alimentos.....	18
1.7.1 Semaforización nutricional.....	18
2. METODOLOGÍA.....	22
2.1 Tipo de diseño de investigación.....	22
2.2 Muestreo.....	22
2.3 Número y tamaño de las muestras.....	22
2.4 Recolección de las muestras.....	22
2.5 Transporte y almacenamiento de las muestras.....	23
2.6 Análisis del contenido de cloruro de sodio.....	23
2.6.1 Materiales, equipos y reactivos.....	23
2.6.1.1 Materiales y equipos.....	23
2.6.1.2 Reactivos.....	24
2.6.2 Preparación de la muestra.....	24
2.6.3 Procedimiento.....	25
2.6.4 Cálculos.....	25
2.6.4.1 El contenido de NaCl se estima mediante la siguiente fórmula.....	25
2.6.4.2 Expresión del contenido de sodio en miligramos.....	26
3. RESULTADOS.....	27
3.1 Evaluación del contenido de sodio en mortadela comercial tipo I.....	27
3.2 Análisis estadístico del contenido de Na mediante la Prueba t de Student.....	28
4. DISCUSIÓN.....	30

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
Referencias.....	35
Anexos.....	40

Índice de figuras

<i>Figura 1. Sistema gráfico del etiquetado de alimentos procesados.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2. Plano de zonas de muestreo.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3. Flujograma de procedimiento para la determinación de cloruro de sodio en las muestras.....</i>	<i>25</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Contenido de componentes y concentraciones permitidas.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Estadística descriptiva de los análisis del contenido de Na en mortadelas comerciales tipo I.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 3. Prueba t de Student.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4. Cumplimiento del semáforo nutricional para Sodio (sal): comparación de resultados experimentales.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5. Resultados del contenido de NaCl (%) y Na (mg) en mortadelas comerciales tipo I.....</i>	<i>43</i>

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, Alemania y Johnson. Por su amor incondicional, su inquebrantable apoyo, sus sacrificios, su comprensión y sus enseñanzas. Por ser mi guía y mi fortaleza en cada momento de mi vida. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado en cada paso de este camino. Este logro es tan suyo como mío.

A mis hermanos, Marlon y John. Por su aliento, su amor incondicional, su motivación y por estar siempre dispuestos a apoyarme. Su presencia ha sido una fuente de fortaleza y su confianza en mis capacidades me ha impulsado a seguir adelante.

A mi prima Brigitte, a quien valoro profundamente como una hermana. Por su apoyo incondicional, su cariño y sus palabras de aliento en los momentos más difíciles. Gracias por ser una parte tan especial de mi vida.

A todos ustedes, mi familia. Gracias por estar a mi lado y confiar en mí. Los quiero.

Kelly Dayana

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora, la Dra. Silvana Donoso. Por su orientación y apoyo en la realización de mi tesis. Aprecio su compromiso y los conocimientos que me ha transmitido. También quiero agradecer a la Universidad de Cuenca, por proporcionarme los recursos tecnológicos y el entorno académico para realizar mi investigación, especialmente el laboratorio de Análisis de Alimentos del Departamento de Biociencias.

Introducción

En el campo del desarrollo social y humano, la alimentación sigue siendo un factor crucial, ya que la calidad y el equilibrio nutricional proporcionan a las personas la oportunidad de mantener su bienestar y salud. En este sentido, la correcta información del etiquetado nutricional de los alimentos procesados y ultraprocesados se torna fundamental para la toma de decisiones informadas por parte de los consumidores. Las etiquetas y el semáforo nutricional juegan un papel clave, pues ofrecen datos esenciales sobre el contenido de nutrientes, como el sodio (sal), azúcar y las grasas, cuya ingesta excesiva afecta el estado de salud de la población (Cárdenas Andrade & Hinojosa Pérez, 2022).

La sal de mesa o cloruro de sodio (NaCl) es un compañero alimenticio integral de los humanos, no sólo porque aporta sabor y conserva los alimentos, sino porque además es esencial para diversas funciones biológicas, como el equilibrio de los líquidos corporales y la función nerviosa. Sin embargo, el consumo incontrolado de NaCl se ha identificado como un factor de riesgo en el desarrollo de enfermedades no transmisibles. Entre estas, la hipertensión arterial (HTA) presenta una alta prevalencia y se asocia con la aparición de enfermedades cardiovasculares (ECV). La HTA es responsable del 13 al 16% de todas las muertes que se producen a nivel mundial y es la causa del 45% de las muertes por enfermedad cardíaca y del 51% por ictus. Esta problemática destaca la necesidad de controlar la ingesta de sodio para prevenir dichas enfermedades (Rodríguez, Cobos, Martín, del Valle & Novalbos-Ruiz, 2023).

El consumo de sodio en la dieta se asocia con alimentos procesados y los embutidos como la mortadela constituyen una fuente importante de este mineral. Aproximadamente el 80% del sodio que consumimos proviene de alimentos procesados y el 20% se añade en la preparación de los alimentos (Argüelles, Núñez & Perillán, 2018).

Debido a la creciente preocupación por la salud, los consumidores necesitan tener acceso a información correcta sobre el contenido de sodio que poseen los alimentos. La mortadela, al ser una opción económica y fácilmente accesible para muchas personas, debe ser evaluada para garantizar que la información nutricional refleje adecuadamente la concentración real del NaCl.

El presente estudio tuvo como objetivo, analizar el contenido de NaCl en tres marcas de mortadela comercial tipo I mediante el método de Volhard, con el fin de hacer una comparación y validación del semáforo nutricional y el valor de sodio expuesto en la etiqueta. Se planteó que el contenido de sodio en la mortadela encontrado experimentalmente, difiere del valor declarado en la etiqueta nutricional. El método se aplicó

de manera rigurosa para obtener resultados confiables que puedan ser comparados con los valores de las etiquetas. Finalmente, se pudieron dar recomendaciones basadas en los hallazgos del estudio para promover la transparencia a los consumidores e impulsar a los fabricantes a mantener altos estándares de calidad en los productos alimenticios.

Objetivos

Objetivo general

- Analizar el contenido de sodio en mortadela comercial tipo I con el propósito de validar el valor expuesto en la etiqueta nutricional.

Objetivos específicos

1. Aplicar el método de Volhard para determinar la concentración de cloruro de sodio en muestras representativas de mortadela tipo I y posteriormente calcular la cantidad de sodio a partir de los resultados obtenidos.
2. Realizar una comparación de los resultados obtenidos experimentalmente en relación a la información expuesta en la etiqueta y en el semáforo nutricional.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 La sal y su consumo en la historia

El cloruro de sodio (NaCl), conocido coloquialmente como “sal de mesa” ó “sal común”, es una sal halógena neutra, formada mediante el enlace iónico entre un átomo de sodio y un átomo de cloro (Peso Molecular NaCl = 58,45 g/mol). Se trata de un sólido cristalino, incoloro y soluble en agua. La sal se obtiene primordialmente del agua de mar, el proceso de extracción implica la evaporación del agua, mientras esta se evapora, la concentración de sal aumenta y finalmente se forman salmueras, que son soluciones con un alto contenido de NaCl. Eventualmente, las salmueras comienzan a cristalizar y forman rocas evaporativas conocidas como sal bruta, para luego ser purificadas y aptas para el consumo humano (Gomez, Villanueva & Henriquez, 2019).

Cuando los humanos primitivos caminaban cazando y recolectando su comida, su acceso a los recursos era limitado y precario. La sal que consumían provenía únicamente de los alimentos naturales, principalmente vegetales, y su contenido en sodio era bastante bajo. Debido a esta escasez, el cuerpo humano desarrolló una capacidad impresionante para retener el poco sodio disponible en la dieta. Más tarde, aproximadamente en el año 5000 a.C, la sal comenzó a ser parte fundamental de la alimentación humana; los chinos en ese entonces descubrieron que la sal no era solo un condimento, sino también un conservante para los alimentos. Este descubrimiento cambió radicalmente la forma en que las personas almacenaban y consumían sus alimentos, dejando una huella profunda en la historia de la humanidad. La capacidad de conservar alimentos con sal no sólo significó una mayor seguridad alimentaria, sino que también permitió a las comunidades crecer y prosperar, ya que podían acumular reservas para tiempos de escasez (Monckeberg, 2012).

La demanda de sal aumentó considerablemente que de hecho se convirtió en un bien comercial, e incluso se usaba como moneda de intercambio. De allí proviene la palabra latina “salario” (Monckeberg, 2012).

1.2 Sal en la dieta: beneficios y consideraciones

Los componentes de la sal, los iones sodio y cloro, son nutrientes esenciales para el organismo y representan un rol fundamental en la conservación de la homeostasis de los distintos fluidos corporales. Dichos fluidos se ubican principalmente en los espacios extracelulares y el equilibrio hídrico depende de su concentración (Monckeberg, 2012).

Para el adecuado funcionamiento del cuerpo es necesario una ingesta de 10 a 20 mmol/día de sodio, lo que equivale al consumo diario de sal de mesa de 0,6 a 1,2 g. Hoy en día, el consumo de sal es a voluntad y depende del gusto de cada persona, pero en general la

ingesta es elevada. Alrededor del 15 % de la ingesta de sal proviene de la estructura elemental del alimento; un 10% de la usada durante la cocción o agregada en la mesa y el 75% a partir de alimentos elaborados a escala industrial. Reducir la ingesta de sal en la dieta desde el nivel global de 9 a 12 g/día hasta el recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de máximo 5 g/día, tiene un impacto importante en la reducción de los valores de presión arterial, esta medida podría prevenir hasta 2,5 millones de muertes por año en todo el mundo por ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares (Grau, Roig, Juncadella, Valero, Sotillo & Martín, 2021).

El sodio es un elemento irremplazable para la correcta función del organismo. Influye en el potencial de acción de neuronas como en células musculares, cuyos procesos dependen de alteraciones en la permeabilidad de la membrana al sodio; además desempeña un papel crucial en la regulación de la presión arterial y gracias a su capacidad osmótica participa controlando la volemia. Por otro lado, el cuerpo experimenta permanentemente pérdidas de sal, las cuales se eliminan mediante la sudoración, la orina y en las heces; y más aún cuando existe diarrea, vómitos o sudoración excesiva por entrenamiento, por estas razones es necesario restaurar las cantidades de sal constantemente y mantener concentraciones adecuadas de sodio y cloro (Romero, 2013).

Cuando se consume sal en exceso, el riñón es responsable de excretar el sodio hasta restablecer el equilibrio. Por el contrario, si disminuye la cantidad de sodio en la sangre, el riñón retiene el sodio (Monckeberg, 2012).

1.3 Efectos de la sobreingesta de sal en el organismo

1.3.1 Hipertensión arterial

El cuerpo humano no siempre se adapta bien a la ingesta de cantidades excesivas de sodio; para muchos, resulta en una elevación de la presión arterial (PA), incrementando el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, renales, ictus o hipertrofia ventricular izquierda. Se ha demostrado una estrecha relación entre la ingesta de sal y la PA, una reducción de 2,3 g/día de sal puede disminuir la PA en 3,82 mmHg; esta reducción es significativa en personas mayores en comparación con los jóvenes, y en hipertensos con respecto a normotensos. Sin embargo, es importante considerar que existen muchos otros factores que influyen en la PA, además del consumo de sal excesivo, un bajo consumo de potasio, dieta pobre en frutas y verduras, la obesidad y la falta de ejercicio también influyen considerablemente en la PA (Argüelles, Núñez & Perillán, 2018).

En el Ecuador, se ha observado un ascenso en la incidencia de afectados por la hipertensión arterial de 256 a 1084 casos por cada 100 mil habitantes durante el periodo de

2000 a 2009, y en Cuenca - Ecuador la prevalencia es de aproximadamente 25,8% (Ortiz-Benavides, Torres-Valdez, Sigüencia-Cruz, Añez-Ramos, Salazar-Vílchez, Rojas-Quintero & Bermúdez-Pirela, 2016).

1.3.2 Enfermedad renal

El consumo elevado de sal además puede agravar otra enfermedad no transmisible como la enfermedad renal (ER). Cuando la cantidad de sal que ingerimos no se controla adecuadamente, los riñones experimentan una mayor carga de trabajo debido a que los glomérulos necesitan filtrar el exceso de sodio del organismo. A largo plazo, este gasto energético excesivo de los riñones puede conllevar al desarrollo de enfermedad renal crónica. La dietoterapia en pacientes con ER incluye la eliminación o disminución del consumo de sal, así como mantener el equilibrio adecuado de líquidos es crucial para mitigar los efectos de la enfermedad y preservar la función renal (Delgado Peralta & Bernal Rivas, 2013).

1.3.3 Enfermedad cardiovascular

La enfermedad cardiovascular (ECV) es la principal causa de muerte en Latinoamérica y su control es una prioridad de salud pública. El consumo excesivo de sal es un factor de riesgo significativo para el desarrollo de ECV. Por esta razón, se recomienda reducir la ingesta de sodio para disminuir la presión arterial y, en consecuencia, reducir la incidencia de ECV (Gaitán, Chamorro, Cediel, Lozano & Gomes, 2015).

1.4 Sodio en alimentos procesados y ultraprocesados

Las dietas no saludables están relacionadas con la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles. El aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población general se asocia a la falta de actividad física, el consumo de alimentos de alta densidad energética y bajo aporte de nutrientes, y el aumento en las porciones de las comidas, entre otras. Además, el sobrepeso y la obesidad pueden ser un desencadenante del desarrollo de HTA y ECV (Mamani-Urrutia, Dominguez-Curi, Moreno-Díaz, Silva-Díaz & Bustamante-López, 2021).

Los alimentos procesados y ultraprocesados son muy accesibles para la mayoría de la población y, en comparación con otros alimentos saludables, su consumo elevado contribuye al rápido aumento de peso en las personas. Entre los componentes de esta clase de alimentos, además de grasas saturadas, grasas trans y azúcar, se encuentra el sodio en gran cantidad. Por esta razón, se ha estimado que hasta un 80% de la ingesta de este mineral proviene de alimentos procesados, como por ejemplo los derivados cárnicos (embutidos) (Carmona Garcés, Gómez Ramírez & Gaitán Charry, 2014).

Existen muchas razones por las que la industria de alimentos agrega grandes cantidades de sal a los productos que fabrica. Una de ellas es para prolongar la vida útil del alimento, haciendo uso de un ingrediente barato. Además, la sal se utiliza para conseguir un mejor sabor, textura y color, e incluso para enmascarar sabores amargos que pueden generarse durante el procesamiento industrial (Monckeberg, 2012).

1.5 Productos cárnicos

A nivel mundial, existen varios factores que llevan a las personas a consumir mayores cantidades de proteína animal, entre ellos el incremento de la población, los diferentes estilos de vida y los cambios en la dieta. Entre los años 2007 y 2050, se ha estimado que la demanda de productos cárnicos alrededor del mundo incrementará a un ritmo de 1,3% cada año (Lunavictoria & Rodríguez, 2021).

La carne y los productos cárnicos están establecidos como alimentos con grandes características nutricionales, estos aportan a nuestro organismo proteínas con aminoácidos esenciales para el bienestar humano, vitaminas, minerales y ácidos grasos, entre otros. Por otro lado, también contribuyen con grasas saturadas, colesterol, sal; las cuales en concentraciones elevadas puede traer implicaciones graves para la salud (Olmedilla-Alonso & Jiménez-Colmenero, 2014).

En el Ecuador, consumir alimentos que derivan de la carne se ha convertido en uno de los pilares de la alimentación, entre los cuales destacan los embutidos, cuyo consumo ha ido aumentando día a día debido a su accesible costo y rápida cocción (Lunavictoria & Rodríguez, 2021).

El consumo de estos productos cárnicos es considerable a nivel nacional, reflejando la importancia de la ganadería en la dieta y la economía del país. En 2023, se contabilizaron aproximadamente 3.7 millones de cabezas de ganado vacuno, 1 millón de porcinos, 562 mil ovinos, 34 mil asnos, 143 mil caballos, 54 mil mulas y 29 mil cabras. Además, en la región Sierra se concentra la mayor cantidad de cabezas de ganado vacuno con un 54,8 % del total nacional, seguida por la Costa con el 36,6 %, y la Amazonía con el 8,6 % (INEC, 2024).

Como se menciona en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1217:2013 “Carne y productos cárnicos: definiciones”, los productos cárnicos corresponden a ciertos alimentos elaborados principalmente con carnes en diversas formas, ya sea en piezas, troceadas o picadas, así como con grasa, tocino, sangre o menudencias comestibles; todo esto provenientes de especies de abasto, aves y caza autorizadas. Mientras se procesan estos productos, se someten a tratamientos que incluyen calor, secado-maduración, oreo, adobo,

marinado y adobado. Se les puede agregar diferentes ingredientes como condimentos, especias y aditivos autorizados. Los productos cárnicos pueden ser: crudos, curados o madurados, precocidos, cocidos, ahumados, escaldados.

1.5.1 Embutidos

Los embutidos son un tipo de alimento que presentan una gran aceptación debido a su practicidad de consumo y características organolépticas agradables. El embutido se define como la operación de introducir un producto cárnico que ya se definió anteriormente, en una tripa o envoltura natural o artificial. Entre los diferentes tipos de embutidos tenemos por ejemplo: salami, chorizo, salchicha, morcillas de sangre, fiambre, mortadela, entre otros (NTE INEN 1217:2013).

1.5.1.1 Mortadela

Es un tipo de embutido que se elabora a partir de una mezcla de carnes de animales de abasto con grasa de cerdo; la carne se corta y se pica finamente, luego se mezcla con la grasa para obtener una pasta suave y uniforme (emulsión), se embute en tripas artificiales que están aprobadas para su uso. Después, la mortadela se somete a un proceso de cocción que le da su textura característica y sabor distintivo (NTE INEN 1217:2013).

1.5.2 Clasificación de los productos cárnicos

En la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012 “Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos. ”, se establece una clasificación de los productos cárnicos de acuerdo al contenido de proteína en porcentaje:

- **Tipo I:** en los productos cárnicos crudos el porcentaje de proteína total debe ser mínimo de 14 y con ausencia de proteínas no cárnicas. En los cocidos el contenido de proteína total debe ser de mínimo 12% y con un máximo de proteína no cárnica del 2%.
- **Tipo II:** para productos crudos el contenido de proteína total mínima será de 12% y 2% como máximo para proteína no cárnica. En el caso de los cocidos la proteína total debe ser de mínimo 10% y 4% de proteína no cárnica.
- **Tipo III:** los productos cárnicos crudos deberán contener como mínimo 10% de proteína total y 4% de proteína no cárnica. Para los cocidos el contenido de proteína total mínima será de 8% y máximo 6% de proteína no cárnica.

1.6 Métodos para cuantificar el contenido de sodio en alimentos

Existen diversos métodos para analizar el contenido de sodio en distintos alimentos, los cuales son oficiales, más rápidos y menos costosos que el análisis mediante espectroscopía

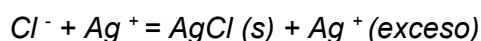
de absorción atómica o espectroscopía de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente. Entre ellos tenemos, el método con un electrodo selectivo de iones (ISE), el procedimiento de valoración de Mohr o Volhard, o tiras reactivas indicadoras (Nielsen, 2017).

1.6.1 Método de Volhard

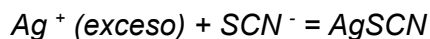
Se trata de un método de valoración indirecto (por retroceso), el cual es utilizado para la determinación de cloruros, bromuros y yoduros. A la mezcla del analito se le añade en exceso medido una solución patrón valorante de nitrato de plata (AgNO_3), en donde se forma un precipitado al reaccionar con el halogenuro. El exceso de AgNO_3 que no reaccionó se valora con una solución patrón de sulfocianuro de potasio o sulfocianuro de amonio y usando como indicador el ión férrico. El indicador utilizado usualmente es una solución saturada de sulfato férrico amoniacal en ácido nítrico al 20% V/V y el punto final de la titulación se detecta por la formación del complejo rojo ladrillo (de Andrade, 2022).

Ecuaciones iónicas netas del método:

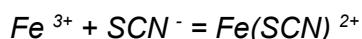
Precipitación del cloruro de plata



Titulación del exceso de plata con sulfocianuro



Detección del punto final con el indicador férrico



1.7 Etiquetado nutricional de alimentos

Tradicionalmente, el etiquetado en alimentos procesados ha aportado información de los ingredientes y nutrientes ya sea en la parte trasera o lateral de los productos, este etiquetado está controlado internacionalmente por la Comisión del Código Alimentarius. En varios países Latinoamericanos, como Ecuador, México, Chile y Perú, es obligatorio que los alimentos contengan en la parte delantera un etiquetado simplificado sobre nutrientes relevantes para la salud. Esta medida ha sido propuesta como una estrategia costo-efectiva para mejorar la calidad de la alimentación y facilitar la elección de opciones saludables (Santos-Antonio, Bravo-Rebatta, Velarde-Delgado & Aramburu, 2019).

1.7.1 Semaforización nutricional

En el pasado, la gran mayoría de los alimentos que se expendían en las ciudades de Ecuador carecían de valor nutricional, pero eran promovidos por campañas de marketing que influían sobre el consumidor. Como resultado, estos productos terminaban en los

hogares, provocando un aumento en diversas enfermedades asociadas con malos hábitos alimenticios, lo que afectaba la salud y la calidad de vida de los consumidores. A raíz del problema mencionado, impulsado por el éxito de una estrategia en el Reino Unido, en 2013 el gobierno ecuatoriano introdujo un sistema de semaforización de alimentos. Esta iniciativa tenía como objetivo hacer que los consumidores fueran más conscientes de sus elecciones alimenticias, destacando la importancia de la salud (Montilla Pacheco, Vicente Becerra & Reyes Chávez, 2019).

Desde el 18 de noviembre de 2013 los ministerios: Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), de Industrias y Productividad (MIPRO), Coordinador de Desarrollo Social (MCDS) y la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), expidieron la primera versión del Reglamento Sanitario para el Etiquetado de Alimentos Procesados de Consumo Humano (Montilla Pacheco, Vicente Becerra & Reyes Chávez, 2019).

Posteriormente, en agosto de 2014 se aprobó el “Reglamento Sanitario Sustitutivo de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano”, Acuerdo Ministerial 5103 y que actualmente sigue en vigencia, el cual nos dice que los alimentos procesados para el consumo humano deben reflejar en su etiqueta su verdadera naturaleza, composición, calidad, origen y cantidad del alimento que contienen, de esa manera se evita toda concepción errónea de las cualidades y beneficios del producto (MSP, 2014).

Por otra parte, de acuerdo al artículo 151 de la Ley Orgánica de Salud en el Ecuador, los envases de aquellos productos que contengan alimentos transgénicos ya sean de importación o de producción nacional, deben señalar obligatoriamente en su etiqueta, en forma visible y comprensible que los contienen. Cabe mencionar, que según lo establecido en la norma NTE INEN 1334-1, en el panel principal de la etiqueta del producto debe declararse, en letras resaltadas, “CONTIENE TRANSGÉNICOS”, esto cuando el contenido de la sustancia transgénica supere al 0,9 % en el producto (MSP, 2015; NTE INEN 1334-1:2014).

En lo que se refiere al contenido de sodio en los alimentos, las tolerancias permitidas que establece la NTE INEN 1334-2:2011 de “Rotulado de productos alimenticios para consumo humano”, menciona que el contenido del nutriente (sodio) en el producto no debe exceder en 20% de lo declarado en la etiqueta.

Todos los alimentos procesados para el consumo humano que se comercializan en el Ecuador, de fabricación nacional o importada, a excepción de los que se comercializan en los Duty Free, deben cumplir con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022 de

“Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados”, este documento nos dice que se debe colocar un sistema gráfico (semáforo nutricional) que consta de barras de colores colocadas de manera horizontal y según la concentración de los componentes (grasas, azúcares y sodio) pueden ser de color rojo, amarillo y verde:

- **Barra color rojo:** para componentes de alto contenido con la frase “ALTO EN...”
- **Barra color amarillo:** para componentes de medio contenido con la frase “MEDIO EN...”
- **Barra color verde:** para componentes de bajo contenido con la frase “BAJO EN...”

En la tabla 1 se expone la valoración del alimento procesado de acuerdo a los componentes y concentraciones permitidas de grasas, azúcares y sal:

Tabla 1. Contenido de componentes y concentraciones permitidas (RTE INEN 022 (2R), 2014).

Componentes	Concentración “Baja”	Concentración “Media”	Concentración “Alta”
Grasas totales	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 20 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 1,5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 1,5 y menor a 10 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 10 gramos en 100 mililitros
Azúcares	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos.
	Menor o igual a 2,5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 2,5 y menor a 7,5 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 7,5 gramos en 100 mililitros
Sal (sodio)	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos
	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 mililitros	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros

Para establecer si el alimento procesado tiene ALTO/MEDIO/BAJO contenido de componentes mencionados, se debe proceder de la siguiente manera:

- **En alimentos procesados sólidos:** comparar directamente los resultados de los análisis bromatológicos del alimento con los parámetros de la tabla 1.
- **En alimentos procesados líquidos:** los resultados del análisis bromatológico se deben transformar a volumen usando la fórmula de densidad y compararlo con lo indicado en la tabla 1.

El sistema gráfico o semáforo nutricional según los resultados de los análisis bromatológicos de los alimentos y posterior comparación con la tabla 1 podrá expresarse de la siguiente manera: “ALTO EN...”, “MEDIO EN...”, “BAJO EN...”, indicado a continuación:



Figura 1. Sistema gráfico del etiquetado de alimentos procesados (RTE INEN 022 (2R), 2014)

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de diseño de investigación

El presente estudio se basó en un diseño descriptivo de corte transversal, centrado en analizar el contenido de NaCl en mortadela comercial tipo I de 3 marcas y posteriormente validar la información proporcionada en su etiquetado nutricional. Al recolectar y examinar datos de muestras de mortadela en un momento específico, se obtuvo una visión clara y precisa de las características nutricionales de estos productos. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el uso de herramientas fundamentales como el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación entre los análisis; además, otra herramienta estadística que se usó fue la prueba t de Student, para comparar la concordancia entre el valor reportado en la etiqueta de las muestras de mortadela y el valor obtenido experimentalmente. Finalmente, el valor que se obtuvo de los análisis se comparó con las especificaciones de la semaforización nutricional, para determinar si concuerda o no con el semáforo expuesto en el empaque. Esta metodología permitió identificar posibles discrepancias entre el contenido real de sodio y lo declarado en las etiquetas, evaluando así la fiabilidad de la información ofrecida al consumidor.

2.2 Muestreo

Conforme con lo establecido en la norma NTE INEN 776:2013 sobre el muestreo en productos cárnicos elaborados y/o procesados, el muestreo se realizó al azar, por triplicado, del lote de producción y/o a nivel comercial; cantidad no mayor a 500 g. La selección de las muestras se hizo por conveniencia, recursos de tiempo y presupuesto limitados. En este caso, se recolectaron lotes distintos de muestras a nivel comercial de 3 marcas de mortadela tipo I.

2.3 Número y tamaño de las muestras

El número total de muestras para el análisis de mortadela comercial tipo I fue de 27. Se recolectaron 3 muestras de cada marca (3 marcas) en cada lugar de recolección (3 lugares), dando como resultado la recolección de 9 muestras en cada sitio, el total de las marchas analíticas fue de 54. Los pesos de las muestras fueron entre 100 y 170 gramos de mortadela empaquetadas en rodajas y cada una de lotes diferentes (Anexo G). Las codificaciones para las 3 marcas de mortadela analizadas fueron las siguientes: MX, MY y MZ.

2.4 Recolección de las muestras

Para asegurar una representatividad geográfica de las muestras, la ciudad de Cuenca se dividió en 3 zonas: Este, Centro y Oeste (Figura 2). Además, se verificó que los 3 tipos de marcas sujetas a análisis estén disponibles en los 3 establecimientos que se eligieron. Las

muestras se recolectaron en el mercado “Feria libre” y en los supermercados “Tía” y “Supermaxi”.

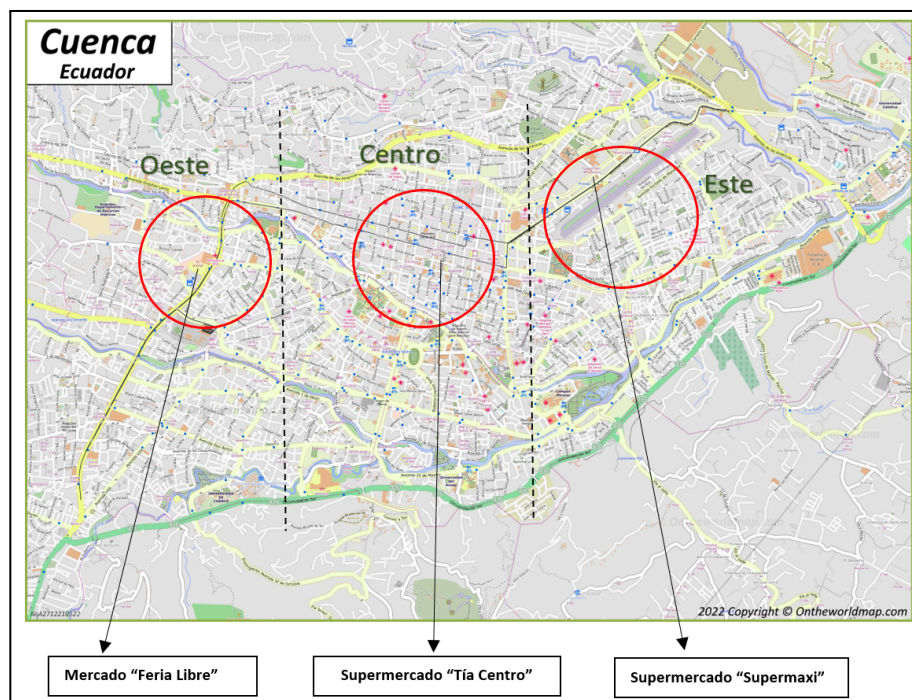


Figura 2. Plano de zonas de muestreo.

2.5 Transporte y almacenamiento de las muestras

Las muestras se recolectaron el mismo día que serían analizadas y fueron transportadas en cooler hacia el Laboratorio de Análisis de Alimentos del Departamento de Biociencias de la Universidad de Cuenca; además, se mantuvieron en refrigeración hasta iniciar con las preparaciones y posterior análisis.

2.6 Análisis del contenido de cloruro de sodio

De acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 1841-1:2013, el análisis de cloruros en productos cárnicos se realiza mediante el método de Volhard.

El principio del método se basa en extraer la muestra que se analizará, con agua caliente y precipitar las proteínas. Después se filtra y se acidifica, para poder añadir al extracto un exceso de solución de nitrato de plata (AgNO_3) y titular este exceso con solución de sulfocianuro de potasio (KSCN), el indicador es una solución saturada de sulfato férrico amoniacal (NTE INEN-ISO 1841-1:2013).

2.6.1 Materiales, equipos y reactivos

2.6.1.1 Materiales y equipos

Materiales

- Triturador de alimentos
- Erlenmeyer de 250 mL
- Matraz aforado de 200 mL
- Embudos
- Papel filtro
- Pipetas serológicas
- Bureta

Equipos

- Balanza analítica (Sartorius ED224S Extend)
- Baño de María (MEMMERT WNB-22)
- Cocineta eléctrica

2.6.1.2 Reactivos

- Agua destilada
- Nitrobenzeno (Merck)
- Ácido nítrico 4N
- Solución 0,1N de nitrato de plata
- Solución 0,1N de sulfocianuro de potasio
- Solución indicadora de sulfato férrico amoniacal
- Solución para precipitar proteínas:
Reactivo A y Reactivo B

2.6.2 Preparación de la muestra

Cada muestra recolectada previamente se trituró en un procesador de alimentos y se homogeneizó para obtener una masa uniforme. A partir de la masa se obtuvieron los 10 g para el análisis y su respectivo duplicado.

2.6.3 Procedimiento

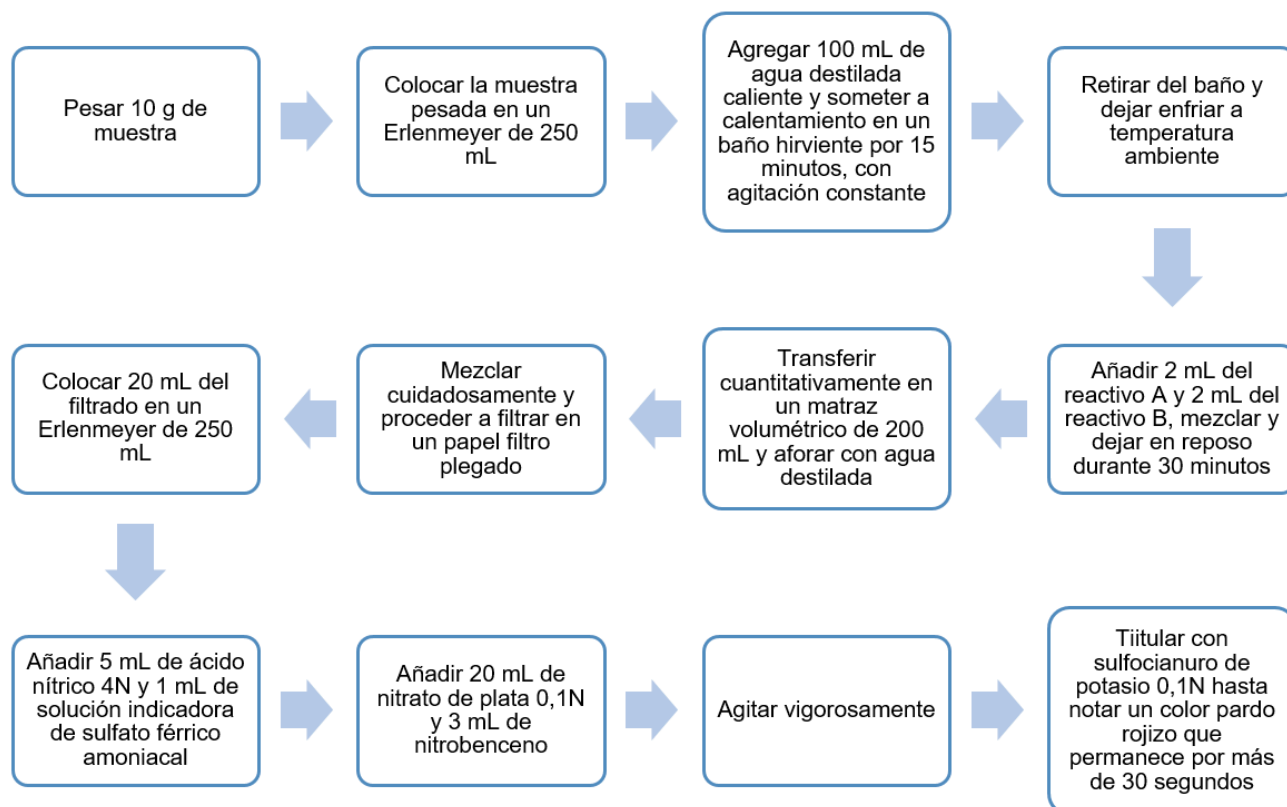


Figura 3. Flujograma de procedimiento para la determinación de cloruro de sodio en las muestras (NTE INEN-ISO 1841-1:2013)

2.6.4 Cálculos

2.6.4.1 El contenido de NaCl se estima mediante la siguiente fórmula

$$\%NaCl = \frac{((20 \times N - V \times N') \times 0,0585)}{m} \times 100$$

Donde:

NaCl = contenido de cloruro de sodio, en porcentaje de masa.

V = volumen de la solución 0,1 N de sulfocianuro de potasio utilizado en la titulación.

N' = normalidad del sulfocianuro de potasio.

m = masa de la muestra en gramos.

N = normalidad del nitrato de plata.

0,0585 = mEq gramo del cloruro de sodio.

20 mL = volumen correspondiente de nitrato de plata.

2.6.4.2 Expresión del contenido de sodio en miligramos

En 1 g de NaCl hay aproximadamente 39,37% de sodio.

$$Na (mg) = \frac{NaCl (mg) \times 394 \text{ mg de Na}}{1000 \text{ mg NaCl}}$$

3. RESULTADOS

3.1 Evaluación del contenido de sodio en mortadela comercial tipo I

Tal como se detalló en el Capítulo 2, el análisis del contenido de sodio se realizó en 3 marcas de mortadela comercial tipo I, codificadas como MX, MY y MZ. Para cada muestra se realizó el análisis por duplicado, donde 'D' indica el duplicado del análisis, como se muestra en la Tabla 5 (Anexo F). Posteriormente, se efectuaron los cálculos para determinar el porcentaje de NaCl y, a partir de este valor se obtuvo la cantidad de Na. El resultado se reportó en mg de sodio por cada 100 g de alimento.

Ejemplificación del cálculo para la primera marcha analítica **M 1** de la marca **MX**:

Volumen usado del titulante sulfocianuro de potasio 0,1N: 75,3 mL

Peso de la muestra: 10 g

- **Estimación del contenido de NaCl en porcentaje y en miligramos**

$$\%NaCl = - \frac{((20 \times 0,1N) - (75,3 \text{ mL} \times 0,102N)) \times 0,0585}{10 \text{ g}} \times 100$$

$$\%NaCl = 3,323$$

$$En \text{ mg} = 3,323 \text{ g} \times 1000 = 3323 \text{ mg de NaCl}$$

- **Miligramos de Na en 100 gramos de muestra**

$$Na \text{ (mg)} = \frac{3323 \text{ mg de NaCl} \times 394 \text{ mg de Na}}{1000 \text{ mg NaCl}} = 1309,26 \text{ mg de Na}$$

En la marca de mortadela MX se encontraron 1309,26 mg de Na en 100 g de alimento (Tabla 5).

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 1841-1:2013, que se refiere a la determinación de cloruros en carne y productos cárnicos mediante el método Volhard, establece que la diferencia entre los resultados de dos determinaciones realizadas con el mismo método, materiales, y equipos, en el mismo laboratorio y efectuadas por el mismo analista en un intervalo corto de tiempo, no debe ser mayor al 0,20% (p/p) para productos que contengan mayor a 2% de cloruro de sodio.

En las mortadelas comerciales tipo I (MX, MY, MZ), el contenido de NaCl es mayor a 2%. Por lo tanto, las diferencias entre los resultados de los análisis efectuados por duplicado no

superaron el 0,20% (p/p), lo que indica que las mediciones están dentro del rango aceptable de variabilidad.

Tabla 2. Estadística descriptiva de los análisis del contenido de Na en mortadelas comerciales tipo I

Estadística descriptiva	Promedio Na (mg) en 100 g de alimento	Desviación estándar (mg)	Coefficiente de variación %
MX	1236,04	38,56	3,12
MY	1164,61	52,04	4,47
MZ	1337,37	29,51	2,21

3.2 Análisis estadístico del contenido de Na mediante la Prueba t de Student

Para determinar si el contenido de sodio de las muestras de mortadela analizadas es significativamente mayor que el reportado en la etiqueta, se realizó una prueba t de Student de una cola (Tabla 3). En este caso, se aplicó una prueba t para una muestra, en la cual se comparó el valor experimental obtenido de las muestras analizadas con el valor considerado como verdadero, que es el contenido de sodio reportado en la etiqueta. Esta prueba se aplicó tres veces, una para cada marca de mortadela. Se llevó a cabo con 17 grados de libertad, calculados como $n - 1$ (donde n es el número de muestras analizadas por marca, $18 - 1 = 17$).

Hipótesis Nula (H_0):

- El contenido de sodio en las muestras de mortadela es igual al valor reportado en la etiqueta nutricional.

Hipótesis Alternativa (H_1):

- El contenido de sodio en las muestras de mortadela es mayor que el valor reportado en la etiqueta nutricional.

Debido a que el valor p asociado con la estadística t fue menor que 0.001 ($p < 0.001$) para las 3 marcas estudiadas, lo que indica que el valor p es también menor que 0.05, nos sugiere una diferencia estadísticamente significativa. Por esa razón, se rechazó la hipótesis nula en favor de la alternativa y se estableció que el contenido de sodio en las tres marcas de mortadela es significativamente mayor que el valor reportado en la etiqueta.

Tabla 3. Prueba t de Student

	Promedio de Na (mg)	Valor de Na (mg) reportado en la etiqueta en 100 g de alimento	Prueba t de Student
MX	1236,04	1109,1	t (17)= 13,97 p < 0.001
MY	1164,61	1072,7	t (17)= 7,49 p < 0.001
MZ	1337,37	1150	t (17)= 26,94 p < 0.001

Tabla 4. Cumplimiento del semáforo nutricional para Sodio (sal): comparación de resultados experimentales

Mortadelas comerciales tipo I	MX	MY	MZ
Promedio Na (mg) obtenido experimentalmente en 100 g de alimento	1236,04	1164,61	1337,37
Especificaciones RTE INEN 022 (2R)	Concentración “Alta”: igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos de alimento		
Cumple con el semáforo nutricional	Sí	Sí	Sí

4. DISCUSIÓN

En la presente investigación, se estudió el contenido de cloruro de sodio y sodio en tres marcas de mortadela comercial tipo I. Posteriormente, se compararon los resultados experimentales con la información proporcionada en el empaque del producto, específicamente en relación con la concentración de sodio y el semáforo nutricional. Esta comparación permitió evaluar la información dada por los fabricantes, obteniéndose discrepancias entre el contenido de sodio obtenido experimentalmente y el reportado en la etiqueta. Estas discrepancias pueden tener implicaciones significativas en la salud de los consumidores. El análisis de cloruros se desarrolló mediante el método Volhard, debido a que es el oficial para carne y productos cárnicos establecido por la ISO, adoptada y publicada por el INEN (NTE INEN-ISO 1841-1:2013).

Las tres marcas de mortadela analizadas, identificadas como MX, MY y MZ, presentaron valores elevados de sodio respecto al valor que se evidencia en la etiqueta. Sin embargo, de acuerdo a la NTE INEN 1334-2:2011, el contenido de sodio en el producto no debe exceder en más del 20% el valor declarado en la etiqueta. Para la marca MX, el límite permitido es hasta 1330,92 mg; para MY, hasta 1287, 24 mg; y para MZ, hasta 1380 mg. Las marcas MX y MY, no superaron el 20% del valor declarado. En contraste, la marca MZ, presentó algunos valores de sodio cercanos al límite máximo permitido y uno ($M2=1386,88$ mg Na) excedió ese 20% aceptado (Tabla 5). Según un estudio realizado por Mill Ballester, Fernández Triana, García Calzadilla, Gourriel Goicochea & Moreno Téllez (2018), en el que se evaluó el contenido de cloruro de sodio en productos cárnicos de consumo poblacional en Cuba, se encontró que en 7 grupos de productos cárnicos (86 muestras analizadas en total) el 50% superaron la dosis de sal recomendada por la FSA (Food Standards Agency). Para la mortadela, en el estudio se menciona que la FSA permite un nivel máximo de Na de 1000 mg por cada 100 g de alimento. En la presente investigación, las marcas de mortadela no solo presentaron valores elevados respecto al recomendado por la FSA, sino que además los resultados experimentales demostraron que los niveles de sodio en las muestras eran incluso mayores que los valores expuestos en las etiquetas, revelando una notable diferencia con los estándares establecidos.

Según los resultados de los análisis, la concentración alta de sodio encontrado en las muestras de mortadela puede representar riesgos significativos para la salud de los consumidores que confían en el etiquetado que les proporcionan los fabricantes. Como se discutió ampliamente en el marco teórico, la ingesta excesiva de sodio puede agravar enfermedades como la hipertensión arterial, las enfermedades cardiovasculares y la enfermedad renal, entre otras. La OMS, recomienda consumir al día un máximo de 5 g de

sal para reducir el desarrollo de estas enfermedades. En la NTE INEN 1334-2:2011, nos menciona que el sodio es un nutriente de declaración obligatoria y que su valor diario recomendado (VDR) en niños mayores de 4 años y adultos es de máximo 2400 mg. Por lo tanto, es importante que los productos cárnicos en este caso la mortadela refleje con mayor exactitud el contenido de sodio o que los fabricantes reduzcan el uso de sal, alineándose con las recomendaciones de salud pública y mejorando la calidad nutricional de los alimentos.

El método Volhard presenta varias limitaciones, como el alto precio del nitrato de plata, la formación de un fondo lechoso de cloruro de plata, y el uso de nitrobenceno, que es altamente tóxico y se considera cancerígeno. Además, este método posee baja sensibilidad y especificidad. Esto se debe a que el punto de viraje es determinado visualmente, lo que puede afectar la precisión en la detección de pequeñas concentraciones de cloruros. También, al ser un método no específico, determina la cantidad total de cloruros en la muestra sin distinguir entre diferentes tipos de cloruros. En productos cárnicos, donde el NaCl puede ser parcialmente o totalmente sustituido por cloruro de potasio (KCl) para reducir el contenido de sodio, el método no distingue entre el cloruro de sodio y otros cloruros presentes, como el KCl. Esto conduce a una sobrestimación de la cantidad de sodio, ya que el análisis refleja la concentración total de cloruros y no exclusivamente el NaCl (Pérez-Martínez, 2017; Pérez-Palacios, Salas, Muñoz, Ocaña & Antequera, 2022).

Los resultados obtenidos en cuanto a los promedios del contenido de sodio en cada marca, mostraron una media que indica el contenido elevado en comparación con la información del etiquetado nutricional: **MX $\bar{x}$ = 1236,04 mg** , **MY $\bar{x}$ = 1164,61 mg** y **MZ $\bar{x}$ = 1337,37 mg**. En cuanto a la desviación estándar, los valores para cada marca respectivamente fueron: 38,56 mg, 52,04 mg y 29,51 mg. Estos resultados, son comparativamente bajos con respecto al promedio e indican una baja dispersión en los datos obtenidos y, por ende, una alta consistencia en el contenido de sodio analizado de cada marca. Los valores del coeficiente de variación (CV) fueron menores al 5%: **3,12%**, **4,47%** y **2,21%** para cada marca respectivamente (Tabla 2). Estos bajos valores corroboran la baja variabilidad en los análisis de cada marca. En la herramienta estadística que se aplicó, la prueba t de Student, utilizada para determinar si el valor elevado de sodio en cada marca es estadísticamente significativo al registrado en la etiqueta, los resultados fueron: MX: **t (17) = 13,97 p < 0.001**, MY: **t (17) = 7,49 p < 0.001** y MZ: **t (17) = 26,94 p < 0.001** (Tabla 3). Llegando a la conclusión de que el contenido de sodio en las 3 marcas de mortadela tipo I analizadas es significativamente mayor al que se observa en la etiqueta.

En lo que respecta al cumplimiento de la semaforización nutricional (Tabla 4), las tres marcas de mortadela comercial tipo I cumplieron con las especificaciones para productos que contienen igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos de alimento, según lo dispuesto en la RTE INEN 022 (2R). Los resultados ya mencionados anteriormente fueron los siguientes: MX $\bar{x}$ = 1236,04 mg , MY $\bar{x}$ = 1164,61 mg y MZ $\bar{x}$ = 1337,37. Estos valores, mayores a 600 mg indican una concentración alta de sal (sodio) y se exponen correctamente con coloración roja en el semáforo (ALTO en SAL). La semaforización nutricional en Ecuador es bien conocida y entendida por los consumidores, quienes la consideran una fuente valiosa y crucial de información, ayudándoles a tomar decisiones más saludables sobre lo que consumen (Díaz, Veliz, Rivas-Mariño, Vance, Martínez & Vaca, 2017).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La investigación tuvo como objetivos analizar la concentración de sodio en muestras representativas de mortadela comercial tipo I y validar los resultados con la información dada en la etiqueta y en el semáforo nutricional, usando el método Volhard, especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 1841-1:2013. Este método, aunque es oficial, puede llegar a presentar limitaciones como sobreestimar la concentración de sodio en productos en donde incluyan otros cloruros como el KCl.
- Los resultados experimentales revelaron que las tres marcas de mortadela analizadas presentaron disconformidad entre el contenido de sodio dado por los fabricantes y el real. Particularmente, la marca MZ superó el límite permitido del 20%. En cambio, las marcas MX y MY no sobrepasaron el límite establecido pero aún así los valores se encontraron elevados con respecto a lo declarado en sus respectivas etiquetas. En lo que respecta al cumplimiento del sistema gráfico (semáforo nutricional), las tres marcas cumplieron con las especificaciones, mostrando correctamente la alta concentración de sodio.
- Los análisis estadísticos mostraron poca variabilidad en los datos obtenidos, lo cual indica una alta consistencia en los resultados, el CV fue el óptimo (menor a 5%). La prueba t de Student que se aplicó, indicó que los valores son significativamente mayores a los valores de sodio de las etiquetas.

Recomendaciones

- Es esencial que los fabricantes consideren reducir el uso de sal en la producción de la mortadela y mejoren la exactitud del etiquetado en sus empaques. De esta manera, se alinearán con las recomendaciones de salud pública y las normativas oficiales, mejorando la calidad nutricional de los alimentos y reduciendo los riesgos que se asocian al consumo excesivo de sodio.
- Con el objetivo de mejorar el valor nutricional de la mortadela, se recomienda la sustitución parcial del NaCl por KCl, cloruro de magnesio ($MgCl_2$) o cloruro de calcio ($CaCl_2$). Estos sustitutos son eficaces en mantener la calidad sensorial y fisicoquímica de los productos cárnicos. Además, se pueden incorporar aditivos como la celulosa/quitosano para mejorar la aceptabilidad sensorial, debido a que le proporcionan textura y sabor agradables a los embutidos (Yengle & Layza, 2021).
- Se recomienda implementar el uso de electrodos selectivos de iones (ISE) o tiras reactivas para la determinación de sodio o cloruros. El ISE mide el potencial eléctrico generado por los iones en la muestra. Por otro lado, las tiras reactivas son una opción más económica y sencilla, que proporcionan resultados rápidos al generar un cambio de color proporcional a la concentración de cloruros. Estos métodos ofrecen una práctica alternativa a los métodos volumétricos tradicionales, reduciendo costos y mejorando la eficiencia del proceso (Nielsen, 2017).
- Se recomienda considerar el uso de espectroscopía de absorción atómica (AA) y espectroscopía de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) para la determinación de sodio. Ambos métodos ofrecen alta especificidad y precisión, la AA se basa en la absorción de energía por los átomos cuando son excitados por una llama, y la cantidad de energía absorbida se relaciona linealmente con su concentración. Por su parte, la ICP-OES mide la energía emitida por los átomos excitados en un plasma, proporcionando también una relación lineal entre la emisión y la concentración del elemento. Aunque son más costosos, proporcionan resultados detallados y exactos, lo que los hace adecuados para análisis precisos (Nielsen, 2017).
- Se debe controlar con mayor rigurosidad la calidad de los alimentos procesados, sobre todo los que tienen alta concentración de azúcar, sal y grasas. Tarea que debe ser liderada por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) para asegurar la protección de la salud pública en Ecuador.

Referencias

- Argüelles, J., Núñez, P & Perillán, C. (2018). Consumo excesivo de sal e hipertensión arterial: Implicaciones para la salud pública. *Revista mexicana de trastornos alimentarios*, 9(1), 119-128. <https://doi.org/10.22201/fesi.20071523e.2018.1.466>
- Cárdenas Andrade, M. C., & Hinojosa Pérez, R. M. (2022). *Influencia del semáforo nutricional y etiquetado nutricional en la decisión de compra de alimentos procesados* (Tesis de grado). UNEMI. <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/6757/MARÍA%20CRISTINA%20CÁRDENAS%20ANDRADE%20.pdf?sequence=1>
- Carmona Garcés, I., Gómez Ramírez, B, & Gaitán Charry, D. (2014). Contenido de sodio en alimentos procesados comercializados en Colombia, según el etiquetado nutricional. *Perspectivas en Nutrición Humana* , 16 (1), 61-82. Recuperado el 25 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082014000100006&lng=en&tlng=es.
- de Andrade, J. C. (2022). *Química analítica básica: volumetria de precipitação*. *Revista Chemkeys*, 4, e022002-e022002. doi: 10.20396/chemkeys.v4i00.17108
- Delgado Peralta, J & Bernal Rivas, J. (2013). Prácticas vinculadas al consumo de sal en pacientes con enfermedad renal. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 26(2), 69-72. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522013000200002&lng=es&tlng=es.
- Díaz, A. A., Veliz, P. M., Rivas-Mariño, G., Vance Mafla, C., Martínez, L & Vaca, C. (2017). Etiquetado de alimentos en Ecuador: implementación, resultados y acciones pendientes. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 41, e54. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6612743/pdf/rpsp-41-e54.pdf>
- Gaitán, D., Chamorro, R., Cediell, G., Lozano, G & Gomes, F. (2015). Sodio y Enfermedad Cardiovascular: Contexto en Latinoamérica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(4), 206-215. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222015000400001&lng=es&tlng=es.

- Gomez, Y., Villanueva, S., & Henriquez, M. (2019). Tecnologías para la obtención del cloruro de sodio (NaCl) grado farmacéutico. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(12), 18-18. Obtenido de <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2190/1231>
- Grau, I. R., Roig, R. R., Juncadella, A. D., Valero, J. A. G., Sotillo, D. R., & Martín, I. R. (2021). Conocimientos y consumo de sal en profesionales sanitarios y población general. *Atención Primaria Práctica*, 3(3), 100091. doi.org/10.1016/j.appr.2021.100091
- INEC. (2024). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Boletín Técnico. Quito, Ecuador. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Boletin_tecnico_ESPAC_2023.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Requisitos.* <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INE-N-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2012). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1217:2013. Carne y productos cárnicos: definiciones.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 776:2013. Carne y productos cárnicos. Muestreo.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 1841-1:2013. Carne y productos cárnicos - Determinación del contenido de cloruros - Parte 1: método Volhard (idt).*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos.* <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INE-N-1334-1-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-1.pdf>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2014). Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 022 (2R). Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-022-2R.pdf>
- Lunavictoria, J. C. S., & Rodríguez, C. A. D. (2021). Análisis de la producción y consumo de carne en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *ConcienciaDigital*, 4(2.1), 81-91.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1.1709>
- Mamani-Urrutia, V., Dominguez-Curi, C., Moreno-Díaz, A., Silva-Díaz, V & Bustamante-López, A. (2021). Evaluación de alimentos procesados y ultraprocesados: Un análisis antes de la implementación del etiquetado frontal en Perú. *Revista chilena de nutrición*, 48(3), 355-365.
<https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182021000300355>
- Mill Ballester, A., Fernández Triana, I., García Calzadilla, C., Goicochea, G., Tellez, A. M., & Lidia, O. (2018). Evaluación del contenido de cloruro de sodio en productos cárnicos de consumo poblacional. In *Cuba Salud 2018*.
<http://www.convencionsalud2018.sld.cu/index.php/connvencionsalud/2018/paper/viewPDFInterstitial/1974/1348>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador MSP. (2014). *Reglamento Sanitario Sustitutivo de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano*. Acuerdo Ministerial 5103. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu175772.pdf>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador MSP. (2015). *Ley Orgánica de Salud*.
<https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORGÁNICA-DE-SALUD4.pdf>
- Monckeberg B, Fernando. (2012). La sal es esencial para la vida, pero ¿cuánta?. *Revista Chilena de Nutrición*, 39 (4), 192-195.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000400013>
- Montilla Pacheco, A., Vicente Becerra, J & Reyes Chávez, L. (2019). La semaforización nutricional y su influencia en la salud de la población ecuatoriana. *Ciencia y Salud*, 3(3), 15-22. <https://doi.org/10.22206/cysa.2019.v3i3.pp15-22>
- Nielsen, S. (2017). *Food Analysis Laboratory Manual, Food Science Text Series*. (3ª ed.) Purdue University DOI 10.1007/978-3-319-44127-6_19

- Olmedilla-Alonso, B & Jiménez-Colmenero, F. (2014). Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1197-1209. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7389>. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000600001
- Ortiz-Benavides, R., Torres-Valdez, M., Sigüencia-Cruz, W., Añez-Ramos, R., Salazar-Vílchez, J., Rojas-Quintero, J & Bermúdez-Pirela, V. (2016). Factores de riesgo para hipertensión arterial en población adulta de una región urbana de Ecuador. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 33(2), 248-255. <https://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2016.332.2214>
- Pérez-Martínez, P. (2017). Análisis volumétrico de interés farmacéutico: Valoradores automáticos. (Tesis de grado). Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/65309/Análisis%20volumétrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perez-Palacios, T., Salas, A., Muñoz, A., Ocaña, ER, & Antequera, T. (2022). Sodium chloride determination in meat products: Comparison of the official titration-based method with atomic absorption spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 108, 104425. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157522000436>
- Rodríguez, A. J., Cobos, L. P., Martín, A. R., del Valle, P. F., & Novalbos-Ruiz, J. P. (2023). Correlaciones entre la ingesta de sal en la dieta y la eliminación de sodio en la orina de 24 h en una muestra de población urbana de Cáceres. *Atención Primaria*, 55(1), 102513. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2022.102513>
- Romero, C. E. (2013). Disminución del consumo de sal en la población:¿ recomendar o no recomendar?. *Revista Uruguaya de Cardiología*, 28(2), 263-272. Obtenido de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/ruc/v28n2/v28n2a19.pdf>
- Santos-Antonio, G., Bravo-Rebatta, F., Velarde-Delgado, P., & Aramburu, A. (2019). Efectos del etiquetado nutricional frontal de alimentos y bebidas: sinopsis de revisiones sistemáticas [Effects of front-of-package nutritional labeling of food and beverages: synopsis of systematic reviews Efeitos da rotulagem nutricional frontal de alimentos e bebidas: sumário de estudos de revisão sistemática]. *Revista panamericana de salud pública = Pan American journal of public health*, 43, e62. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.62>

Yengle, K & Layza, V. (2021). Retos actuales y tendencias futuras en la fortificación nutricional y reducción de sustancias dañinas en alimentos de consumo masivo: pastas, embutidos y quesos. *Manglar*, 18(3), 329-341. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.043>

Anexos

Anexo A: preparación de reactivos

1. Ácido nítrico 4N

Para preparar 1 L de una solución 1N de ácido nítrico puro, se necesitan 63 g. Para preparar 100 mL de una solución de ácido nítrico 4N a partir de una concentración del 69% (p/p) y una densidad de 1,42 g/ mL, se realiza lo siguiente:

$$\text{Gramos de } HNO_3 = 4N \times 0,1 L \times 63,01 \frac{g}{mol} = 25,204 g$$

$$\text{Concentración 69\% (p/p) } HNO_3 = \frac{25,204 g}{0,69} = 36,528 g$$

$$\text{Densidad 1,42 g/mL } HNO_3 = \frac{m}{v}$$

$$\text{Volumen } HNO_3 = \frac{36,528 g}{1,42 g/mL} = 25,723 mL$$

Para preparar los 100 mL de ácido nítrico 4N con concentración= 69% (p/p) y densidad= 1.42 g/mL, necesito medir 25,723 mL del ácido y diluir a 100 mL con agua destilada en un matraz de aforo.

2. Solución para precipitar proteínas

- **Reactivo A:** disolver 10,6 g de ferrocianuro de potasio trihidratado $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, en una alícuota de agua destilada y diluir a 100 mL.
- **Reactivo B:** disolver 22 g de acetato de zinc dihidratado $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ y 3 mL de ácido acético glacial en agua destilada y diluir a 1000 mL.

3. Solución 0,1N de nitrato de plata $AgNO_3$

Disolver en una alícuota de agua destilada 16,989 g de nitrato de plata, previamente secado durante 2 horas a $150^\circ C \pm 2^\circ C$ y enfriado en un desecador. Trasvasar cuantitativamente a un matraz de aforo de 1000 mL y diluir con agua destilada.

4. Solución indicadora de sulfato férrico amoniacal

Disolver 20 g de sulfato férrico amoniacal en 50 mL de agua. Añadir ácido nítrico que ya se preparó hasta color marrón amarillento.

5. Solución 0,1N de sulfocianuro de potasio

Disolver 9,72 g de sulfocianuro de potasio en una alícuota de agua destilada y aforar a 1000 mL. Realizar la estandarización.

6. Estandarización del sulfocianuro de potasio 0,1N

Una vez preparada la solución se procedió a estandarizar.

- En un Erlenmeyer se colocó 10 mL de nitrato de plata 0,1N preparado anteriormente, 10 mL de agua destilada, 1 mL de ácido nítrico y 1 mL de solución indicadora de sulfato férrico amoniacal preparado; posteriormente se mezcló muy bien.
- Se tituló con el sulfocianuro de potasio 0,1N. El viraje se obtiene hasta llegar a un color salmón que perdura por más de 40 segundos.
- Se anotó el volumen usado de titulante (9,8 mL)
- Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

V1= volumen de nitrato de plata

N1= normalidad del nitrato de plata

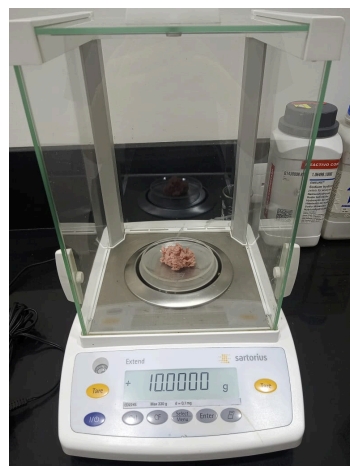
V2= volumen del sulfocianuro de potasio

N2= normalidad del sulfocianuro de potasio

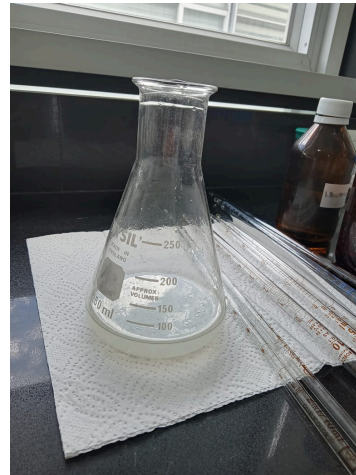
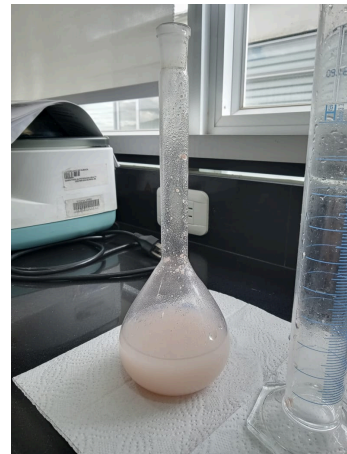
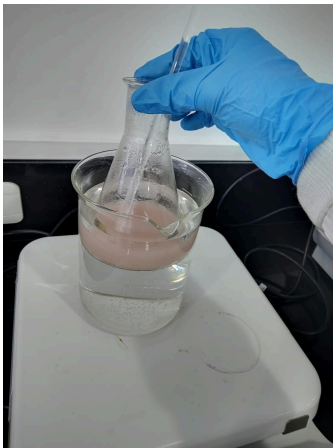
$$V1 \times N1 = V2 \times N2$$

$$N2 = \frac{10 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N}}{9,8 \text{ mL}} = 0,102 \text{ N}$$

Anexo B: preparación y pesado de la muestra



Anexo C: procedimiento de análisis



Anexo D: titulación



Anexo E: punto de viraje



Anexo F: tabla de resultados

Tabla 5. Resultados del contenido de NaCl (%) y Na (mg) en mortadelas comerciales tipo I

Marcas de Mortadela	MX			MY			MZ		
Marchas analíticas (M) y su duplicado (D)	mL de titulante	% NaCl	mg de Na en 100 g de alimento	mL de titulante	% NaCl	mg de Na en 100 g de alimento	mL de titulante	% NaCl	mg de Na en 100 g de alimento
M 1	75,3	3,323	1309,26	69,5	2,977	1172,94	78,3	3,502	1379,79
D 1	74,1	3,251	1280,89	67,3	2,846	1121,32	77,1	3,431	1351,81
M 2	71,5	3,096	1219,82	70,5	3,037	1196,58	78,6	3,520	1386,88
D 2	70,2	3,019	1189,49	68,7	2,929	1154,03	78,1	3,490	1375,06
M 3	72,6	3,162	1245,83	65,8	2,756	1003,18	76,3	3,382	1332,51
D 3	73,3	3,204	1262,38	68,1	2,893	1139,84	75,3	3,323	1309,26
M 4	69,8	2,994	1179,64	71,3	3,084	1215,10	77,5	3,454	1360,88
D 4	70,7	3,049	1201,31	69,4	2,971	1170,58	76,1	3,371	1328,17
M 5	70,8	3,055	1203,67	72,8	3,174	1155,34	75,1	3,311	1304,53
D 5	72,2	3,138	1236,37	70,4	3,031	1194,21	76,6	3,401	1339,99
M 6	73,5	3,216	1267,10	68,1	2,893	1139,84	77,3	3,442	1356,15
D 6	72,8	3,174	1250,56	70,1	3,013	1187,12	76,2	3,377	1330,54
M 7	73,1	3,192	1257,65	67,5	2,858	1126,05	74,2	3,258	1283,65
D 7	70,9	3,061	1206,03	69,7	2,989	1177,67	75,6	3,341	1316,35
M 8	71,8	3,114	1226,92	68,8	2,935	1156,39	76,7	3,407	1342,36
D 8	69,5	2,977	1172,94	70,3	3,025	1191,85	77,4	3,448	1358,51

Anexo G: lotes de mortadela comercial tipo I analizados

Anexo H: semáforo y etiqueta nutricional

ALTO en SAL

MEDIO en GRASA

no contiene **AZÚCAR**

Porcentajes de valores diarios basados en una dieta de 2000 Kcal. (8360 KJ). Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades nutricionales.

Tamaño por ración:	55 g
Porciones por envase:	aprox. 2
Cantidad por porción	
Energía (Calorías):	461 kJ (110 kcal)
Energía (Calorías de la grasa):	293 kJ (71 kcal)
	% por ración
Grasa Total	8 g 12%
Acidos grasos saturados	5 g 10%
Acidos grasos trans	0 g
Acidos grasos monoinsaturados	4 g
Acidos grasos poliinsaturados	2.5 g
Carbohidrato	20 mg 7%
Sodio	610 mg 25%
Carbohidratos Totales	3 g 1%
Fibra	0g 0%
Azúcar	0 g
Proteína	7 g 14%

Anexo 8.2: mortadela MY



Anexo 8.3: mortadela MZ



Información Nutricional		Cantidad por porción:		%VD	Cantidad por porción:		%VD
Tamaño por porción: 20g		Grasa total 2g		3%	Grasa saturada 1g		5%
Porciones por envase: 5		Grasa Trans 0g			Grasa Monoinsaturada 1g		
Cantidad por porción:		Grasa Poliinsaturada 0g			Colesterol 13mg		4%
Energía (Calorías) 126kJ (30kcal)		Sodio 230mg		10%	Carbohidratos totales 1g		0%
Energía de la grasa 84kJ (20kcal)		Azúcares Totales 0g			Proteína 2g		4%
*Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 calorías).							
COD.BPM.: 0006-BPM-AN-1014 NTE INEN 1338 MANTÉNGASE REFRIGERADO DE 0° A 4° C							