

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Bioquímica y Farmacia

Determinación de la cantidad de cloruro de sodio en frituras de maíz y evaluación de la etiqueta nutricional


Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Bioquímico
Farmacéutico

Autor:

Bryan Alexander Bermeo Lata

Director:

Silvana Patricia Donoso Moscoso

ORCID:  0000-0002-8556-7334

Cuenca, Ecuador

2023-10-18

Resumen

El cloruro de sodio es un compuesto químico formado por sodio y cloro, con la fórmula química NaCl. Es más conocido como sal de mesa o sal común y se utiliza en una gran variedad de aplicaciones, desde la cocina hasta la industria química. La sal es un nutriente esencial para el cuerpo, ya que, permite regular el equilibrio hídrico, ayuda a mantener el balance de líquidos en las células, y desempeñan un papel importante en la transmisión de impulsos nerviosos debido a que el sodio ayuda a generar impulsos eléctricos en las células nerviosas permitiendo la comunicación entre ellas y los músculos. En los alimentos, el cloruro de sodio se utiliza como condimento y conservante en la preparación de alimentos. Es importante tener en cuenta que el consumo excesivo de sal tiene efectos negativos sobre la salud, incluyendo aumento de la presión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares. En el Ecuador, 1 de cada 5 ecuatorianos entre los 18 a 69 años tienen hipertensión arterial y aproximadamente el 45% de ellos desconocen que padecen esta enfermedad. En este proyecto se determinó el contenido de cloruro de sodio mediante el método de Mohr en tres marcas de frituras de maíz y se comparó dicho valor con su etiqueta y semáforo nutricional. Para la obtención de muestras se procedió a adquirirlas frituras de maíz en un supermercado de la ciudad de Cuenca en dos ocasiones. Para cada determinación y para cada marca, se cuantificó por duplicado el contenido de cloruro de sodio mediante el método de Mohr. Los resultados obtenidos se evaluaron mediante un estudio analítico, descriptivo de corte transversal, determinando si los valores obtenidos en el laboratorio son iguales a los reportados en sus etiquetas nutricionales o si presentan variación en la concentración de sal.

Palabras clave: sal de mesa, método de Mohr, 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

Sodium chloride is a chemical compound consisting of sodium and chlorine, with the chemical formula NaCl. It is better known as table salt or common salt and is used in a wide variety of applications, from cooking to the chemical industry. Salt is an essential nutrient for the body, as it helps regulate water balance, helps maintain fluid balance in cells, and plays an important role in the transmission of nerve impulses because sodium helps generate electrical impulses in nerve cells allowing communication between them and muscles. In food, sodium chloride is used as a seasoning and preservative in food preparation. It is important to note that excessive salt consumption has negative health effects, including increased blood pressure and the risk of cardiovascular disease. In Ecuador, 1 out of every 5 Ecuadorians between 18 and 69 years of age has high blood pressure and approximately 45% of them are unaware that they suffer from this disease. In this project, the sodium chloride content was determined by Mohr's method in three brands of corn chips and compared with their label and nutritional traffic light. To obtain samples, corn chips were purchased at a supermarket in the city of Cuenca at two different times. For each determination and for each brand, the sodium chloride content was quantified in duplicate using Mohr's method. The results obtained were evaluated by means of an analytical, descriptive, cross-sectional study, determining whether the values obtained in the laboratory are equal to those reported on their nutritional labels or if they present variation in the salt concentration.

Keywords: table salt, Mohr's method, nutritional traffic light label



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/>

CONTENIDO

Capítulo I	11
La sal y etiquetado nutricional	11
1.1 La sal en la dieta.....	11
1.2 Importancia del estudio de la sal en los alimentos.....	11
1.3 Desventajas del consumo excesivo de sal en la salud	12
1.3.1 Hipertensión arterial.....	12
1.3.2 Daño renal.....	13
1.3.3 Osteoporosis.....	13
1.4 Consumo de frituras en el Ecuador	14
1.4.1 Sodio en alimentos locales más consumidos del Ecuador.....	16
1.5 Semáforo nutricional en Ecuador.....	17
1.5.1 Interpretación del semáforo nutricional:	19
1.5.2 Influencia del semáforo nutricional en la población	19
1.5.3 Incumplimiento del etiquetado y semáforo nutricional	21
1.6 Métodos de análisis de la sal en los alimentos	22
1.6.1 El Método de electrodo selectivo de iones	22
1.6.2 Tiras reactivas.....	23
1.6.3 El método de Volhard.....	23
1.6.4 El método de Mohr.....	23
1.6.4.1 Peligros y precauciones del método de Mohr.....	24
Capítulo II	28
Metodología.....	28
2.1 Descripción de las muestras	28
2.2 Recolección de las muestras.....	28
2.3 Número y tamaño de las muestras.....	28
2.4 Transporte y almacenamiento de las muestras.....	28
2.5 Método de análisis.....	28
2.6 Determinación del contenido de sodio	29
2.6.1 Preparación de reactivos:.....	29
2.6.1.1 Solución indicadora de K_2CrO_4 5%.....	29
2.6.1.2 Solución titulante de $AgNO_3$ 0.1N	29
2.6.1.3 Solución patrón de NaCl	30
2.6.1.4 Estandarización de la solución de $AgNO_3$	30
2.6.1.5 Fórmulas para determinar el contenido de cloruro de sodio y sodio en la muestra.....	30

2.6.2	Determinación del contenido de cloruro sodio	31
Capítulo III	.....	32
Resultados y análisis	.....	32
3.1	Contenido de sodio en frituras de maíz.....	32
3.1.1	Primera determinación del contenido de sodio de las frituras de maíz.....	33
3.1.2	Segunda determinación del contenido de sodio de las frituras de maíz...	33
3.1.3	Lotes de las muestras usadas en las dos determinaciones del contenido de sodio	34
3.1.4	Comparación de los resultados obtenidos en las dos determinaciones...	34
Capítulo IV	.....	36
Discusión	.....	36
Conclusiones	.....	40
Recomendaciones	.....	41
Bibliografía	.....	44
Anexos	.....	50

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de titulación a mi madre, quien me ha apoyado durante todo el transcurso de mi carrera universitaria, sacrificándose para poder darme las facilidades para poder estudiar y completar exitosamente mi carrera, a mis docentes quienes con su sabiduría me han sabido guiar hasta el final para poder ser un buen profesional y desenvolverme adecuadamente en la sociedad.

A mis amigos y compañeros, especialmente a Odalys, Daniela y Paola, quienes han estado siempre conmigo superando todos los retos que han surgido durante el transcurso de este tiempo, con quienes he escrito en mi memoria muchos buenos y alegres momentos.

Finalmente, dedico este trabajo a Patricia, quien ha estado conmigo desde los inicios de la carrera, apoyándome constantemente y ayudándome a superar todos los retos y problemas que han surgido, dándome ánimos constantemente para seguir superándome día a día y ser un buen profesional.

Bryan Alexander Bermeo

Agradecimiento

Un Agradecimiento y gratitud a la Universidad de Cuenca por abrirme las puertas y llenarme de conocimientos para poder formarme como un buen profesional y desempeñarme adecuadamente en la vida laboral.

Agradezco a los docentes de la facultad de Ciencias Químicas, especialmente a los de la carrera de Bioquímica y Farmacia, por haber compartido sus conocimientos y experiencias para ayudarme a formar.

Agradezco a la Dra. Silvana Donoso por haberme guiado en la construcción de este proyecto y por haberme enseñado muchas cosas durante toda la carrera de una manera amigable y por darse el tiempo de haber explicado cada clase nueva de una manera excelente, captando la atención de los estudiantes y formando un vínculo con todos nosotros.

Agradezco al Bqf. Jorge Saquicela por haberme guiado en la parte experimental de este proyecto y haberme ayudado en el desarrollo de este proyecto de grado para que salga lo mejor posible, por tomarse su tiempo de revisarlo y pulirlo adecuadamente.

Introducción

En el mundo de la gastronomía, la sal ha ejercido durante siglos un papel dual: es la maestra del sabor, pero también es potencialmente arquitecta de la enfermedad si no se la consume con moderación. Desde platos gastronómicos que deleitan nuestros paladares hasta alimentos procesados que se consumen diariamente, la sal ha sido una compañera constante en la experiencia culinaria. Sin embargo, bajo su aparente simplicidad, esta puede llegar a ser perjudicial para la salud causando enfermedades muy comunes como la hipertensión arterial o enfermedades cardiovasculares. Debido a esto, la comprobación de los niveles de sal en los alimentos es de gran importancia para poder prevenir estas enfermedades y estos valores suelen estar reflejados en la etiqueta nutricional (dependiendo de si el alimento es natural o procesado) la cual es una herramienta muy importante, ya que, nos aporta información valiosa para poder llevar una dieta saludable (Monzón & Milagros, 2014).

Para realizar la determinación cuantitativa de este ingrediente en los alimentos se han usado distintas metodologías como el método de Volhard y el método de Mohr. Este último es más utilizado para el análisis de cloruros en aguas debido a que puede determinar concentraciones bajas de cloruro que puedan estar presentes, no obstante, también se lo ha aplicado para el análisis de alimentos. Sin embargo, este método en ocasiones se ha mencionado que puede resultar ser poco preciso debido a que en los alimentos pueden presentar ciertos compuestos que pueden llegar a ocasionar interferencias en el método Mohr como la presencia de aniones como bromuros o yoduros o las grasas presentes en el alimento llevando a una medición errónea de los cloruros en los alimentos (Nielsen, 2017). Debido a esto, este método es aplicable dependiendo del tipo y la composición del alimento, siendo este menos indicado para el análisis de alimentos con alto contenido de grasa como podrían ser los alimentos fritos o procesados. Sin embargo, por ser un método sencillo y económico, se sigue usando para el análisis de estos alimentos (Sánchez, y otros, 2012).

El etiquetado nutricional en los alimentos es de gran importancia porque brinda información sobre el contenido nutricional como proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas. Incluye datos sobre las calorías, el contenido de grasas saturadas y trans, el contenido de azúcares y el contenido de sodio. Esta información es esencial para tomar decisiones bien fundamentadas sobre la alimentación y para mantener una dieta equilibrada y saludable con el fin de mejorar la nutrición general y prevenir enfermedades (Díaz, y otros, 2017). El semáforo nutricional es una herramienta gráfica que se usa para transmitir de forma rápida y sencilla información sobre el contenido nutricional de los alimentos. Su objetivo principal es ayudar a los consumidores a tomar decisiones informadas que sean saludables al elegir los productos que consumen. Este consta de tres colores para indicar la cantidad de nutrientes (azúcar, sal y grasa) presentes en los alimentos: el color verde indica cantidades adecuadas

o recomendadas de un nutriente. El color amarillo significa que hay una cantidad moderada y que se debe prestar atención a la frecuencia y cantidad de consumo del alimento. El color rojo indica que el nutriente está en altas cantidades, indicando limitar su consumo (NTE INEN 022, 2014).

En esta tesis se buscará determinar el contenido de sal en uno de los alimentos procesados más consumidos en el planeta los cuales son las frituras de maíz, alimentos que se encuentran en todas las tiendas y supermercados existentes. Esto se hará con el fin de comparar que los valores reportados en sus etiquetas y semáforo nutricional correspondan a los valores experimentales, brindando así seguridad e información verídica al consumidor.

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar el contenido de sodio en snacks de maíz, con el fin de verificar el nivel indicado en la etiqueta nutricional.

Objetivos específicos:

- Determinar la aplicabilidad del método de Mohr para la cuantificación de cloruro de sodio en frituras.
- Comparar el nivel reportado en su etiqueta nutricional con el obtenido experimentalmente.
- Determinar el nivel de cumplimiento del semáforo nutricional.

Capítulo I

La sal y etiquetado nutricional

1.1 La sal en la dieta

La sal de mesa o conocida también por su nombre químico como cloruro de sodio (NaCl) es un compuesto con estructura cristalina y uno de los minerales que más abundan en el planeta, ya que, se lo puede hallar en el agua de mar y hasta en formaciones rocosas subterráneas. El cloruro de sodio en la dieta desempeña un papel importante en el organismo, el valor diario recomendado de sodio según la OMS es de menos de 5 gramos al día (OPS, 2023). Este compuesto a su vez se lo utiliza para saborizar, curar carne, espesar y conservar los alimentos. La sal es muy utilizada en la industria alimenticia para elaborar distintos productos como el pan, quesos, embutidos, ahumados o las frituras, en las cuales está muy presente la sal, es decir, está en mayor proporción en alimentos procesados de alto consumo. Debido a esto, es importante que los consumidores conozcan y puedan analizar el etiquetado de los alimentos y así poder elegir un producto saludable y adecuado para sus requerimientos diarios. Entre las funciones que el sodio desempeña en nuestro organismo está el mantenimiento del equilibrio electrolítico de los líquidos corporales (Rojas, Sorroza, Endara, & Álvarez, 2019).

Un alto consumo de cloruro de sodio puede aumentar el volumen de la sangre y posteriormente la presión sanguínea llegando a causar hipertensión, esto ocasiona que el corazón trabaje más duro y el alto flujo sanguíneo puede dañar las arterias y órganos como el corazón, cerebro o los riñones. Además, la presión sanguínea aumenta según vamos envejeciendo, por lo que es muy importante limitar la ingesta de sodio según la edad (FDA, 2022).

1.2 Importancia del estudio de la sal en los alimentos

El estudio del contenido de sal en los alimentos es de suma importancia, ya que esta puede tener un impacto en la salud cardiovascular y renal como se mencionó anteriormente. Un estudio realizado por INTERSALT en una población de 5000 individuos entre los 40 a 59 años evidenció un promedio de presión arterial sistólica (7.8 mmHg) y diastólica (3.5 mmHg) más altas en aquellas personas que consumían al día más de 2 gramos de sodio equivalentes a 5.8 gramos de sal (cloruro de sodio) (Saieh, Zehnder, Castro, & Sanhueza, 2015).

Estos datos indican que disminuir la cantidad de sodio en la alimentación diaria se traduce en una disminución de la presión arterial. Esto fue demostrado por el estudio DASH realizado a 202 individuos con una edad mayor o igual a 22 años a los cuales se le sometió a una disminución de la ingesta diaria de sal de 8 a 6 gramos y hasta 4 gramos, demostrando una reducción de la presión arterial sistólica en 2.1 y 4.6 mmHg respectivamente (Saieh, Zehnder, Castro, & Sanhueza, 2015).

Los alimentos en los que comúnmente el aporte de sodio es mayor son los alimentos procesados, por lo que es de suma importancia que los consumidores estén informados sobre el etiquetado de estos alimentos para así poder llevar una dieta balanceada. Un buen etiquetado que informe todas las características nutricionales del producto puede ayudar a la población a tener una dieta saludable de acuerdo con sus necesidades (Saieh, Zehnder, Castro, & Sanhueza, 2015).

En diversos estudios realizados en Ecuador, donde se evaluó la ingesta de cloruro de sodio en la población, se encontró que el promedio de ingesta fue de 4.9 gramos al día, siendo los hombres aquellos quienes consumían una mayor cantidad de sodio (5.2 gramos al día). Estos valores se encuentran fuera del valor recomendado por la OMS (5 gramos al día), observándose que los hombres tienden a consumir mayor cantidad de sal en sus alimentos y nos ayuda a tener una visión sobre el consumo de sal en alimentos de los ecuatorianos y buscar una forma de mejorar la dieta si es necesario (Rojas, Sorroza, Endara, & Álvarez, 2019).

1.3 Desventajas del consumo excesivo de sal en la salud

Consumir demasiada sal puede tener efectos negativos en la salud e incluso desencadenar efectos catastróficos a largo plazo. El consumo excesivo puede desencadenar enfermedades crónicas como hipertensión, enfermedades renales y cardiovasculares, aumento de peso u obesidad y osteoporosis. Consumir cantidades excesivas de sal también puede aumentar las probabilidades de desarrollar cálculos renales, retención de líquidos y sedentarismo (Medrano, 2021).

1.3.1 Hipertensión arterial

La hipertensión arterial es una de las patologías más predominantes en el planeta, siendo el principal factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares, renales y cerebrovasculares. Esta enfermedad puede aparecer debido a distintas causas como el alto consumo de sal, edad, sexo, obesidad, aspectos genéticos, entre otros. Esta afecta alrededor de 1.3 billones de personas en todo el mundo y se prevé que los casos de esta patología sigan aumentando con el paso de los años. Generalmente, las personas que tienen más riesgo de padecer esta enfermedad son aquellas que llevan una dieta rica en sodio y pobre en potasio, ya que, un exceso y déficit de estos iones trabajan en conjunto con el cerebro y la pared de los vasos periféricos para aumentar la resistencia vascular periférica y de esta forma que aparezca la Hipertensión arterial (Neudo & Ramón, 2020).

La hipertensión arterial según el Colegio Americano de Cardiología se la puede clasificar en 4 categorías, presión arterial normal, elevada y dos etapas de hipertensión, con un punto de

corte de la presión arterial sistólica y diastólica en valores $\geq 130/\geq 80$ para la hipertensión (Whelton, y otros, 2022).

Tabla 1. Clasificación de la presión arterial (Whelton, y otros, 2022).

Categorías	Presión arterial sistólica en mmHg	Presión arterial diastólica en mmHg
Normal	<120	<80
Elevado	120-129	<80
Hipertensión etapa 1	130-139	80-89
Hipertensión etapa 2	≥ 140	≥ 90

En el Ecuador, la hipertensión arterial es uno de los factores de riesgo más importante para enfermedades cardiovasculares, asociándose a eventos coronarios y cerebrovasculares en aproximadamente 60 y 77% de los casos. De hecho, se prevé que para el año 2030 la cifra de afectados ascienda en un 8%. En un estudio realizado en la ciudad de Cuenca, donde participaron 318 individuos, se evidenció que la prevalencia de la HTA fue del 25.8% donde los hombres presentaban una mayor prevalencia de la HTA. De igual manera, se evidenció que conforme avanza la edad, la prevalencia aumenta, siendo desde un 12% para personas menores de 40 años hasta un 53% en personas de 60 años o más (Benavides, y otros, 2016).

1.3.2 Daño renal

Un exceso de sal en la dieta puede llegar a ocasionar daños en los riñones debido a que se aumenta la carga de trabajo en los riñones, lo cual a la larga puede provocar una disfunción renal. Esto se da debido a que el organismo elimina los líquidos no necesarios mediante el filtrado de la sangre por los riñones. Para realizar esto, los riñones sacan el exceso de agua de la sangre mediante la ósmosis, el cual depende del equilibrio de sodio y potasio para poder transportar agua. Si este equilibrio se ve alterado, se reduce la capacidad de eliminar agua por el riñón, esto resulta en una mayor presión arterial por el exceso de fluido. Estos también tienen la función de eliminar el exceso de sodio, por lo que tendrán que trabajar más duro para filtrar la sal, lo cual puede llevar a un daño de los tejidos renales como los túbulos renales y los glomérulos, afectando la capacidad del riñón (Delgado & Bernal, 2013).

1.3.3 Osteoporosis

Afecta a la absorción del calcio en la dieta. El sodio en forma de sal de mesa o cloruro de sodio puede aumentar la excreción urinaria de calcio, dando como resultado respuestas compensatorias que llevan a una pérdida ósea o una remodelación de esta. Esto ocurre ya que, al haber una elevada carga de sodio en el cuerpo, para mantener el equilibrio iónico, los riñones pueden excretar este exceso de sodio por la orina, el cual se elimina a la par con el

calcio. Esto ocurre debido a la competencia entre el Na^+ y Ca^{+2} en el túbulo renal por lo que el calcio urinario aumenta entre 20 a 60 mg por cada 2300 mg de sodio consumido. Si una persona lleva una ingesta de calcio adecuada o un poco por encima de lo normal (1000 mg, aunque puede variar según la edad) el consumo de sodio en cantidades mayores a lo recomendado podría no tener importancia en cuanto a los efectos perjudiciales en la excreción de calcio o en la densidad ósea debido a ciertos mecanismos compensatorios como el incremento en la absorción intestinal, no obstante, si no hay un adecuado consumo de calcio, este mecanismo puede tener efectos negativos ocasionando que la compensación sea incompleta haciendo que haya una pérdida diaria obligatoria de calcio convirtiéndose en un factor de riesgo para la osteoporosis (OPS, 2006).

1.4 Consumo de frituras en el Ecuador

En el Ecuador hay una alta demanda por la compra de alimentos procesados que van desde enlatados, carnes de supermercado, bebidas y productos procesados como frituras, siendo estas consumidas por una gran parte de la población debido a su bajo costo y facilidad para obtenerlos (Criollo, Morocho, Espinoza, & Ulloa, 2022).

En un estudio realizado en el año 2014 donde se evaluó el consumo de productos procesados en el Ecuador, se determinó que aproximadamente el 23% de la población refirió consumir snacks de forma recurrente. Otro estudio realizado sobre el consumo semanal de alimentos procesados en jóvenes universitarios de Quito, entre los cuales están los snacks, arrojó los siguientes datos (Quinja, 2019):

- Consumo de alimentos procesados 3 veces por semana en el 46% de los casos.
- Consumo de alimentos procesados 5 veces por semana en el 30% de los casos.
- Consumo mínimo de alimentos procesados (1 vez por semana) en el 24% de los casos.

La elección de estos productos se debía a diversos factores. El 52% de los participantes mencionaron que consumían estos productos debido a la facilidad y rapidez de consumo. El 39% eligieron estos alimentos por preferencias y gustos alimenticios, mientras que el porcentaje restante mencionaron que no tenían preferencias exclusivas para consumirlos (Quinja, 2019).

Un estudio realizado a estudiantes universitarios donde se buscaba evaluar el consumo de frituras en distintas épocas del año en diferentes países demostró que en el Ecuador alrededor del 82% de los universitarios tienden a consumir más frituras de cualquier tipo en la época de exámenes, siendo el segundo país con el más alto porcentaje de consumo de frituras, estando en primer lugar Panamá con un 89% y siendo Paraguay el país donde menos frituras se consumen con un 70% (Medrano, 2021).

Según la encuesta ENSANUT 2014 de Ecuador, en un reporte sobre los alimentos que contribuyen al consumo diario de grasas totales y saturadas por subregión, demostró que los snacks tienen el décimo puesto solo en la región Costa urbana con un 2.3% de grasas totales y un 2% de grasas saturadas, mientras que en las demás regiones no fueron mencionados. En cuanto a la escala nacional, Guayaquil fue la ciudad donde se reportó un consumo de snacks del 2.8% alcanzando el noveno puesto en los alimentos más consumidos que contribuyen a la ingesta diaria de grasas totales (Freire, y otros, 2014).

Para los alimentos que más contribuyen al consumo diario de grasas saturadas a escala nacional, se evidenció que a nivel nacional los snacks tienen el décimo puesto (1.8%) en cuanto a su contribución de grasas saturadas, mientras que, en Guayaquil, obtuvieron el séptimo puesto con un 3.7% (Freire, y otros, 2014).

Se reportaron también los hábitos de consumo de alimentos procesados, donde se puso especial interés en la población de 10 a 19 años, ya que, estos tienden a consumir más alimentos procesados, entre los cuales están los snacks, ya sea de sal o dulce. En una encuesta realizada a 13142 individuos en el rango de edad dicho anteriormente, el 36% (4774) mencionó que no consumían snacks, mientras que el 64% (8368) afirmaron que sí consumen snacks comúnmente. En cuanto al consumo por género, se evidenció que, en los sexos femenino y masculino, un 36.1% (2451) y un 35.8 (2323) afirmaron que no consumían snacks respectivamente, mientras que las personas que afirmaron consumir snacks, para el sexo femenino fue del 63.9% (4233) mientras que para el masculino 64.2% (4135) (Freire, y otros, 2014).

Tabla 2. Consumo de snacks en la población de 10 a 19 años (Freire, y otros, 2014).

Sexo	No consumen snacks	Sí consumen snacks
Total	36% (4774)	64% (8368)
Femenino	36.1% (2451)	63.9% (4135)
Masculino	35.8% (2323)	64.2% (4233)

En cuanto a la clasificación por etnia, situación económica y subregión, el consumo de snacks, se evidenció los siguientes resultados (Freire, y otros, 2014):

Tabla 3. Consumo de snacks en la población clasificada por etnias entre los 10 a 19 años (Freire, y otros, 2014).

Etnia	No consumen snacks	Sí consumen snacks
Indígena	44.8% (708)	55.2% (888)
Afroecuatoriana	37.5% (195)	62.6% (311)
Montubia	40.2% (160)	59.8% (259)

Mestiza, blanca u otra	34.9% (3719)	65.1% (6922)
Total	36% (4782)	64.1% (8380)

Tabla 4. Consumo de snacks en la población clasificada por la situación económica entre los 10 a 19 años (Freire, y otros, 2014).

Situación económica	No consumen snacks	Sí consumen snacks
Pobre	41.6%	58.4%
Intermedio	37.6%	62.5%
Rico	28.8%	71.2%

Tabla 5. Consumo de snacks en la población clasificada por subregión entre los 10 a 19 años (Freire, y otros, 2014).

Subregión	No consumen snacks	Sí consumen snacks
Sierra urbana	31.4%	68.6%
Sierra rural	41.9%	58.1%
Costa urbana	33.3%	66.7%
Costa rural	36.3%	63.7%
Amazonía urbana	39%	61%
Amazonía rural	42.2%	57.8%
Galápagos	31.2%	68.8%

1.4.1 Sodio en alimentos locales más consumidos del Ecuador

Los alimentos locales más consumidos en el Ecuador son muy variados y característicos de cada región. El contenido de sodio y cloruro de sodio (sal) en estos alimentos puede variar considerablemente dependiendo del modo de preparación, ingredientes o técnicas culinarias utilizadas. Comparar los valores de sodio y cloruro de sodio entre estos alimentos puede ser muy beneficioso y útil porque ayuda a discriminar entre alimentos con cantidades más altas o bajas de estos componentes, permitiendo tomar una mejor decisión sobre la dieta y mantener una ingesta equilibrada. A continuación, se observa una tabla donde se han seleccionado diferentes alimentos más consumidos en el Ecuador, especialmente alimentos fritos o cocinados para comparar sus concentraciones de sodio y sal para así obtener una visión más clara sobre su composición (Ortiz, Astudillo, Donoso, & Ochoa, 2018).

Tabla 6. Comparación del contenido de sodio y sal en alimentos más consumidos en el Ecuador (Ortiz, Astudillo, Donoso, & Ochoa, 2018).

Nombre del alimento	Sal (NaCl) (mg)	Sodio (Na) (mg)
Chifles dulces fritos comercialmente preparados	0	2
Chifles salados fritos comercialmente preparados	600	307
Papas en rodajas fritas comercialmente preparadas	1000	180
Salchipapa	600	377
Yuquitas fritas saladas comercialmente preparadas	900	577
Plátano frito	0	9
Patacón frito con sal	530	182
Grosellas con sal	1810	835
Chochos cocidos preparados con sal	0	170
Llapingacho	1250	424
Tortilla de choclo asada	930	452
Tamal de harina de maíz, cerdo, verduras, sal, cocido al vapor	1190	343
Quimbolito de harina de maíz dulce cocido al vapor	180	79
Maíz blanco cocido sin cáscara	0	8

1.5 Semáforo nutricional en Ecuador

El semáforo nutricional es un etiquetado por colores según la norma NTE INEN 022 que comunica inmediatamente la calidad nutricional de los alimentos al consumidor. Se utiliza a

nivel global, desde el Reino Unido hasta Ecuador. (Martínez, Balcázar, Quito, Carrión, & Oliveira, 2016).

El 15 de noviembre del 2013, el Acuerdo Ministerial 4522 permitió a Ecuador convertirse en el primer país de Latinoamérica en implementar de manera obligatoria la colocación de un sistema de semáforo en las etiquetas de productos para el consumo humano para poder informar a los consumidores específicamente sobre la cantidad de grasa, azúcar y sal. Sin embargo, su objetivo principal era la regularización y control del etiquetado de alimentos procesados, garantizando una información clara, precisa y no engañosa sobre el contenido de los alimentos. (Martínez, Balcázar, Quito, Carrión, & Oliveira, 2016)

La etiqueta del semáforo (figura 1) se introdujo en 2014, como parte de una iniciativa del gobierno para mejorar la salud pública. Específicamente, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) expidió la resolución No. 14511, donde se oficializa el uso y aplicación del reglamento técnico de rotulado de productos alimenticios procesados, envases y empaquetados, el cual establece que los empaques de los alimentos procesados deben contar con el sistema gráfico de barras de colores verde, amarillo y rojo, según el contenido de componentes y concentraciones de grasas, azúcares y sodio. Esto fue diseñado para dar a los consumidores una idea inmediata de si algo es: saludable (verde o bajo) o no (rojo o alto) en términos de grasa, azúcar o sal. Estos ingredientes son conocidos por aumentar el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles como enfermedades cardíacas, diabetes y cáncer (Martínez, Balcázar, Quito, Carrión, & Oliveira, 2016).

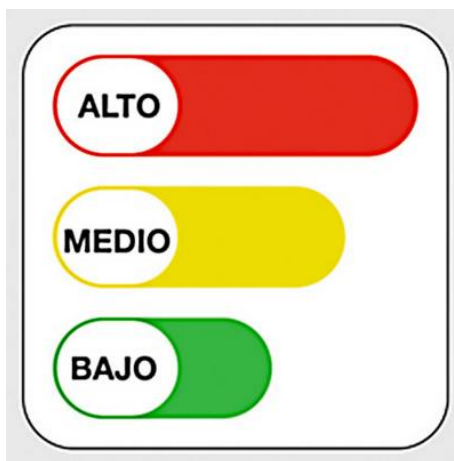


Figura 1. Semáforo nutricional del Ecuador (NTE INEN 022, 2014).

1.5.1 Interpretación del semáforo nutricional:

Tabla 7. Interpretación de los colores del semáforo nutricional (NTE INEN 022, 2014).

Color	Interpretación
Alto (Rojo)	Significa que hay una gran cantidad de ese nutriente dentro de los alimentos y, por lo tanto, no debe comerse regularmente, o en grandes cantidades, ya que, podría ser perjudicial para la salud a largo plazo.
Medio (Amarillo)	Muestra que no es ni alto ni bajo y, en consecuencia, se puede consumir la mayor parte del tiempo como parte de una dieta saludable.
Bajo (Verde)	Destaca los elementos que no contienen muchos de los nutrientes que debemos tener en cuenta (grasa, azúcar y sal) para que puedan consumirse regularmente como parte de su dieta diaria.

Tabla 8. Contenido de componentes y concentraciones permitidas por la (INEN) OPS para alimentos procesados que contienen grasas, azúcares y sal (NTE INEN 022, 2014).

COMPONENTES	CONCENTRACIÓN		
	BAJA	MEDIA	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 en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos en 100 gramos
	Menor o igual a 120 miligramos en 100 mililitros	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 600 miligramos en 100 mililitros

1.5.2 Influencia del semáforo nutricional en la población

En el año 2012 se realizó un estudio sobre los conocimientos, percepciones y comportamientos relacionados con el consumo de sal y el etiquetado nutricional en Costa Rica, Argentina y Ecuador. Los resultados de Ecuador demostraron que la percepción de la sal de mesa para las personas era un saborizante o un condimento indispensable para las comidas, sin embargo, en cuanto se les preguntó sobre el sodio, algunas personas no sabían que era y algunas otras lo consideraban como una fuente de energía para deportistas. Acerca

de las recomendaciones internacionales de consumo diario de sal, una pequeña parte de los entrevistados sabían acerca del consumo diario recomendado exactamente, mientras que otros mencionaban que una cucharada pequeña de sal era suficiente para el día. En cuanto a la percepción de los riesgos para la salud y el consumo de sal, todos los entrevistados mencionaron que solo las personas que padezcan de presión alta o problemas al corazón y personas de la tercera edad deben eliminar la sal o reducirla en los alimentos, además aquellos que tenían familiares con padecimientos como diabetes, hipertensión o problemas del corazón mencionaron que esto se debía a causas hereditarias y no lo asociaban al consumo de sal, además de que casi toda la totalidad de los participantes mencionaron que no consideraban estar consumiendo un exceso de sal, sino que consumían alimentos con moderada, poca o casi sin sal. Sin embargo, mencionaban que al momento de cocinar no medían la cantidad de sal usada, además de que había un alto consumo de alimentos con sal como cítricos, melón, mango o grosellas, los cuales son alimentos que más se consumen, especialmente por niños y adolescentes. Sobre el conocimiento del etiquetado nutricional de los alimentos, la mayoría mencionó que no leían la información nutricional de los alimentos y solo se fijaban en la fecha de vencimiento y solo en algunas ocasiones el contenido en energético, grasas o si el alimento tenía el término "light". En ningún caso se mencionó que revisaran el contenido de sal o sodio (Sánchez, y otros, 2012).

Desde el momento en que se implementó y con el paso del tiempo, el Semáforo Nutricional ha tenido gran aceptación en el país. Las personas se han educado sobre el consumo y etiquetado de los alimentos que consumen para mejorar su salud, incluso esta ley ha incentivado que las productoras de alimentos busquen alternativas y recetas más saludables (Castellanos, 2022).

Las personas han demostrado un alto nivel en la comprensión de la información presentada en el semáforo, asociando al color rojo como un indicativo de alerta que no significaba que se deje de consumir, sino solo prestar atención. El color amarillo lo relacionaron con precaución y el color verde se lo relacionó con bajos niveles de sal, azúcar o grasa. Es decir, entendieron que alimentos con barras amarillas o verdes tenían concentraciones bajas o medias de estos nutrientes, por lo que son aceptables o saludables para el consumo (Freire, Waters, & Mariño, 2017).

Los consumidores han manifestado que al momento de decidir la compra de alimentos procesados toman en cuenta la información nutricional que el semáforo ofrece con el fin de garantizar el derecho constitucional de las personas a la información oportuna, clara y precisa (Díaz, y otros, 2017).

Un estudio realizado en Ecuador en el año 2015 donde se aplicó 622 encuestas sobre el conocimiento del semáforo nutricional demostró que el 50% de los participantes declararon haber dejado de comprar o consumir un alimento luego de haber leído el contenido de sal, azúcar y grasa presentado en el semáforo nutricional. Siendo predominantemente las mujeres quienes dejaron de consumir los alimentos luego de ver el semáforo nutricional (Padilla, y otros, 2017).

Esta política pública aplicada en nuestro país llegó a ser destacada en su momento en la Organización Panamericana de la Salud. La información genera que las personas tengan mayor cuidado al momento de escoger un producto, ya que, según el Ministerio de Salud Ecuatoriano, 1 de cada 2 personas sufren de obesidad o sobrepeso, lo cual puede derivar en enfermedades del corazón, diabetes e hipertensión (Díaz, y otros, 2017).

La prevalencia de estas enfermedades es preocupante. Por eso no es coincidencia que la prevalencia del consumo excesivo de grasas y carbohidratos esté directamente relacionada con el número de personas que sufren enfermedades como el síndrome metabólico. Sin embargo, todo recae en las decisiones que toman los consumidores. El etiquetado de semáforo se creó como una solución que brinde información fácilmente comprensible sobre el valor nutricional de los alimentos, en contraposición con la etiqueta del Valor Diario Recomendado. El resultado casi inmediato en los primeros años de implementación mostró que los consumidores habían dejado de consumir alimentos con etiquetado rojo, lo que quiere decir “alto en”. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición publicada en el 2018, cuatro años después de la publicación del reglamento, el 62% de personas mayores de 10 años reconoce, entiende y usa el etiquetado de alimentos y bebidas procesadas. El 84% de personas había reducido el consumo de alimentos con etiqueta roja (Castellanos, 2022).

Actualmente, el semáforo nutricional ha tenido un buen impacto en la población, haciendo que mejoren sus hábitos alimenticios y cuiden su salud. No obstante, ciertos grupos no toman mucha importancia a este. Las personas de 15 a 19 años y así como una pequeña cantidad de adultos, generalmente hombres adultos, señalaron que, si bien conocen la importancia del semáforo nutricional, ellos preferían elegir los alimentos en función del gusto (Santander, López, Castillo, & Barriga, 2022).

1.5.3 Incumplimiento del etiquetado y semáforo nutricional

El cumplimiento del semáforo nutricional y etiquetado de un producto debe ser obligatorio y exacto, es decir que, si se determina el contenido de sodio, grasas o azúcar de un producto, este debería ser igual o cercano al reportado en su etiqueta y del mismo modo poder ser clasificado correctamente en cuanto al semáforo nutricional, sin embargo, a veces estos valores no corresponden con los reportados en el producto. Un estudio publicado por la

Universidad San Francisco de Quito en conjunto con la Universidad de Cuenca señala que hay una minoría de productos que no cumplen con lo reportado en su etiqueta y de igual manera su clasificación en el semáforo nutricional es errónea. En ese estudio se realizó el análisis de los componentes que son reportados en el semáforo nutricional (Grasas, sodio y azúcar) donde en este caso para el sodio se determinó que solo un 96% de los productos corresponden al color verde en el semáforo reportado como “bajo”, mientras que para el color amarillo reportado como “medio” solo el 86% de productos corresponde con este. En cuanto a la clasificación “alto” de color rojo, solo el 56% de los productos analizados cumplían con esta categoría. Esto evidencia que el nivel de cumplimiento va disminuyendo cuando se trata de un nivel alto, indicando que el contenido alto de sodio no es reportado adecuadamente en esta categoría (Freire, y otros, 2021)

En algunas ocasiones este incumplimiento del semáforo nutricional no siempre es malo, puesto que hay situaciones en que este error se deba a que la cantidad de sal, grasas o azúcar sea menor al reportado en su etiqueta, es decir, el contenido de estos nutrientes sea más bajo que el reportado en su etiqueta. Este incumplimiento a la normativa NTE INEN 022, puede resultar beneficioso para la salud, ya que, al reducir los niveles de sodio, se reduce al mismo tiempo la probabilidad de padecer hipertensión o enfermedades cardiovasculares. No obstante, el hecho que esta fritura posea una cantidad de sodio menor a la reportada en su etiqueta puede conducir a una imagen errónea sobre ese producto, provocando que sea menos interesante para las personas y llevando a pérdidas para la empresa (Santander, López, Castillo, & Barriga, 2022)

1.6 Métodos de análisis de la sal en los alimentos

Existen diversos métodos para determinar el contenido de sodio en los alimentos, como el uso de un electrodo selectivo de iones, tiras de prueba de indicadores y de titulación de Mohr o Volhard. Estos métodos son más rápidos y económicos que el análisis por espectroscopia de absorción atómica o espectroscopia de emisión óptica (Nielsen, 2017).

1.6.1 El Método de electrodo selectivo de iones

Este método es similar al método para medir pH, pero con la variación de la composición del vidrio del electrodo, lo cual lo hace sensible a los iones de sodio o cloruro. Se sumergen los electrodos de detección y de referencia en una solución que contiene el elemento de interés. Se mide el potencial eléctrico que se desarrolla en la superficie del electrodo de detección, comparándolo con un potencial fijo en el electrodo de referencia. La actividad se relaciona con la concentración mediante el coeficiente de actividad γ , que es una función de la fuerza iónica (Nielsen, 2017).

1.6.2 Tiras reactivas

Tienen impregnado nitrato de plata y dicromato de potasio que juntos forman dicromato marrón-plata. Cuando la tira se coloca en una solución acuosa que contiene cloruros, el líquido sube por esta por acción capilar. La reacción de dicromato de plata con iones de cloruro produce una columna blanca de cloruro de plata en la tira. Cuando está completamente saturada con el líquido, una señal sensible a la humedad en la parte superior del titulador se vuelve azul oscuro para indicar la finalización de la titulación. La longitud del cambio de color blanco es proporcional a la concentración de cloruro del líquido en prueba. El valor en la escala numerada se lee en la punta del cambio de color y luego se convierte en porcentaje de sal utilizando una tabla de calibración (Nielsen, 2017).

1.6.3 El método de Volhard

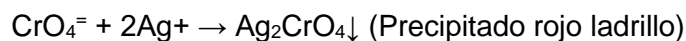
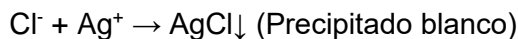
Es un método utilizado para la determinación cuantitativa de iones cloruro, bromuro y yoduro, pero se puede adaptar para determinar otros iones como el sodio. El método se basa en la reacción entre el ion de interés (en este caso, sodio) y una solución estándar conocida de un reactivo en exceso, que produce un precipitado insoluble. Luego, se agrega una solución valorante de otro reactivo para reaccionar con el exceso de reactivo presente en la solución y determinar la cantidad exacta de reactivo que ha reaccionado con el ion de interés. La cantidad de ion de interés presente en la muestra se puede calcular a partir de la cantidad de reactivo valorante utilizado. En el caso del método de Volhard para sodio, se utiliza tiocianato de plata como reactivo en exceso y nitrato de mercurio (II) como reactivo valorante (Nielsen, 2017).

1.6.4 El método de Mohr

La determinación de la concentración de iones en solución es una tarea fundamental en la química analítica. Diferentes métodos han sido desarrollados a lo largo de los años para llevar a cabo esta tarea con precisión y confiabilidad. Uno de estos métodos es el método de Mohr, que fue desarrollado por el químico alemán Karl Friedrich Mohr en el siglo XIX (Chávez & Bonilla, 2014).

El método de Mohr es un enfoque analítico para determinar la concentración de iones (cloruro, bromuro o cianuro) en solución que se basa en una reacción química entre los iones en solución y un reactivo conocido. El reactivo más comúnmente utilizado en el método de Mohr es una solución patrón de nitrato de plata (AgNO_3) o solución titulante y el cromato de potasio (K_2CrO_4) usado como un indicador del final de la valoración. Esta reacción consiste en que el catión Ag^+ reacciona inicialmente con el anión Cl^- formando cloruro de plata (AgCl) el cual es un precipitado blanco. Cuando este se consume totalmente, el ion va a reaccionar con el exceso de Ag^+ de la solución titulante lo cual formará un sólido de color rojizo (Ag_2CrO_4)

ocasionado un cambio de color del medio de amarillo a rojo ladrillo o salmón, marcando el final de la titulación o el punto de equivalencia (Chávez & Bonilla, 2014).



Existen ciertas consideraciones que se debe tener en cuenta al momento de aplicar el método de Mohr. Primeramente, la solución que se desea valorar debe tener un pH neutro o cercano a este, siendo su rango adecuado de 7 a 10 y 8.3 el valor más adecuado para realizar la determinación. Valores de pH superiores a 10 ocasionarán que el ion Ag^+ precipite como hidróxido de plata (AgOH) antes que como Ag_2CrO_4 evitando el cambio de color rojo indicador del final de la valoración. Valores de pH inferiores a 7 harán que los iones cromato del del Ag_2CrO_4 se protonen, haciendo que este se solubilice debido a la formación de ácido crómico (H_2CrO_4). Con el fin de poder controlar todo esto se puede hacer el uso de carbonato ácido de sodio o bicarbonato de sodio haciendo que el pH se mantenga en su rango adecuado (Romero Simbaña & Vélez Vinueza).



1.6.4.1 Peligros y precauciones del método de Mohr

Se debe utilizar guantes y gafas de seguridad en todo momento, ya que, el cromato de potasio puede provocar reacciones graves de sensibilidad cutánea. El nitrato de plata cristalino o en solución puede provocar manchas de color marrón oscuro causadas por la fotodescomposición de la sal en plata metálica. En caso de derramamiento de este, limpiar rápidamente el área con una esponja y enjuagarla bien en el fregadero. El cromato de potasio y el nitrato de plata deben eliminarse como residuos peligrosos. Otros residuos probablemente pueden tirarse por el desagüe enjuagándolos con agua (Nielsen, 2017).

1.6.4.2 Aplicabilidad del método de Mohr

Como se mencionó anteriormente, el método de Mohr es una técnica volumétrica utilizada para determinar las concentraciones de iones cloruro que puedan estar presentes en una muestra, especialmente utilizado en el análisis de aguas por su técnica simple y económica. Debido a esto, este método se ha expandido y utilizado en el análisis de alimentos para determinar el contenido de cloruro de sodio, sin embargo, este método tiene algunas limitaciones que están representadas en la tabla 9 en comparación con otras técnicas como la espectrometría de absorción atómica y la determinación del punto final en la reacción puede ser afectada por la presencia de sustancias en el alimento como proteínas, fosfatos y ácidos

orgánicos los cuales pueden retrasar el punto final de la determinación, llevando a un cálculo erróneo del contenido de cloruros (Sezey & Adun, 2019).

Tabla 9. Limitaciones y ventajas del método de Mohr (University of Canterbury, 2015).

Limitaciones	Ventajas
<ul style="list-style-type: none"> • La sensibilidad de este método es menor en comparación a otros métodos más modernos para determinar iones cloruro debido a que no se puede detectar concentraciones muy bajas debido a la dificultad de ver la precipitación del indicador. • Es muy susceptible a interferencias con otros iones (bromuro o yoduro) pudiendo dar resultados inexactos. • La determinación del punto final es muy subjetiva, ya que, depende de la interpretación del analista. • Este método no puede ser aplicado en algunos alimentos que contengan matrices complejas (composición química y física) o muestras con alto contenido de otros compuestos que puedan ocasionar interferencias. • El pH es determinante para realizar este método, generalmente se trabaja con un pH entre 6 a 8. Diferencias en estos valores ocasiona que no se dé una correcta formación del precipitado de cromato de plata 	<ul style="list-style-type: none"> • Sencillez de aplicar el método de Mohr para el análisis de alimentos. • Bajo costo, los reactivos y equipos necesarios para realizar este método son económicos y fácilmente disponibles, por lo que es rentable. • Tiene una alta versatilidad, lo que permite determinar varios tipos de iones como cloruro, bromuro y yoduro.

<p>en la titulación debido a que retrasa la formación de este y conduce a un error por exceso. Esto puede ser muy variable dependiendo de la composición del alimento, ya que, puede modificar el pH del medio, necesitando de controlarlo mediante la adición de otros reactivos encareciendo el método.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interferencias con otros componentes como los ácidos grasos libres, los cuales pueden reaccionar con la solución titulante consumiendo los reactivos antes de alcanzar el punto final de la titulación. • Presencia de antioxidantes o compuestos reductores (ácido ascórbico, sulfitos o polifenoles) pueden alterar la reacción óxido-reducción en la titulación, reduciendo el cromato de potasio, haciendo que se requiera más cantidad de este para alcanzar el punto final de la titulación. • Los iones metálicos como el hierro, zinc, cobre o calcio pueden formar precipitados insolubles con los reactivos interfiriendo con la titulación y dificultando la visualización del punto final. 	
--	--

Según la información de la tabla 9, se evidencia que el método de Mohr puede ser útil para el análisis de alimentos de composición química simple o medio compleja, ya que, aquellos que presentan una composición más compleja tiene más probabilidades de que existan

interferencias durante el análisis. En cuanto a los alimentos con alto contenido de grasa como son las frituras de maíz que se analizaron, esta puede interferir en el método de varias maneras, ya que, pueden formar una película en la superficie de la muestra dificultando la adición del nitrato de plata o pueden reaccionar con el indicador haciéndolo que cambie de color dificultando la determinación del punto final de la valoración. Sin embargo, esto se puede evitar si se toma las medidas adecuadas durante el análisis como una correcta agitación y temperatura del análisis (50 – 55 °C) facilitando que se rompa la película de grasa y facilitando la disolución (Nielsen, 2017).

A pesar de sus limitaciones, este método sigue siendo una técnica útil para el análisis de cloruros en los alimentos debido a que es relativamente rápido, sencillo y económico para el análisis de distintas muestras de alimentos, por lo que se hace una opción atractiva para las empresas alimentarias. Además, en los últimos años se han propuesto una serie de métodos con el objetivo de validar el método de Mohr. Estos consisten en el uso de una variada lista de indicadores, entre los que están el cromato de potasio o el ferrocianuro de potasio, mostrando resultados precisos y confiables para el análisis de cloruros en alimentos, ya sea de compleja o simple composición química si se controla los parámetros durante el análisis como el pH o la homogeneización de la muestra (Tirado & Pérez, 2017). En otro estudio, donde se evaluó y validado al método de Mohr para determinar si era apropiado para el análisis de alimentos en el cual se usaban aceitunas, concluyó que el método es confiable si se realiza teniendo en cuenta todas las precauciones, ya que, su exactitud y precisión de los resultados obtenidos estaban dentro de los rangos aceptables (Sezey & Adun, 2019). Este método también es muy aceptado por la “Official Methods of Analysis of AOAC International” y “Food Analysis” de S. Nielsen, donde se aborda este método como un procedimiento confiable para la determinación de cloruros en los alimentos, además de que cuentan con toda la información necesaria para llevar a cabo los análisis (Nielsen, 2017).

Capítulo II

Metodología

2.1 Descripción de las muestras

Las muestras analizadas correspondían a tres diferentes marcas de frituras de maíz. Una marca nacional y dos internacionales. Las frituras de maíz son snacks que pueden tener distintas figuras, desde cuadrados, triángulos y hasta círculos.

2.2 Recolección de las muestras

La recolección de las muestras se realizó en el supermercado “Supermaxi Miraflores” de la ciudad de Cuenca, Ecuador. Para la selección de las muestras se realizó a conveniencia, considerando la disponibilidad, código de lote diferente e información nutricional de la etiqueta, semáforo nutricional y que sean de un lote distinto. Además, se recolectó solo frituras de tamaño pequeño (peso neto <50 g), comprando 12 en total por cada marca, las cuales fueron transportadas al laboratorio en fundas plásticas donde se realizó sus correspondientes análisis.

2.3 Número y tamaño de las muestras

El número total de muestras analizadas fueron 12 de cada marca, las cuales tenían un peso neto entre 40 a 45 gramos. Para una primera determinación se obtuvieron 6 muestras (las cuales fueron analizadas por duplicado) para cada marca de fritura de maíz (A, B y C) dando en total 18 muestras. Para la segunda determinación se procedió a repetir el proceso, obteniéndose otras 18 muestras con las mismas características de las muestras analizadas en el primer tiempo.

2.4 Transporte y almacenamiento de las muestras

Las muestras obtenidas se compraron el mismo día que iban a ser analizadas en la mañana (12 muestras por día) en el Laboratorio de Análisis de Alimentos del Departamento de Biociencias de la Universidad de Cuenca, donde se procesaron y se determinó el contenido de cloruro de sodio y posteriormente el sodio en miligramos contenido en 100 gramos de alimento.

2.5 Método de análisis

El tipo de estudio usado es analítico transversal. Se determinó el contenido de sodio para cada muestra de las tres marcas analizadas (A, B y C) mediante el método de Mohr descrito en el libro “Food Analysis” escrito por Suzanne Nielsen y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 51:2012. Los volúmenes obtenidos de las titulaciones fueron usados para calcular el contenido de sodio aplicando las fórmulas (6) y (7) y dichos valores se los ingresó en una base de datos de Excel. Se comparó los valores obtenidos en el análisis con los valores reportados

en las etiquetas de los productos. Además, se llevó a cabo un análisis estadístico de los datos obtenidos que consistió en sacar el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del porcentaje de cloruro de sodio y sodio de las doce muestras para determinar si existe una variabilidad general en la precisión de los valores reportados en las etiquetas y de si existe una correcta estandarización del proceso de elaboración por parte de las empresas para garantizar que los niveles de sodio sean acordes a los reportados en su etiqueta. También se aplicó una prueba T de una muestra de las concentraciones de sodio obtenidas en el análisis (usando solo valores independientes) con las reportadas en las etiquetas de las frituras para poder determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre estos valores. Con esta metodología, se podrá determinar si los valores de sodio reportados en las etiquetas de las frituras de maíz son precisos y fiables para los consumidores.

2.6 Determinación del contenido de sodio

2.6.1 Preparación de reactivos:

2.6.1.1 Solución indicadora de K_2CrO_4 5%

Para preparar una solución al 5% se disuelve 5 gramos de reactivo (Riqueza = 100%) en 100 ml de agua destilada. Para preparar 200 ml de solución con K_2CrO_4 con una riqueza de 99.5% se realiza los siguientes cálculos:

$$Peso_{riq=99.5} = \frac{(10 \text{ g} \times 100\%)}{99.5\%} = 10,0503 \text{ g } K_2CrO_4 \quad (1)$$

1. En una balanza analítica pesar la cantidad anteriormente calculada
2. Colocar el reactivo en un balón de aforo de 200 ml.
3. Aforar con agua destilada y homogeneizar suavemente hasta total disolución
4. Traspasar la solución a un frasco etiquetado.

2.6.1.2 Solución titulante de $AgNO_3$ 0.1N

Para preparar un litro de solución de $AgNO_3$ 1N se necesita 169.87 g de reactivo, para preparar una solución 0.1N se realizan los siguientes cálculos:

$$Solución \ 0.1N = 169.87g \times 0.1N = 16.987 \text{ g} \quad (2)$$

1. Ajustar el peso para una riqueza del 99.93%:

$$Peso_{riq=99.93} = \frac{(16.987 \text{ g} \times 100\%)}{99.93\%} = 16.998 \text{ g } AgNO_3 \quad (3)$$

2. Pesar la cantidad anteriormente calculada de $AgNO_3$ en una balanza analítica.
3. Colocar en un balón de aforo con capacidad de 1L

4. Aforar con agua destilada
5. Disolver completamente el reactivo
6. Normalizar la solución de AgNO_3

2.6.1.3 Solución patrón de NaCl

1. Pesar entre 0.05 a 0.08 g de NaCl de pureza elevada (99.9%). Peso exacto pesado = 0.0741 g.
2. Transferir a un matraz y disolver con un volumen de 100 a 200 ml agua destilada.

2.6.1.4 Estandarización de la solución de AgNO_3

1. A la solución patrón de NaCl preparada anteriormente, agregar 5 u 8 gotas de K_2CrO_4 5%
2. Titular la solución patrón de NaCl con la solución de AgNO_3 preparada anteriormente hasta la aparición de un color rojo ladrillo (Ag_2CrO_4)
3. Anotar el volumen exacto usado (12.65 ml).
4. Calcular la normalidad exacta del AgNO_3

$$\text{Normalidad}_{\text{AgNO}_3} = \frac{\text{gramos de NaCl}}{\text{ml de AgNO}_3 \times \text{Meq}_{\text{NaCl}}} \quad (4)$$

$$\text{Normalidad}_{\text{AgNO}_3} = \frac{0.0741\text{g}}{12.65\text{ ml} \times 0.05844} = 0.1002\text{N} \quad (5)$$

2.6.1.5 Fórmulas para determinar el contenido de cloruro de sodio y sodio en la muestra

1. Se procede a aplicar una fórmula para calcular el contenido de cloruro de sodio. Se reemplazan los valores del peso de la muestra, volumen de titulación del blanco, volumen de titulación de la muestra y peso de la muestra.

$$\% \text{NaCl} = \frac{((V_M \times N_{\text{AgNO}_3}) - (V_B \times N_{\text{AgNO}_3})) \times 0,05845 \text{ mEq NaCl} \times 100}{W_s} \quad (6)$$

Donde:

V_M: volumen de titulación de la muestra (AgNO_3 0,1N)

V_B: volumen de titulación del blanco (AgNO_3 0,1N)

W_s: peso de la muestra en gramos

mEq de NaCl: 0,05845

2. Posteriormente, se calculó los miligramos de sodio en 100 gramos de alimento.

(7)

$$mg\ de\ Na = \frac{mg\ de\ NaCl \times 400\ mg\ Na}{1000\ mg\ NaCl}$$

2.6.2 Determinación del contenido de cloruro sodio

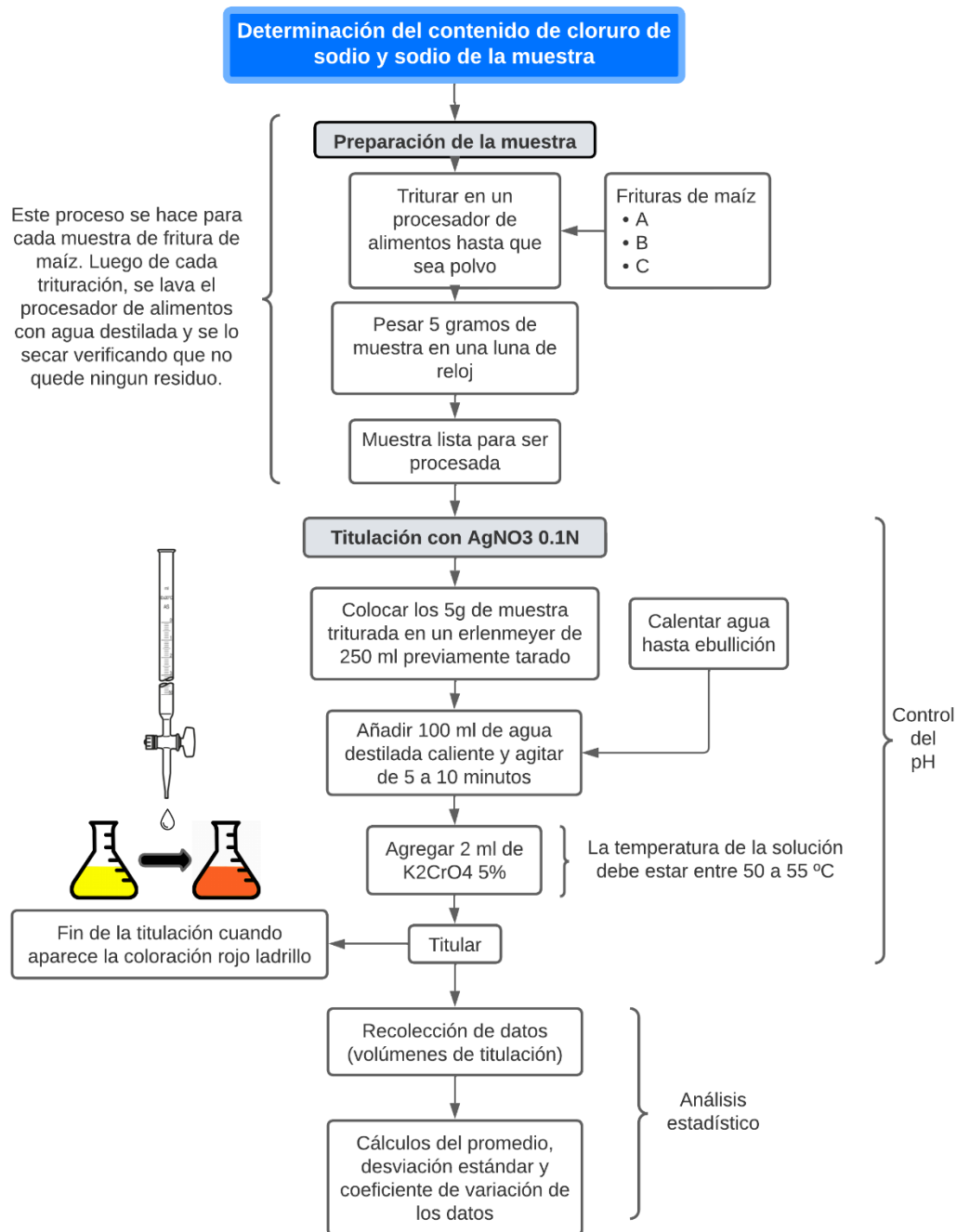


Figura 2. Flujograma de la determinación del contenido de cloruro de sodio y sodio en las muestras

Capítulo III

Resultados y análisis

3.1 Contenido de sodio en frituras de maíz

La determinación del contenido de sal (sodio) en las frituras de maíz de 3 marcas (A, B y C) se realizó en dos determinaciones por duplicado separadas por un intervalo de tiempo y los resultados se expresaron en miligramos de sodio en 100 gramos del producto o alimento. Todos estos valores se calculó el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación para determinar la variabilidad de los datos y así poder determinar si los valores obtenidos experimentalmente corresponden a los valores reportados en sus etiquetas nutricionales. Las tablas 10 y 12 expresan los resultados del porcentaje de cloruro de sodio y el contenido de sodio en miligramos de las frituras A, B y C calculados en las distintas determinaciones. El procedimiento para realizar los cálculos consistió en calcular el porcentaje de cloruro de sodio en la muestra para luego con ese resultado sacar la cantidad de sodio en miligramos contenido en 100 gramos de alimento. Este proceso se describe a continuación:

Datos:

- **Vol. AgNO₃:** 18,1 ml
- **Vol. Blanco (titulación de agua destilada con AgNO₃):** 0,15 ml
- **Peso de la muestra:** 5,00 g

Aplicación de la fórmula:

$$\begin{aligned} \%NaCl &= \frac{((V_M \times N_{AgNO_3}) - (V_B \times N_{AgNO_3})) \times 0,05845 \times 100}{W_s} \\ &= \frac{((18,1 \text{ ml} \times 0,1002) - (0,15 \text{ ml} \times 0,1002)) \times 0,05845 \times 100}{5 \text{ g}} \end{aligned}$$

$$\%NaCl = 2,098$$

Conversión de gramos a miligramos:

$$2,098 \text{ g} = 2098 \text{ mg}$$

Cálculo de los miligramos de sodio:

$$Na \text{ (mg) en 100 gramos de alimento} = \frac{\% NaCl \times 400 \text{ mg Na}}{1000 \text{ mg NaCl}}$$

$$Na \text{ (mg) en 100 gramos de alimento} = \frac{2098 \text{ mg Na} \times 400 \text{ mg Na}}{1000 \text{ mg NaCl}} = 839,2 \text{ mg Na}$$

3.1.1 Primera determinación del contenido de sodio de las frituras de maíz

Tabla 10. Datos obtenidos de las tres frituras de maíz analizadas en la primera determinación

Primera determinación de frituras de maíz									
Fritura	A			B			C		
Número de muestras analizadas	Volumen de AgNO ₃ (ml)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 g de alimento	Volumen de AgNO ₃ (ml)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 g de alimento	Volumen de AgNO ₃ (ml)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 g de alimento
M.1	18,1	2,103	841,31	11,8	1,362	544,75	5,6	0,637	254,84
M.2	16,1	1,865	745,82	11,1	1,280	512,02	4,8	0,544	217,43
M.3	14,7	1,701	680,36	12,3	1,420	568,13	5,9	0,672	268,87
M.4	14,9	1,724	689,71	9,4	1,081	432,53	5,4	0,614	245,49
M.5	16,8	1,946	778,55	11,5	1,327	530,73	6,1	0,696	278,22
M.6	15,5	1,794	717,77	16,1	1,865	745,82	8,8	1,011	404,47
D.1	15,6	1,806	722,44	12,7	1,467	586,84	6	0,684	273,55
D.2	16,1	1,865	745,82	12,3	1,420	568,13	6,2	0,707	282,90
D.3	16,5	1,911	764,53	12,1	1,397	558,78	4,6	0,520	208,08
D.4	17,1	1,981	792,58	11,7	1,350	540,08	5,2	0,590	236,14
D.5	16,75	1,941	776,22	12,7	1,467	586,84	5,1	0,579	231,46
D.6	16,4	1,900	759,85	11,8	1,362	544,75	4,9	0,555	222,11
Promedio	16,21	1,88	751,25	12,13	1,40	559,95	5,72	0,65	260,30
DE	0,95	0,11	44,99	1,53	0,18	71,59	1,11	0,13	51,83
CV	5,89	5,99	5,99	12,63	12,78	12,78	19,39	19,91	19,91

Nota:

Volumen de blanco usado para todas las determinaciones: 0,15 ml

Peso de la muestra usado para todas las determinaciones: 5 gramos

La letra **M.** indica **primer análisis** de la muestra mientras que la letra **D.** indica el **duplicado** de esa muestra.

Abreviaturas:

DE: desviación estándar

CV: coeficiente de variación

3.1.2 Segunda determinación del contenido de sodio de las frituras de maíz

Tabla 11. Datos obtenidos de las tres frituras de maíz analizadas en la segunda determinación

Segunda determinación de frituras de maíz									
Fritura	A			B			C		
Número de muestras analizadas	Volumen de AgNO ₃ (ml)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 g de alimento	Volumen de AgNO ₃ (ml)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 g de alimento	Volumen de AgNO ₃ (ml)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 g de alimento
M.1	17,1	1,981	792,582	9,8	1,128	451,23	4,65	0,526	210,4
M.2	15,3	1,771	708,414	11	1,268	507,35	4,8	0,544	217,4
M.3	14,5	1,678	671,006	11,7	1,350	540,08	5,8	0,660	264,2
M.4	12,9	1,490	596,19	12,35	1,426	570,47	7,5	0,859	343,7
M.5	15,8	1,829	731,794	11,7	1,350	540,08	5,7	0,649	259,5
M.6	16	1,853	741,146	10,6	1,222	488,64	7,2	0,824	329,7
D.1	14,8	1,713	685,034	12,1	1,397	558,78	4,9	0,555	222,1
D.2	15,8	1,829	731,794	13,1	1,514	605,54	5,45	0,620	247,8
D.3	16,2	1,876	750,498	14	1,619	647,63	6,1	0,696	278,2
D.4	17	1,970	787,906	11,7	1,350	540,08	5,9	0,672	268,9
D.5	14,8	1,713	685,034	11,5	1,327	530,73	4,8	0,544	217,4
D.6	15,7	1,818	727,118	12,6	1,455	582,16	5,6	0,637	254,8
Promedio	15,49	1,793	717,38	11,85	1,367	546,90	5,70	0,649	259,52
DE	1,15	0,134	53,78	1,12	0,131	52,26	0,91	0,107	42,61
CV	7,42	7,50	7,50	9,43	9,55	9,55	15,99	16,42	16,42

Nota:

Volumen de blanco usado para todas las determinaciones: 0,15 ml

Peso de la muestra usado para todas las determinaciones: 5 gramos

La letra **M.** indica **primer análisis** de la muestra mientras que la letra **D.** indica el **duplicado** de esa muestra.

Abreviaturas:

DE: desviación estándar

CV: coeficiente de variación

3.1.3 Lotes de las muestras usadas en las dos determinaciones del contenido de sodio

Tabla 12. Lotes de cada muestra de las tres frituras de maíz usadas en las dos determinaciones

Lotes de las tres frituras A, B y C									
Frituras		Lotes		Frituras		Lotes		Frituras	
A	D1.1	23058 EMS 6	B	D1.1	LSUY8600 2306	C	D1.1	10110	
	D1.2	23033 EMS 6		D1.2	LSUY8600 2330		D1.2	20211	
	D1.3	18033 EMS 6		D1.3	LSUY8600 2305		D1.3	20124	
	D1.4	20044 EMS 6		D1.4	LSUY8600 2308		D1.4	10621	
	D1.5	11033 EMS 6		D1.5	LSUY8600 2325		D1.5	10627	
	D1.6	20038 EMS 6		D1.6	LSUY8600 2324		D1.6	20147	
	D2.1	27033 EMS 6		D2.1	LSUY8600 2307		D2.1	20132	
	D2.2	11034 EMS 6		D2.2	LSUY8600 2209		D2.2	10128	
	D2.3	21058 EMS 6		D2.3	LSUY8600 2302		D2.3	10130	
	D2.4	20033 EMS 6		D2.4	LSUY8600 2328		D2.4	20134	
	D2.5	18058 EMS 6		D2.5	LSUY8600 2230		D2.5	10151	
	D2.6	15058 EMS 6		D2.6	LSUY8600 2321		D2.6	20138	

Abreviaturas:
D1.: muestra usada en la determinación 1
D2.: muestra usada en la determinación 2

3.1.4 Comparación de los resultados obtenidos en las dos determinaciones

Tabla 13. Comparación de los valores y promedios de los resultados obtenidos durante las primera y segunda determinaciones de frituras de maíz

Determinaciones	Frituras		
	A	B	C
Primera determinación de frituras de maíz	751,08	559,95	260,30
Segunda determinación de frituras de maíz	717,38	546,90	259,52
Promedio	734,23	553,42	259,91

Nota:
Los resultados están expresados en mg de sodio en 100 gramos de producto comestible.

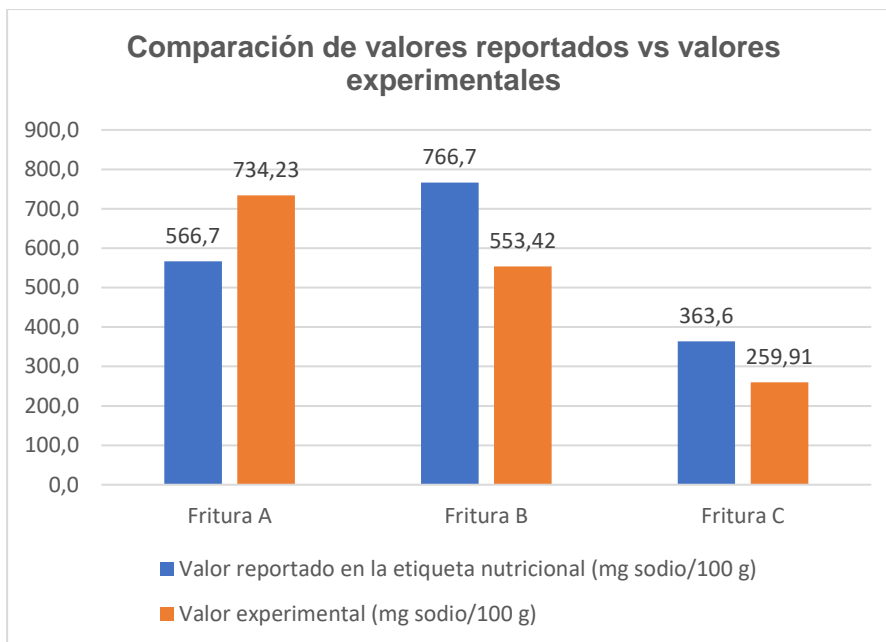


Figura 3. Comparación de las medias de los resultados en mg en 100 g de producto comestible.

Tabla 14. Tabla de comparación entre los valores reportados vs valores experimentales

Fritura	Valor reportado en la etiqueta nutricional	Valor obtenido experimentalmente	Prueba T
A	566,67	734,23	$t_{(11)} = 8,57$ $p < .001$
B	766,67	553,42	$t_{(11)} = -10,17$ $p < .001$
C	363,64	259,91	$t_{(11)} = -5,32$ $p < .001$

Nota:
Los resultados están expresados en mg de sodio en 100 gramos de producto comestible.
Abreviaturas:
 $t_{(11)}$: t-score con 11 grados de libertad
 p = nivel de significancia

Tabla 15. Tabla de cumplimiento de la categorización en el semáforo nutricional de las frituras (NTE INEN 022, 2014).

Frituras	Especificaciones según normativa	Valor obtenido experimentalmente	Cumplimiento según normativa
A	Media: >120 y <600 mg Na en 100g	734,38	NO
B	Alta: ≥600 mg Na en 100g	553,42	NO
C	Media: >120 y <600 mg Na en 100g	259,91	SI

Notas:
Las **especificaciones** y **cumplimiento** se rigen a la normativa NTE INEN 022.
Los resultados están expresados en mg de sodio en 100 gramos de producto comestible.

Capítulo IV

Discusión

4.1 Aplicabilidad del método de Mohr

El método de Mohr es una herramienta valiosa y aplicable para el análisis de aguas y en este caso para alimentos como son las frituras de maíz. En el presente estudio se usó el método de Mohr ya que permite determinar concentraciones bajas de cloruros a comparación de otros métodos como el de Volhard el cual es para concentraciones de cloruros más altas. Como inicio se compararon los valores de sal y sodio en sus respectivas etiquetas nutricionales de tres marcas de frituras de maíz (A, B y C), se evidenció que solo las frituras C cumplían con la norma NTE INEN 022 con respecto a su clasificación del semáforo nutricional y niveles de sodio reportados en su etiqueta, mientras que las frituras A y B no lo hacían. Esta variabilidad en los valores reportados en sus etiquetas con los resultados experimentales llega a ser muy amplia para las frituras C, ya que, en las dos determinaciones, su CV fue 19.91 y 16.42 respectivamente, seguido de las frituras B con un CV 12.78 para la primera determinación y 9.55 para la segunda determinación, terminando con las frituras A, las cuales tuvieron un CV más bajo en las dos determinaciones con valores de 5.99 y 7.50 respectivamente. Estos datos del CV en las tres frituras nos muestran que, pese a que C tiene los valores más altos, es la única que cumplió con los valores reportados, mientras que A y B con CV menores no lo cumplieron. Esta variación puede deberse a la composición química de los alimentos y la cantidad de grasa en estos, ya que, se observa que hay la tendencia que mientras más grasa posea el alimento, los valores experimentales pueden resultar más variables (siendo las frituras C las que poseen más contenido de grasa, seguidas de B y C), esto debido a que la grasa puede dificultar el proceso de la titulación formando una capa sobre los alimentos lo cual evita su disolución en el medio o por la propia composición del alimento la cual pueda tener componentes que puedan llegar a ocasionar interferencias en el método, retrasando el punto final de la titulación. No obstante, hay métodos que ayudan a minimizar estos problemas o desventajas del método como el control de la temperatura, adecuado procesado de la muestra o el uso de otros reactivos como indicador (ferrocianuro de potasio) (Bhaskara, 2010); (Sezey & Adun, 2019). Como se observa que los valores de CV de las frituras A y B son menores en comparación a C la cual cumplió con lo establecido en la norma NTE INEN 022, se puede decir que pese a que el método de Mohr puede llegar a tener algunas desventajas como las interferencias con otros compuestos, puede ser aplicado para determinar el contenido de sodio y sal en los alimentos, ya que, si bien los valores de sodio y sal de las frituras A y B no correspondían a los reportados, sus CV eran inferiores por lo que no se podría deber este

incumplimiento a grandes interferencias en el medio de titulación o baja precisión del método porque presentaron menor variabilidad de los datos. Un valor óptimo del CV para la industria alimenticia generalmente suele ser menor al 5% o 10%, sin embargo, estos valores no están establecidos como tal debido a que pueden variar dependiendo del tipo de producto, objetivos de calidad de la empresa elaboradora y proceso de producción. Generalmente se debe buscar que el coeficiente de variación sea lo más bajo posible para garantizar homogeneidad y calidad del producto final. Además, el coeficiente de variación puede ayudar a evaluar la uniformidad de ciertas propiedades o características de un lote de alimentos, como la concentración de un nutriente específico en diferentes muestras de un producto, un CV bajo indicaría que las concentraciones son uniformes y consistentes, mientras que un CV alto indicaría que existe una inconsistencia en el proceso de producción, afectando la calidad y valor nutricional del producto final (CODEX Alimentarius, 1995). Debido a esto, se puede decir que el método es aplicable para el análisis de alimentos, ya que, si bien el mayor desafío es la cantidad de grasa, este puede ser mitigado mediante una cuidadosa preparación de la muestra y una buena elección de métodos analíticos, además de que por su simplicidad y bajo costo es muy rentable para el análisis de cloruros y no hay que descartar que también las variaciones obtenidas en los análisis se deban al método de producción de la fritura o una uniformidad de contenido no tan buena.

4.2 Comparación del nivel de sodio reportado en la etiqueta nutricional con los valores experimentales

Los valores obtenidos experimentalmente pueden ser visualizados en las tablas 10 y 11. Debido a que para clasificar el alimento en el semáforo nutricional se necesita los valores de sodio (mg) en 100 gramos de producto, se tomarán estos datos como los principales para realizar los análisis. Como se mencionó anteriormente, los valores de CV más altos en las dos determinaciones corresponden a las frituras C (19.91 y 16.42 respectivamente), seguidos de B (12.78 en la primera determinación y 5.95 en la segunda determinación) y A (con 5.99 en la primera determinación y 7.42 para la segunda determinación). Esto indica que hay una mayor variabilidad de los datos en las frituras C y que las frituras A presentan una menor variabilidad de los datos en comparación a las demás frituras.

En la tabla 13 se puede observar el promedio del valor de sodio en 100 gramos de alimento de las tres marcas de frituras en las dos determinaciones. Se puede observar que los promedios de la primera y segunda determinación para cada fritura son similares, siendo los promedios de las frituras C los cuales son más idénticos con 260.3 mg de sodio en la primera determinación y 259.52 mg de sodio para la segunda determinación. Todos estos valores se los pueden visualizar en la tabla 14 que indica los valores reportados en las etiquetas

nutricionales para cada fritura y los valores promedios obtenidos experimentalmente. Se realizó una prueba “T” para una muestra para determinar si hay una variabilidad estadística significativa de estos datos en relación con los valores reportados en sus etiquetas dando como resultado que para las tres marcas de frituras se encontró variaciones estadísticas significativas, ya que, el valor “p” o nivel de significancia fue menor a 0.001 tomando como referencia un valor de alfa de 0.05, demostrando de igual manera la variación de los datos en relación con los reportados.

Finalmente, en la tabla 15 se puede observar el cumplimiento de las tres marcas de frituras según las especificaciones dadas por la normativa NTE INEN 022 en cuanto a su semáforo nutricional, viéndose que solo C cumple con el contenido “medio en sal” con un valor de 259.91 mg de sodio en 100 gramos de alimento. Para las frituras A y B se observa algo muy particular ya que, A está clasificada como “medio en sal”, sin embargo, el valor experimental obtenido fue de 734.38 mg de sodio, sobrepasando los 600 mg para ser considerado en esa categoría. Luego para las frituras B se observa que está con una clasificación “Alto en sal” pero los valores experimentales obtenidos son menores (553.42 mg de sodio) a los que exige la norma, los cuales son mayores o iguales a 600 mg de sodio en 100 gramos de alimento.

4.3 Cumplimiento del semáforo nutricional

Como se evidenció anteriormente con los resultados experimentales, solo las frituras C fueron aquellas que cumplieron con su semáforo nutricional, mientras que A y B no. Sin embargo, estos incumplimientos no siempre suelen resultar ser perjudiciales como se observa para las frituras B, ya que, estas están clasificadas como “alto en sal” pero los valores experimentales reflejan que deberían tener una clasificación “media en sal”. Esto puede resultar en cierto modo beneficioso para la salud, ya que, al haber menos contenido de este en el producto, hay menor riesgo de desarrollar enfermedades como la HTA o enfermedades cardiovasculares y disminuir la ingesta excesiva de la sal. El caso opuesto ocurre para la fritura A, ya que, esta es reportada como “medio en sal” pero los valores experimentales reflejan que debería ser clasificado como “alto en sal”, ya que, sus valores superan por mucho a lo establecido en la norma NTE INEN 022. Esto puede contribuir a tomar malas decisiones a los compradores y a predisponerlos a desarrollar alguna enfermedad ya que, entregan información nutricional errónea a las personas, haciendo que esto pueda perjudicarlas en su salud y más a aquellas personas que por distintas situaciones necesitan regular los nutrientes que consumen diariamente.

Todas estas variaciones en los datos pueden deberse tanto como al proceso de elaboración de estas frituras y control de calidad de estas o a situaciones que puedan provocar una medición errónea del contenido de sodio en los alimentos, como las limitaciones en el método

de análisis. En cuanto al proceso de elaboración, las posibles causas de la variabilidad del contenido de sodio se deben a problemas sobre el control de calidad en el producto, específicamente con la uniformidad de contenido. Un insuficiente tiempo de mezclado (causa principal de la uniformidad de contenido) o un sobrellenado de la mezcladora también pueden llegar a alterar la uniformidad, haciendo que no haya una correcta homogeneización y distribución de los componentes del alimento. Otros problemas también pueden deberse al estado de los equipos, un ejemplo de esto es la mezcladora, la cual si tiene un gran sobreuso o incluso se encuentra en mal estado (roturas o rajaduras) puede llegar a ocasionar que se necesite de más tiempo de mezcla o que no se realice un proceso adecuado. La suciedad del mismo equipo también afecta debido a que si no se da una correcta limpieza puede llegar a acumularse restos de alimentos o materia prima que van a alterar la composición del producto, en este caso la acumulación de más cantidad de sal en el producto final (González, 1998). Es decir, un incorrecto control de calidad o ausencia o ineficiencia de las BPM en la cadena de producción de los alimentos, ocasionan productos con una calidad deficiente. En Ecuador, las normativas NTE INEN-ISO 22000, ISO 9000, ISO 9001 y el Decreto Ejecutivo 3253 del Registro Oficial 696 de la Constitución Política de la República del Ecuador, son aquellas que establecen el control de calidad en los alimentos y sus BPM. En esta se habla sobre los requisitos para que las organizaciones de la cadena alimentaria puedan implementar un sistema de gestión de seguridad alimentaria y brindar productos de calidad, evitando así problemas como en este caso de la uniformidad de contenido o incorrecta dosificación de los componentes de la fórmula del alimento (ARCSA, 2020); (Perigo, 2010).

Conclusiones

- Con el método de Mohr utilizado para realizar la determinación del cloruro de sodio (sal) y sodio en las frituras, se obtuvo coeficientes de variación inferiores al 20% en las tres frituras analizadas, siendo las frituras A con el menor coeficiente de variación (inferior a 8%).
- Los valores reportados en la etiqueta varían en comparación a los resultados obtenidos experimentalmente, para las frituras C se obtuvo un promedio de sodio experimental de 259,91 mg en 100 gramos de alimento en comparación a los 363 mg de sodio en 100 gramos que indica su etiqueta, clasificándose como medio en sal (> 120 y < 600 mg en 100 gramos). Para las frituras A, el valor de sodio era superior al reportado (734,38 mg de sodio experimentales en comparación a 566 mg en 100 gramos de alimento reportado en su etiqueta, clasificándolo como un producto con contenido medio en sal, > 120 y < 600 mg en 100 gramos). Finalmente, para las frituras B, se determinó que los valores de sodio eran inferiores a los reportados en su etiqueta (553,42 mg obtenidos experimentalmente en comparación a 766 mg de sodio en 100 gramos reportados en su etiqueta nutricional). Estas frituras contaban con una clasificación alta en sal (≥ 600 mg en 100 gramos de alimento), sin embargo, según los valores obtenidos, las frituras B deberían ser clasificadas como un producto con contenido medio en sal de acuerdo con la norma NTE INEN 022.
- En resumen, el semáforo nutricional de las frituras C es correcto debido a que los valores de sodio obtenidos experimentalmente están dentro del límite para la clasificación "medio en sal" según la norma NTE INEN 022, mientras que para las frituras A y B, los valores de sodio no coincidían con los reportados en su etiqueta y con su semáforo nutricional.

Recomendaciones

- En cuanto a las limitaciones del método de Mohr para el caso de estos alimentos con alto contenido de grasas, para evitar mediciones erróneas de los cloruros durante el proceso de titulación se puede controlar las condiciones de análisis, una de ellas es mantener la temperatura de 50 a 55 grados, ya que, ayuda a mejorar la solubilidad de las grasas, sin embargo, no se debe sobrepasar los 55 grados, puesto que, podría también llegar a interferir en la medición. Se podría emplear otro indicador en lugar del cromato de potasio como el ferrocianuro de potasio porque este es más estable ante las grasas que el cromato de potasio. Esto debido a que el ferrocianuro de potasio es una sal, mientras que el cromato de potasio es un óxido el cual forma enlaces covalentes con las grasas interfiriendo con la titulación, mientras que el ferrocianuro no. Además de esta ventaja, el ferrocianuro presenta otras ventajas como una mayor tolerancia a la acidez, mayor estabilidad en el tiempo y un cambio de color más drástico en el punto final, el cual es un rojo brillante fácil de ver (Bhaskara, 2010).
- El semáforo nutricional y su impacto ha ocasionado una transformación significativa en la industria alimenticia, haciendo que no solo se cambien los hábitos alimenticios, sino también han generado un impacto en las empresas dedicadas a este sector. Si bien estas empresas están obligadas a proporcionar alimentos de calidad y cumplir con las normativas del Ecuador, no todas lo han hecho haciendo que opten por estrategias como la reducción de componentes en su producto como son la grasa, sal y azúcar con el fin de obtener una categorización más favorable en el semáforo nutricional y que sea más atractivo para el consumidor. Sin embargo, en algunas otras situaciones esta categorización puede ser errónea, obteniéndose concentraciones de estos nutrientes superiores a los reportados. Esto se podría evitar implementando más sistemas de control de calidad, estandarización de los procesos e ingredientes a usar, usar las BPM o emplear herramientas estadísticas como el coeficiente de variación para controlar la uniformidad de contenido en la producción y un monitoreo constante de todo el proceso para asegurar la calidad y uniformidad de contenido (Díaz, y otros, 2017); (Freire, y otros, 2021).
- El uso de sustitutos a la sal puede ayudar a reducir los problemas de salud que esta puede ocasionar, ya que, según datos proporcionados por la FDA (Food And Drug Administration) indica que el 75% de la población mundial consume cantidades excesivas de sodio a través de los alimentos procesados (como frituras). Una

alternativa más prometedora es el cloruro de potasio. Esta es una gran alternativa debido a que también el potasio es muy importante para el organismo, ya que, puede ayudar a reducir el exceso de sodio. La cantidad recomendada por la OMS es mínima de 3,51 gramos al día. No obstante, este tiene un inconveniente y es que los alimentos adquieren un sabor amargo, por lo que se recomienda usarlo en combinación con otros compuestos o especias (hierbas aromáticas como el orégano o especias picantes como la pimienta) para enmascarar el sabor amargo o incluso metálico que provoca (Carmona, 2013). Otras opciones son los extractos de levadura o glutamato monosódico, ya que, refuerzan el gusto. Además, el glutamato monosódico es un aminoácido presente en casi todos los alimentos, el cual da un sabor salado similar a la sal (Carmona, 2013). Este compuesto ha sido objeto de varios estudios donde cuestionan su toxicidad, sin embargo, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios y el Comité Científico de Alimentación de la Comisión Europea lo aprobó como un sustituto seguro para el consumo. En los últimos años, se ha planteado la sustitución de la sal en frituras por el glutamato monosódico, recomendándose hasta 0.5 g por cada 100 gramos de producto (Maluly, Ariseto, & Reyes, 2017).

Otros sustitutos de la sal pueden ser:

Tabla 16. Sustitutos de la sal (Carmona, 2013).

Nombre	Descripción	Compuestos	Comentarios
No – Na	No contiene sodio y es rico en potasio	Por porción contiene: Potasio: 443 mg Sodio: 0,12 mg	Es 100% natural.
Novosal	Contiene un 65% menos de sodio	Cada 100 gramos contienen: Sodio: 13,6 g Potasio: 28,5 g Cloro: 45,8 g	Su sabor salado es un poco menor a la sal común.
Eugusal	Tiene baja cantidad de sodio 0,12%	Cada 100 gramos contienen: Potasio: 32,8 g	Usado para regímenes dietéticos hiposódicos. Consumir hasta

			10 gramos por día.
Co - Salt	No contiene sodio	1 gramo contiene: 468 mg de potasio	Usado cuando se necesita eliminar la sal de la dieta. Consumir solo 2 gramos por día.

Bibliografía

- Andrade, J. (2019). CONOCIMIENTOS E INTERPRETACIÓN DEL ETIQUETADO NUTRICIONAL DE TIPO SEMÁFORO EN LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, EN LOS MESES DE FEBRERO- MARZO DEL 2019. (*Trabajo de titulación*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17242/Tesis%20Jorge%20Luis%20Andrade%20Q.%20Conocimientos%20e%20interpretaci%20c3%b3n%20del%20etiquetado%20Nutricional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ARCSA. (2020). *Gobierno del Ecuador*. Obtenido de Las BPM garantizan la inocuidad en la cadena de producción de alimentos procesados: <https://www.controlsanitario.gob.ec/las-bpm-garantizan-la-inocuidad-en-la-cadena-de-produccion-de-los-alimentos-procesados/>
- Benavides, R., Ortiz, A., Villalobos, M., Rojas, J., Torres, M., Cruz, W., . . . Bermúdez, V. (2014). Prevalencia de hipertensión arterial en individuos adultos de las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Síndrome cardiometabólico*, 10-21. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/es/revista/sindrome-cardiometabolico/articulo/prevalencia-de-hipertension-arterial-en-individuos-adultos-de-las-parroquias-urbanas-de-la-ciudad-de-cuenca-ecuador>
- Benavides, R., Valdez, M., Cruz, W., Ramos, R., Vílchez, J., Quintero, J., & Pirela, V. (2016). Factores de Riesgo para Hipertensión Arterial en Población Adulta de una Región Urbana de Ecuador. *Revista Peru Med Exp Salud Pública*, 248-255. doi:10.17843/rpmesp.2016.332.2214
- Bhaskara, K. (2010). Titration of ferrocyanide with silver nitrate, using potassium chromate as indicator. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*, 84-87. doi:10.1002/recl.19650840112
- Carmona, I. (2013). *Sustitutos de la sal en la industria de alimentos*. Agrimundo. Obtenido de https://chilealimentos.com/wp-content/uploads/migracion/2013/phocadownload/Innovacion_tecnologia/sal%20reporte_nueve_version_final.pdf
- Castellanos, G. (2022). *8 años después, ¿el etiquetado de semáforo para alimentos dio resultado en Ecuador?* Obtenido de Youtopia: <https://youtopiaecuador.com/nutricion-infantil/etiquetado-semaforo-nutricion-ecuador-obesidad/>

- Chávez, K., & Bonilla, D. (2014). La formación de precipitados bajo el efecto de la acidez en el método de Mohr. *Educación química*, 440-445. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v25n4/v25n4a6.pdf>
- CODEX Alimentarius. (1995). *General standard for contaminants and toxins in food and feed (CODEX STAN 193-1995)*. Obtenido de FAO: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf
- Criollo, M., Morocho, C., Espinoza, M., & Ulloa, V. (2022). Compra y consumo de alimentos después del confinamiento por la pandemia de COVID-19: percepciones de adultos en Cuenca, Ecuador. *Revista ESPOCH*, 44-55. Obtenido de <http://revistas.espoch.edu.ec/index.php/cssn/article/view/698/707>
- Delgado, J., & Bernal, J. (2013). Prácticas vinculadas al consumo de sal en pacientes con enfermedad renal. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 69-72. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522013000200002
- Díaz, A., Veliz, P., Mariño, G., Mafla, C., Altamirano, L., & Jones, C. (2017). Etiquetado de alimentos en Ecuador: implementación, resultados y acciones pendientes. *Revista Panam Salud Pública*, 41-54. Obtenido de <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34059/v41a542017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FDA. (2022). *FDA U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION*. Obtenido de El sodio en su dieta: <https://www.fda.gov/food/nutrition-education-resources-materials/el-sodio-en-su-dieta>
- Freire, W., Ochoa, A., Peñafiel, D., Castillo, M., Centeno, M., Waters, W., & Belmont, P. (2021). Evaluación cualitativa del sistema de reglamento sanitario de alimentos procesados en Ecuador. *Revista Bitácora Académica*. Obtenido de <http://bitacora.usfq.edu.ec/>
- Freire, W., Ramírez, M., Belmont, P., Mendieta, M., Jaramillo, K., Romero, N., . . . Monge, R. (2014). *Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT-ECU 2012*. Quito-Ecuador: Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Freire, W., Waters, W., & Mariño, G. (2017). SEMÁFORO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS PROCESADOS: ESTUDIO CUALITATIVO SOBRE CONOCIMIENTOS, COMPRENSIÓN, ACTITUDES Y PRÁCTICAS EN EL ECUADOR. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*, 8-11. doi: 10.17843/rpmesp.2017.341.2762
- García, P., Flores, E., & Hospedales, J. (2010). Más allá del ámbito clínico en el cuidado de la hipertensión arterial. *Rev Panam Salud Pública*, 311-318. Obtenido de

https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v28n4/11.pdf

González, E. (1998). *Problemas de mezclado y uniformidad en la industria de alimentos*. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones en Nutrición.

Hernández, S. (2020). *Estadística. Coeficiente de Variación*. Obtenido de Escuela Superior de Tepeji del Río: https://www.uaeh.edu.mx/division_academica/educacion-media/repositorio/2010/6-semester/estadistica/coeficiente-de-variacion.pdf

Hurtado, A., Caldera, A., Milano, B., Ibarra, C., Díaz, A., Camacho, J., . . . Verde, O. (2017). Notas técnicas: análisis de datos bajo condiciones de repetibilidad. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 40-43. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642017000200002&lng=es&tlng=es.

Maluly, H., Ariseto, A., & Reyes, F. (2017). El glutamato monosódico como herramienta para reducir el sodio en los productos alimenticios: aspectos tecnológicos y de seguridad. *Food Science & Nutrition*, 1039-1048. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.499>

Medrano, B. (2021). Consumo de comida chatarra según el estar en época de exámenes en estudiantes universitarios de cinco países en Latinoamérica. (*Trabajo de titulación*). Universidad Continental, Huancayo. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9154/4/IV_FCS_502_TE_Medrano_Velasquez_2021.pdf

Monzón, A., & Milagros, M. (2014). Cloruro de sodio y estandarización de sales, calidad y centrifugación. (*Trabajo de titulación*). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3d8770e6-12db-4aa9-9e6d-891cc71ecc29/content>

Neudo, B., & Ramón, V. (2020). Hipertensión arterial: ingesta de sal y mecanismos de patogénesis. *Avances en Biomedicina*, 16-29. doi:ISSN-e 2244-7881

Nielsen, S. (2017). *Sodium Determination Using Ion-Selective Electrodes, Mohr Titration, and Test Strips*. USA: Food Analysis Laboratory Manual, Food Science Text Series. doi:10.1007/978-3-319-44127-6_19

NTE INEN. (2011). NTE INEN 1334-2: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- NTE INEN. (2011). NTE INEN 1334-3: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN. (2014). NTE INEN 1334-1: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN. (2014). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022 (2R). "Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN. (s.f.). NTE INEN 51:2012 Sal común. Determinación del cloruro de sodio. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- OPS. (2006). *Hoja informativa sobre la reducción de la sal alimentaria*. Nebraska: Haeney RP. Creighton University.
- OPS. (2023). OPS. Obtenido de Es necesario hacer grandes esfuerzos para reducir la ingesta de sal y salvar vidas: <https://www.paho.org/es/noticias/9-3-2023-es-necesario-hacer-grandes-esfuerzos-para-reducir-ingesta-sal-salvar-vidas>
- Ortiz, J., Astudillo, G., Donoso, S., & Ochoa, A. (2018). *Tabla de composición de alimentos*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Padilla, P., Carpio, T., Delgado, V., Villavicencia, V., Andrade, C., & Fernández, J. (2017). Actitudes y prácticas de la población en relación al etiquetado de tipo "semáforo nutricional" en Ecuador. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 121-129. doi:10.14306/renhyd.21.2.306
- Perigo, C. (2010). El control de calidad de los alimentos. Herramientas para su implementación. *Agromensajes*, 33-35. Obtenido de <http://biblioteca.puntoedu.edu.ar/bitstream/handle/2133/557/EI%20control%20de%20calidad%20de%20los%20alimentos%20herramientas%20para%20su%20implementaci%C3%B3n.pdf?sequence=1>
- Quinja, L. (2019). CONOCIMIENTOS E INTERPRETACIÓN DEL ETIQUETADO NUTRICIONAL DE TIPO SEMÁFORO EN LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, EN LOS MESES DE FEBRERO- MARZO DEL 2019. (*Trabajo de titulación*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17242/Tesis%20Jorge%20Luis>

%20Andrade%20Q.%20Conocimientos%20e%20interpretaci%c3%b3n%20del%20eti
quetado%20Nutricional.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, N., Sorroza, B., Endara, A., & Álvarez, J. (2019). El Cloruro de Sodio (NaCl) y los efectos en la alimentación. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 9137-937. doi:10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.913-937

Romero Simbaña, T., & Vélez Vinueza, S. (s.f.). Determinación de macronutrientes en alimentos tradicionales de la ciudad de Cuenca. (*Tesis de pregrado*). Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2461>

Saieh, C., Zehnder, C., Castro, M., & Sanhueza, P. (2015). Etiquetado nutricional, ¿qué se sabe del contenido de sodio en los alimentos? *Revista Médica Clínica Las Condes*, 113-118. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2014.12.005>

Sánchez, G., Peña, L., Varea, S., Mogrovejo, P., Goetschel, M., Montero, M., . . . Blanco, A. (2012). Conocimientos, percepciones y comportamientos relacionados con el consumo de sal, la salud y el etiquetado nutricional en Argentina, Costa Rica y Ecuador. *Rev Panam Salud Pública*, 259-264. Obtenido de <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v32n4/03.pdf>

Santander, L., López, V., Castillo, M., & Barriga, D. (2022). Impacto del semáforo nutricional sobre el consumo de grasas, azúcares y sal en sujetos con sobrepeso. *Revista ESPOCH*, 79-89. Obtenido de <http://revistas.espoch.edu.ec/index.php/cssn/article/view/650/645>

Sezey, M., & Adun, P. (2019). VALIDATION OF MOHR'S TITRATION METHOD TO DETERMINE SALT IN OLIVE AND OLIVE BRINE. *Journal of the Turkish Chemical Society*, 329-334. doi:<https://doi.org/10.18596/jotcsa.496563>

Sorroza, E., Endara, M., Álvarez, J., & Rojas, N. (2019). El Cloruro de Sodio (NaCl) y los efectos en la alimentación. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 913-937. doi:[https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(1\).enero.2019.913-937](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.913-937)

Tirado, J., & Pérez, R. (2017). Validation of a new indicator for the Mohr titration method for the determination of chloride in food. *Food Analytical Methods*, 10.1002/fam.2609.

University of Canterbury. (2015). *University of Canterbury*. Obtenido de Determination of Chloride Ion Concentration by Titration : https://www.canterbury.ac.nz/media/documents/science-outreach/chloride_mohr.pdf

Vit, P., Plaza, R., Uzcátegui, M., & Villasmil, M. (2002). Evaluación de etiquetas de alimentos nacionales e importados. *Revista de la Facultad de Farmacia*, 18-28. Obtenido de http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/farma/v44/articulo44_4.pdf

Whelton, P., Carey, R., Mancina, G., Kreutz, R., Bundy, J., & Williams, B. (2022). Harmonization of the American College of Cardiology/American Heart Association and European Society of Cardiology/European Society of Hypertension Blood Pressure/Hypertension Guidelines: Comparisons, Reflections, and Recommendations. *Circulation*, 868-877. doi:<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.054602>

Zehnder, C. (2015). Sodio, potasio e hipertensión arterial. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 508-515. doi:[10.1016/S0716-8640\(10\)70566-6](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70566-6)

Anexos



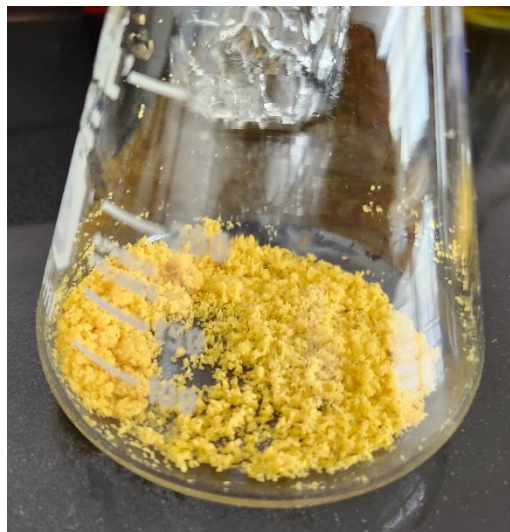
Anexo A. Etiqueta fritura A



Anexo B. Etiqueta fritura B



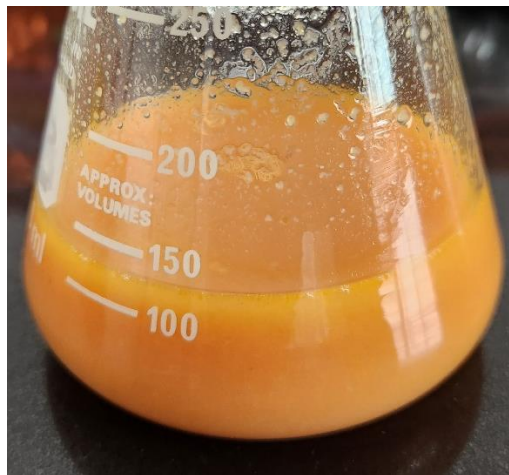
Anexo C. Etiqueta fritura C



Anexo D. Molido de las muestras



Anexo E. Punto inicial de la titulación



Anexo F. Punto final de la titulación