

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Bioquímica y Farmacia

“Determinación de la cantidad de cloruro de sodio en frituras de plátano verde y evaluación del nivel de sal en la etiqueta nutricional”

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

Autor:

José Francisco Abad Vera

Director:

Silvana Patricia Donoso Moscoso

ORCID:  0000-0002-8556-7334

Cuenca, Ecuador

2024-09-25

Resumen

En Ecuador las etiquetas de los alimentos y los semáforos nutricionales son autorizados por el ARCSA, en donde una correcta publicación de los valores de cloruro de sodio (NaCl) es muy importante, pues, según la MSP en una publicación realizada en mayo del 2023 indica que la hipertensión arterial es una de las principales causas de muerte en Ecuador, además una encuesta realizada por INEC en colaboración con el MSP y la OMS en el año 2018 indican que el 19,8% de los adultos ecuatorianos viven con esta patología (PAHO, 2015). El proyecto determinó la cantidad de cloruro de sodio en snacks de frituras de plátano verde de 3 marcas de Cuenca, de forma que los resultados obtenidos se contrastan con los valores registrados en las etiquetas de los productos, verificando así su concordancia. Las cantidades de NaCl fueron obtenidas mediante el método de Mohr el cual se empleó en 12 muestras de cada marca. Cabe mencionar que se realizó un estudio descriptivo de manera que nos permita o facilite la comparación de los resultados obtenidos de NaCl con las cantidades presentadas en las etiquetas. **Resultados:** El promedio de mg de sodio determinado experimentalmente para la marca A no coincide con lo marcado en la etiqueta nutricional, además, se encontraba fuera del rango permitido para poseer un semáforo verde en la categoría sal. **Conclusión:** La evaluación del contenido de cloruro de sodio y de sodio en los snacks de plátano verde, demostraron coincidencias con el etiquetado, menos la marca A.

Palabras claves del autor: cloruro de sodio, método de Mohr, gravimetría, 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

In Ecuador, food labels and nutritional traffic lights are authorized by the ARCSA, where a correct publication of sodium chloride (NaCl) values is very important, since, according to the MSP in a publication made in May 2023, it indicates that arterial hypertension is one of the main causes of death in Ecuador. In addition, a survey carried out by INEC in collaboration with the MSP and the WHO in 2018 indicates that 19.8% of Ecuadorian adults live with this pathology (PAHO, 2015). The project determined the amount of sodium chloride in green plantain fritters snacks from 3 brands from Cuenca, so that the results obtained are compared with the values recorded on the product labels, thus verifying their concordance. The quantities of NaCl were obtained using the Mohr method which was used in 12 samples of each brand. It is worth mentioning that a descriptive study was carried out in order to allow or facilitate the comparison of the results obtained for NaCl with the quantities presented on the labels. **Results:** The average mg of sodium determined experimentally for brand A does not coincide with what is indicated on the nutritional label, and it was also outside the range allowed to have a green traffic light in the salt category. **Conclusion:** The evaluation of the sodium chloride and sodium content in green banana snacks showed coincidences with the labeling, except for brand A.

Author keywords: sodium chloride, Mohr's method, gravimetry, nutritional traffic light



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

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

Índice de contenido

1. Introducción	9
2. Objetivos.....	10
3. Marco Teórico.....	11
3.1. La sal, su impacto en la salud y etiquetado nutricional	11
3.2. Sal y su impacto en la salud	12
3.3. Hipertensión Arterial	12
3.4. Otras Enfermedades asociadas a la sal.....	13
3.5. Situación en Ecuador.....	13
3.6. Semáforo Nutricional	14
3.7. Consumo de frituras y alimentos ultraprocesados en Ecuador.....	16
3.8. Técnicas de determinación de sodio.....	18
4. Metodología	22
4.1. Descripción de muestras.	22
4.2. Recolección y tamaño de las muestras.....	22
4.5. Determinación de contenido de Cloruro de Sodio y sodio.....	24
A. Preparación de reactivos:	25
B. Fórmulas para determinar el contenido de cloruro de sodio y sodio en la muestra.	
26	
5. Resultados y Análisis	27
5.2. Comparación del nivel de sodio reportado en la etiqueta nutricional con los valores experimentales.	33
6. Discusión	34
6.1. Semáforo nutricional vs Octágono	34
7. Conclusiones	35
8. Recomendaciones	36
Referencias.....	37
Anexos.....	40

Índice de tablas

Tabla 1 Contenido de componentes y concentraciones permitidas por la (INEN) OPS para alimentos procesados que contienen grasas, azúcares y sal (NTE INEN 022, 2014).....	16
Tabla 2 Consumo de snacks clasificada por sexo en la población de 10 a 19 años.....	17
Tabla 3 Consumo de snacks clasificada por etnia en la población de 10 a 19 años.....	17
Tabla 4 Consumo de snacks clasificada por subregión en la población de 10 a 19 años....	18
Tabla 5 Consumo de snacks clasificada por economía en la población de 10 a 19 años....	18
Tabla 6 Primera determinación del contenido de sodio de las frituras de plátano verde.....	28
Tabla 7 Segunda determinación del contenido de sodio en frituras de plátano verde	29
Tabla 8 Lotes de las muestras usadas en las dos determinaciones del contenido de sodio.	30
Tabla 9 Promedio total de los resultados obtenidos en las determinaciones	30
Tabla 10 Tabla de comparación entre los valores reportados en las etiquetas vs valores experimentales.....	31
Tabla 11 Tabla de prueba estadística T student para una muestra.	31
Tabla 12 Tabla de cumplimiento de la categorización en el semáforo nutricional de las frituras (NTE INEN 022, 2014).....	33

Índice de Figuras

Figura 1 Presentación del semáforo nutricional (Cantuña Tello et al., 2021)	15
Figura 2 Flujograma para la determinación de cloruro de sodio y sodio de las muestras ..	24
Figura 3 Comparación de las medias de los resultados en mg de sodio en 100 g de producto comestible.....	31

Dedicatoria

El presente proyecto es dedicado a mi familia, especialmente a mis padres, mis hermanas y a mis tíos cercanos, con los que he compartido mucho y que siempre estuvieron ahí presente con su apoyo continuo y lleno de cariño y, que hoy en día son las personas más importantes para mí.

A mi hermana María José, mi segunda madre, la persona más bondadosa y correcta que he conocido en mi vida, que siempre estuvo ahí para mí a pesar de los nuestros problemas, que nunca me dejó caminar solo, ella es la persona a la que más le dedico y adjudico este logro.

A mi hermana María Belén, la hermana cariñosa, que siempre tiene un consejo de vida bajo la manga, le agradezco mucho por transmitirme esa pasión de siempre querer salir adelante y por darme muchos momentos alegres.

A mis padres, agradezco su confianza y que siempre estén pendientes de mí, de ser quienes forjaron mi carácter, y mi terquedad para no rendirme antes los problemas que surjan en mi vida, de ser mis confidentes y siempre hacerme sentir querido y amado.

Agradecimientos

Agradezco el contar con todos mis seres queridos en vida, para que me vean cumplir esta meta en la que he invertido tiempo, paciencia, constancia y pasión. Que puedan celebrar conmigo este sueño.

También quiero agradecer a mi tutora Dra. Silvana Donoso y al Ing. David Vanegas, por estar conmigo en las buenas y en las malas en este paso para alcanzar mi carrera profesional. Debo agradecer infinitamente a la Universidad de Cuenca, por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de formarme en sus aulas, y a los docentes que siempre tuvieron algo que enseñarme más allá de lo académico y de los que aprendí mucho.

1. Introducción

La sal ha sido una piedra angular en la gastronomía mundial desde tiempos antiguos. Su capacidad para realzar sabores, conservar alimentos y transformar texturas la convierte en un ingrediente esencial en casi todas las cocinas del mundo. Sin embargo, este mineral, tan venerado en la cocina, también plantea desafíos significativos para la salud cuando se consume en exceso.

La sal es considerada como un condimento esencial no solo para darle sabor a diversos platos, sino también a nivel de la salud, pues el cloruro de sodio (NaCl) es importante para el correcto funcionamiento del cuerpo humano, ya que es partícipe indispensable de funciones regulatorias de los líquidos del organismo, sin mencionar su rol en procesos de transmisión nerviosa. Si bien, por un lado la sal tiene un papel fundamental para la salud, en la actualidad hay un consumo excesivo, pues, según la OMS (2023) “La ingesta media mundial de sal se estima en 10,8 gramos al día, más del doble de lo recomendado por la OMS, esto es, menos de 5 gramos de sal al día (una cucharadita)”, de igual forma en Ecuador se han documentado consumos excesivos de sal, así se aprecia en la encuesta STEPS del 2018, la cual informa que 1 de cada 5 adultos ecuatorianos de entre 18 y 69 años padecen hipertensión arterial, lo que representa el 19,8% de la población, esta información nos alerta sobre los riesgos existentes a raíz del consumo de sal, pues la hipertensión arterial forma parte de las principales patológicas que causan muertes en el Ecuador.

Cabe mencionar que, los snacks poseen diversas características nutricionales y metabólicas que pueden llegar a ser problemáticas, al igual que sus repercusiones sociales, culturales, económicas y ambientales, en especial cuando representan una proporción sustancial y cada vez mayor del suministro de alimentos y de la alimentación en los países. Estos alimentos son problemáticos para la salud humana por distintas razones: tienen una calidad nutricional muy mala y, por lo común, son extremadamente sabrosos, a veces hasta casi adictivos; imitan a los alimentos y se los ve erróneamente como saludables, además, se anuncian y comercializan de manera agresiva (PAHO y OMS, 2015).

Los semáforos nutricionales ayudan a los consumidores a tomar decisiones informadas sobre los alimentos que consumen, para controlar, por ejemplo, el consumo de sal, azúcar o grasas. Este sistema visual, que se inspira en los colores del semáforo de tráfico clásico, ofrece una interpretación rápida de los valores nutricionales de los productos alimenticios con el objetivo de fomentar hábitos alimentarios más saludables. El atractivo del Semáforo Nutricional radica en su simplicidad y claridad. Este sistema permite a los consumidores, sin necesidad de

conocimientos profundos en nutrición, identificar de manera rápida si un alimento es adecuado para un consumo frecuente o si debe limitarse.

En esta tesis se buscó determinar el contenido de sal de los snacks de frituras de plátano verde, snack muy popular en el Ecuador, cuya presencia está en todos los supermercados y tiendas a nivel nacional. A pesar de que las etiquetas nutricionales proporcionan información clave sobre el contenido de sodio de los productos alimenticios, no siempre está claro si esta información es precisa, especialmente en productos procesados, donde puede existir variabilidad entre los lotes de producción, además de un incumplimiento de normativas vigentes por parte de las empresas.

2. Objetivos

Objetivo General: Evaluar el contenido de cloruro de sodio en snacks de frituras de plátano verde y verificar con la cantidad de sal en la etiqueta nutricional.

Objetivo Específico:

- Contrastar el contenido de cloruro de sodio en snacks de plátano verde, obtenido experimentalmente con relación al registrado en la etiqueta nutricional.
- Determinar el nivel de cumplimiento del semáforo nutricional
- Determinar la aplicabilidad del método de Mohr para la cuantificación de cloruro de sodio en frituras.

3. Marco Teórico

3.1. La sal, su impacto en la salud y etiquetado nutricional

En química, la sal es un compuesto químico formado por cationes enlazados a aniones a través de un enlace iónico, esta combinación forma una sal, esta sal es de característica iónica lo que hace sea muy soluble en agua.

Según la OMS (2015), las enfermedades no transmisibles (ENT) constituyen la principal causa de mortalidad, pues, se registró que en el año 2012 en el mundo ocurrieron 59 millones de muertes, de las cuales 38 millones estaban asociadas a enfermedades no transmisibles, lo que equivale al 68% de éstas (Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 2015). Aunque existen varias ENT, una de las principales es la hipertensión arterial, de manera que la PAHO (2016), nos informa que 9,4 millones de muertes cada año son por causa de la hipertensión arterial, lo que demuestra ser más de la mitad de los 17 millones de muertes anuales atribuidas a enfermedades cardiovasculares. Si bien hay varias ENTs, muchas de estas se encuentran asociadas factores modificables como lo son la mala alimentación y la falta de ejercicio físico.

Si observamos la realidad alimentaria de los ecuatorianos, nos encontramos con el hecho de que, si bien de forma casera la sal se usa como condimento, también la encontramos en muchas otras formas de alimentos como lo son los alimentos ultra procesados en donde se encuentran los snacks, micronutrientes y otros compuestos bioactivos (PAHO y OMS, 2015). Teniendo en cuenta que el exceso de sal en las dietas es un factor importante de riesgo para padecer hipertensión arterial y que la hipertensión arterial es de las principales causas de muerte en el Ecuador, las organizaciones regulatorias como el ARCSA exigen a las empresas colocar la cantidad de sal y otros compuestos como azúcares y grasas en las etiquetas de sus productos, con el objetivo de informar a los consumidores, reducir el consumo de sal y prevenir el surgimiento de enfermedades. Cabe mencionar que hoy por hoy, las etiquetas y semáforos nutricionales pueden no representar la cantidad real de sal, azúcares o grasas que contienen algunos productos, por ello se busca garantizar la correcta determinación de estos compuestos y además comparar la cantidad de sal que tienen diferentes marcas (INEN, 2014).

3.2. Sal y su impacto en la salud

El sodio es un nutriente esencial para el ser humano, pues está presente en procesos de homeostasis celular y funciones del organismo, de hecho, está involucrado en el control de la presión arterial y el volumen sanguíneo, además también es necesario para que los músculos y nervios funcionen adecuadamente. El sodio cumple un papel en el correcto funcionamiento del cuerpo y se lo puede adquirir mediante la ingesta en la dieta en forma de NaCl o también conocida como sal de mesa (Roig Grau et al., 2021).

La sal es considera como condimento, presente como ingrediente de muchas recetas para la preparación de diferentes platillos, este condimento famoso y presente en la gastronomía del mundo resulta ser muy versátil, el cual según Isabel Roig Grau en 2021 “Aproximadamente el 15% del consumo procede de la composición inherente del alimento; el 10% de la sal que se agrega durante la cocción o en la mesa y el 75% del consumo de alimentos elaborados industrialmente conocidos como «sal oculta»”

A pesar de su importancia biológica y su amplia aplicabilidad en el campo culinario, resulta que el cloruro de sodio es un nutriente al que se debe tener cuidado en su consumo, ya que es un factor importante en el surgimiento de enfermedades cardio vasculares, especialmente en la hipertensión arterial.

La estrecha relación del sodio y la presión arterial alta es ampliamente reconocida y respalda por una gran cantidad de estudios. Por ende, se ha llegado a la conclusión de que la disminución de cloruro de sodio en la dieta, no solo reduce el riesgo de padecer hipertensión arterial, además también disminuye el grado de morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares (Grillo et al., 2019)

La reducción moderada y prolongada de sal induce a una caída importante de la presión arterial, tanto en personas hipertensas como normotensas. Además, cabe mencionar que la ingesta elevada de sodio junto con el incremento de la presión arterial, se relacionan con la retención del agua, aumento de la resistencia periférica sistémica, alteraciones en la función endotelial, cambios en la estructura y función de las grandes arterias elásticas, modificación de la actividad simpática y del sistema neuronal autónomo (Grillo et al., 2019).

3.3. Hipertensión Arterial

La hipertensión arterial, comúnmente conocida como presión arterial alta, es una condición crónica en la cual la fuerza ejercida por la sangre contra las paredes de las arterias es elevada de manera persistente (Valor normal: < 120/80). Esta condición es un factor de riesgo

importante para diversas enfermedades cardiovasculares, incluyendo accidentes cerebrovasculares (ACV), enfermedad coronaria, insuficiencia cardiaca y enfermedad renal (Zehnder, 2010).

A partir de noviembre del 2017, el Colegio Americano de Cardiología (CAC), emitieron guías de práctica clínica para la prevención, detección, evaluación y tratamiento de la hipertensión en adultos, empleando una nueva clasificación de la enfermedad (Rubio, 2018).

En la hipertensión, el consumo sal de mesa o sodio se ve involucrada en la activación local del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), generando un aumento de la angiotensina II, provocando vasoconstricción arteriolar eferente, aumento de la presión intraglomerular e hipertensión arteriolar. La ingesta exagerada de sodio, especialmente en la forma de cloruro de sodio, y el reducido aporte de potasio, característicos de la alimentación del mundo occidental, son determinantes, junto a la obesidad y al sedentarismo, a un aumento progresivo de la incidencia y prevalencia de hipertensión arterial (Zehnder, 2010).

3.4. Otras Enfermedades asociadas a la sal.

El consumo excesivo de sal puede contribuir al desarrollo de varias condiciones de salud adversas, siendo la más presente la presión arterial elevada, aunque también encontramos:

- Osteoporosis: Un alto consumo de sal puede aumentar la pérdida de calcio en la orina, lo que podría eventualmente contribuir a la pérdida de densidad ósea y aumentar el riesgo de osteoporosis, especialmente en mujeres posmenopáusicas.
- Problemas Gastrointestinales: El exceso de sal puede contribuir a la inflamación y afecciones como la gastritis, especialmente en personas sensibles o con predisposición a problemas digestivos.
- Afectaciones neurológicas: Algunos estudios sugieren que altos niveles de sodio en la dieta causa una deficiencia de óxido nítrico, lo que conduce a la acumulación de la proteína tau, involucrada en el desarrollo de alzhéimer, aunque se necesita más investigación para confirmar esta conexión.

(Zehnder, 2010)

3.5. Situación en Ecuador

El etiquetado de alimentos constituye un derecho del consumidor y un deber de las empresas alimentarias, para proteger al consumidor. Una de las formas de etiquetado de alimentos es el sistema semáforo diseñado por la Food Standard Agency (FSA) del Reino Unido para

mejorar el entendimiento del etiquetado nutricional en alimentos industrializados. El sistema Semáforo diseñado por la FSA para mejorar el entendimiento del etiquetado nutricional, consiste en asignar un color del semáforo (rojo, ámbar o verde) a los elementos más importantes de la información nutricional (Andrade et al., 2017). El color rojo se usa cuando un alimento proporciona una alta cantidad de un nutriente, el color ámbar se usa para indicar que un alimento tiene una cantidad intermedia de algún nutriente, y el verde es el color que simboliza que un alimento tiene un contenido bajo de determinado nutriente y por tanto sería la mejor opción (Andrade et al., 2017).

Actualmente la sal al igual que otros nutrientes como son la azúcar y las grasas, son de declaración obligatoria, de hecho, en la norma INEN 1334-2, nos menciona que la cantidad del nutriente presente en un producto no debe exceder el 20% de lo declarado en la etiqueta. Hoy por hoy, la existencia de los semáforos nutricionales y la declaración obligatoria de ciertos nutrientes, han hecho que los consumidores sean más selectivos sobre los productos que deben adquirir para contribuir a su buena salud, y de igual manera ha orillado a algunas empresas a modificar sus productos para seguir teniendo la aceptación de los consumidores hacia su marca, ejemplo de esto, lo podemos ver en coca cola sin azúcar. Esta medida que se ha optado por aplicar resulta importante para las personas que padecen alguna enfermedad la cual puede empeorar según su alimentación, y en el caso de las personas saludables se puede emplear de forma preventiva para evitar consecuencias relacionadas a una mala alimentación (INEN, 2014).

3.6. Semáforo Nutricional

El etiquetado de los productos alimenticios es un tema fundamental en la actualidad. El Ministerio de Salud Pública lanza la campaña "Elige bien para vivir bien" para promover el nuevo sistema de etiquetado de alimentos procesados, respaldado por la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. Según el artículo 28, tercer inciso, esta ley establece que las entidades de salud, educación, defensa del consumidor y calidad deben implementar mecanismos para fomentar, determinar y certificar la calidad y el valor nutricional de los alimentos, así como limitar la promoción de productos de baja calidad (Andrade et al., 2017).

El Ministerio de Salud Pública de Ecuador, a través del Acuerdo Ministerial 4522 publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 134 el 29 de noviembre de 2013, emitió el "Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano". Esta normativa, regulada por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), implementó el etiquetado de alimentos en forma de semáforo (figura 1) para facilitar la comprensión por parte de la población (Cantuña Tello et al., 2021)

La normativa exige que las industrias alimentarias divulguen la cantidad de grasa, azúcar y sal contenida en sus productos. Esto ha generado un cambio en la composición de los ingredientes, fomentando una dieta más sana, acorde a la pirámide nutricional de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Figura 1

Presentación del semáforo nutricional (Cantuña Tello et al., 2021)



A un producto en el que se aplica el semáforo nutricional, se deben tener las consideraciones presentes en la tabla 1 donde se establecen las cantidades que tienen que contener en grasas totales, azúcares y sal (sodio), para presentar una coloración verde, amarilla o roja en el semáforo nutricional. Teniendo en cuenta que una coloración verde está asociada con aquellos alimentos que son más saludables y el rojo con aquellos menos saludables. Donde el color verde indica que aquellos productos que tienen una cantidad baja de grasas, azúcares o sal, mientras que el amarillo indica una cantidad intermedia y el rojo una cantidad alta de estos.

Tabla 1

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"	CONCENTRACIÓN "MEDIA"	CONCENTRACIÓN "ALTA"
GRASAS TOTALES	Menor o igual a 3g en 100g	Mayor a 3g y menor a 20g en 100g	Igual o mayor a 20g en 100g
	Menor o igual a 1,5g en 100mL (para líquidos)	Mayor a 1,5 g y menor a 10g en 100mL (para líquidos)	Igual o mayor a 10g en 100mL (para líquidos)
AZÚCARES	Menor o igual a 5g en 100g	Mayor a 5g y menor a 15g en 100g	Igual o mayor a 15g en 100g
	Menor o igual a 2,5g en 100mL (para líquidos)	Mayor a 2,5g y menor a 7,5g en 100mL (para líquidos)	Igual o mayor a 7,5g en 100mL (para líquidos)
SAL (Sodio)	Menor o igual a 120 mg de sodio en 100g	Mayor a 120mg y menor a 600mg de sodio en 100g	Igual o mayor a 600mg de sodio en 100g
	Menor o igual a 120 mg de sodio en 100mL (para líquidos)	Mayor a 120mg y menor a 600mg de sodio en 100mL (para líquidos)	Igual o mayor a 600mg de sodio en 100mL (para líquidos)

3.7. Consumo de frituras y alimentos ultraprocesados en Ecuador

En Ecuador, existe una gran demanda de alimentos procesados y ultraprocesados, como enlatados, bebidas carbonatadas, snacks, entre otras.

Ensanut es una organización que busca describir la situación de salud reproductiva materna e infantil, de las enfermedades crónicas no trasmisibles, la situación nutricional, la situación del consumo alimentario, del estado de micronutrientes, el acceso a programas de complementación alimentaria y suplementación profiláctica, la actividad física, el acceso a los servicios de salud, el gasto en salud de la población ecuatoriana de 0 – 59 años; considerando las diferencias geográficas, demográficas, étnicas, sociales y económicas , las especificidades de sexo y edad. Ensanut presenta en el 2014 un documento donde se encuentran los resultados de sus encuestas en salud y nutrición, exhibiendo la tendencia de los ecuatorianos en el consumo excesivo de snacks (Freire, y otros, 2014).

En el capítulo IX, Las encuestas están enfocadas en los factores de riesgo en las personas de entre 5 y 59 años de edad, en la cual se realiza una encuesta sobre el consumo de snacks, de acuerdo a algunas consideraciones como el sexo, la subregión, la etnia, la posición

socioeconómica, siendo el grupo de interés aquellas personas con un rango de edad de entre 10 y 19 años de edad (Nielsen, 2017).

Ensanut en la tabla 2 nos indica que el consumo de snacks se encuentra muy presente en la población joven, pues tanto hombres como mujeres entre 10 y 19 años, consumen snacks en un porcentaje alrededor del 64%, lo que es más de la mitad de los 8364 encuestados.

Tabla 2

Consumo de snacks clasificada por sexo en la población de 10 a 19 años.

Consumo de snacks de acuerdo con el sexo (10-19 años)		
Sexo	(%) No consume snacks	(%) Si consume snacks
Masculino	35,8% (n=2323)	64,2% (n=4135)
Femenino	36,1% (n=2451)	63,9% (n=4233)
Total	36% (n= 4774)	64% (n=8364)

Por otro lado, en la tabla 3, se muestra que las etnias más involucradas en el consumo de snacks es la mestiza y blanca, presentando el porcentaje más alto con un 65% de consumo de snacks, a pesar de ello, los otros grupos étnicos, mantienen un porcentaje elevado de consumo superior al 50%.

Tabla 3

Consumo de snacks clasificada por etnia en la población de 10 a 19 años.

Consumo de snacks de acuerdo con la etnia (10-19 años)		
Etnia	(%) No consume snacks	(%) Si consume snacks
Indígena	44,8% (n=708)	55,2% (n=888)
Afroecuatoriana	37,5% (n=195)	62,6% (n=311)
Montubia	40,2% (n=160)	59,8% (n=259)
Mestiza, blanca u otras	34,9% (n=3719)	65,1% (n=6922)
Total	36% (n=4782)	64,1% (n=8380)

Continuando con la tabla 4, se observa que, a nivel subregional, el consumo de snacks sigue dominando las encuestas pues todas las subregiones presentan porcentaje superior al 50%, siendo Galápagos y la sierra urbana las subregiones que manejan el porcentaje más alto, presentando 68,8% y 68,6% respectivamente.

Tabla 4

Consumo de snacks clasificada por subregión en la población de 10 a 19 años.

Consumo de snacks de acuerdo con la subregión		
Subregión	(%) No consume snacks	(%) Si consume snacks
Sierra urbana	31,4% (n=821)	68,6% (n=1812)
Sierra rural	41,9% (n=1055)	58,1% (n=1475)
Costa urbana	33,3% (n=630)	66,7% (n=1278)
Costa rural	36,3% (n=342)	63,7% (n=636)
Amazonia urbana	39% (n=551)	61% (n=945)
Amazonia rural	42,2% (n=843)	57,8% (n=1206)
Galápagos	31,2% (n=120)	68,8% (n=267)
Quito	34,8% (n=238)	65,2% (n=437)
Guayaquil	35,5% (n=182)	64,5% (n=324)
Total	36% (n=4782)	64,1% (n=8380)

Finalmente, la tabla 5 indica que aquellas personas que se encuentran en una situación económica considerada como pobre manejan el porcentaje más bajo en comparación con las categorías intermedia y rica, mientras que, la rica posee el porcentaje más elevado con un 71, 2%.

Tabla 5

Consumo de snacks clasificada por economía en la población de 10 a 19 años.

Consumo de snacks de acuerdo con la posición económica		
Posición económica	(%) No consume snacks	(%) Si consume snacks
Pobre	41,6% (n=1461)	58,4% (n=1986)
Intermedio	37,6% (n=942)	62,5% (n=1670)
Rico	28,8% (n=507)	71,2% (n=1282)

3.8. Técnicas de determinación de sodio.

Hay varias formas de medir la cantidad de sodio en los alimentos, como utilizar un electrodo selectivo de iones, tiras reactivas indicadoras, y los métodos de titulación de Mohr, Fajans y Volhard. Estos procedimientos son más eficientes en tiempo y costo que el análisis por espectroscopía de absorción atómica o espectroscopía de emisión óptica.

3.8.1. Electrodo selectivo de iones.

Este método funciona de manera similar a la medición del pH, pero con una diferencia clave: el electrodo utilizado es sensible a los iones de sodio o cloruro, en lugar de los iones de hidrógeno. El proceso implica sumergir los electrodos de detección y de referencia en una solución que contiene el elemento que se está midiendo. Luego, se mide el potencial eléctrico que se genera en la superficie del electrodo de detección y se compara con un potencial fijo en el electrodo de referencia. La concentración del elemento se relaciona con esta actividad eléctrica a través del coeficiente de actividad γ , que depende de la fuerza iónica de la solución (Nielsen, 2017).

3.8.2. Tira reactiva.

La tira de papel está impregnada con nitrato de plata y dicromato de potasio, que juntos forman un compuesto marrón-plateado. Cuando se sumerge en una solución acuosa que contiene cloruros, el líquido asciende por capilaridad. La reacción del dicromato de plata con los iones de cloruro genera una columna blanca de cloruro de plata en la tira. Una vez que la tira está completamente empapada, un indicador sensible a la humedad en la parte superior se vuelve azul oscuro, señalando el final de la titulación. La longitud del cambio de color blanco es proporcional a la concentración de cloruro en la muestra. El valor en la escala graduada se lee en el extremo del cambio de color y se convierte en porcentaje de sal usando una tabla de calibración (Nielsen, 2017).

3.8.3. Método de Volhard

Este método se utiliza para medir con precisión la cantidad de iones como cloruro, bromuro y yoduro, y también se puede adaptar para determinar otros iones como el sodio. Se basa en la reacción entre el ion que se quiere analizar (en este caso, el sodio) y una solución de referencia con un exceso de un reactivo, lo que produce un precipitado insoluble. Luego, se agrega una solución de valoración de otro reactivo para reaccionar con el exceso del primer reactivo y así determinar la cantidad exacta de este que reaccionó con el ion de interés. A partir de la cantidad de reactivo de valoración utilizado, se puede calcular la cantidad del ion presente en la muestra. En el caso del método de Volhard para el sodio, se usa tiocianato de plata como reactivo en exceso y nitrato de mercurio (II) como reactivo de valoración (Nielsen, 2017).

3.8.4. Método de Fajans

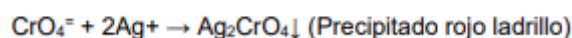
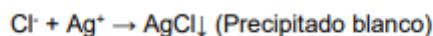
El método de Fajans es un método utilizado para titulaciones ácido-base o de precipitación, particularmente para titulaciones de precipitación con haluros (como cloruros, bromuros y yoduros) utilizando un indicador de adsorción. Se utiliza principalmente como agente titulante para medir la cantidad de iones cloruro (Cl^-) presentes en una solución. Este método se basa

en la formación de un precipitado insoluble durante la titulación, generalmente cloruro de plata (AgCl). El precipitado blanco de cloruro de plata (AgCl) se forma cuando se agrega nitrato de plata (titulante) a una solución que contiene iones cloruro (Vinasco, Jaramillo & Betancourt, 2007).

El uso de un indicador de adsorción, que cambia de color cuando ocurre una adsorción de iones en la superficie del precipitado, es fundamental para el método. Cuando todos los iones de cloruro han reaccionado, los iones del titulante (Ag^+) comienzan a adsorberse en el precipitado, lo que indica el punto final de la titulación (Vinasco, Jaramillo & Betancourt, 2007).

3.8.5. Método de Mohr

El método de Mohr es una técnica analítica utilizada para determinar la concentración de ciertos iones, como cloruro, bromuro o cianuro, disueltos en una solución. Este enfoque se basa en una reacción química entre los iones en solución y un reactivo conocido. El reactivo más común empleado en el método de Mohr es una solución estándar de nitrato de plata (AgNO_3) o solución titulante, junto con el cromato de potasio (K_2CrO_4) que actúa como indicador para detectar el final de la valoración. La reacción consiste en que el catión Ag^+ reacciona inicialmente con el anión Cl^- , formando un precipitado blanco de cloruro de plata (AgCl). Una vez que este precipitado se ha consumido por completo, el ion Ag^+ restante en la solución titulante reaccionará con el exceso de cromato, dando lugar a la formación de un sólido de color rojizo (Ag_2CrO_4). Este cambio de color, de amarillo a rojo ladrillo o salmón, señala el punto final de la titulación o el punto de equivalencia (Nielsen, 2017).



3.8.5.1. Aplicabilidad del método de Mohr

El método de Mohr es ampliamente utilizado para cuantificar cloruros y otros aniones mediante precipitación. No obstante, presenta algunas limitaciones importantes:

- La exactitud del método depende en gran medida de la solubilidad del precipitado formado. Si este no es suficientemente insoluble, puede disolverse parcialmente durante la valoración, alterando los resultados.
- Ciertos iones en la muestra pueden formar complejos con los indicadores empleados, modificando el punto final y generando errores en la determinación. La valoración de Mohr es sensible a la presencia de cloruros y bromuros en solución, y no será tan

precisa cuando hay una concentración significativa de bromuro junto al cloruro. Sin embargo, en la mayoría de los casos, como en agua de mar, la concentración de bromuro es mínima. Por ello, este método también puede usarse para determinar la concentración total de cloruros y bromuros, o la de bromuro cuando se sabe que la de cloruro es insignificante.

- El método de Mohr para valoración requiere que el pH se mantenga entre 6,5 y 9 para evitar problemas. Si el pH es demasiado alto, los iones de plata se pueden precipitar, y si es demasiado bajo, los iones cromato se pueden transformar en otras formas que afectarían la precisión del punto final.
- Aunque es una técnica común, la precisión y exactitud pueden verse afectadas por factores como la habilidad del operador, la calidad de los reactivos y la técnica de titulación utilizada.

(Nielsen, 2017)

En resumen, si bien el método de Mohr es útil y ampliamente aplicado, es importante reconocer estas limitaciones y realizar los controles de calidad adecuados para obtener resultados confiables y precisos. Además, el método de Mohr resulta más apropiado para analizar alimentos con composición química simple o moderadamente compleja, ya que en muestras más complejas es más probable que surjan interferencias.

Es importante tener en cuenta que los alimentos con alto contenido graso pueden dificultar la titulación. Esto se debe a que pueden formar una película superficial en la muestra, obstaculizando la adición del nitrato de plata, o pueden reaccionar con el indicador, alterando el color y dificultando la determinación del punto final de la valoración. Sin embargo, este inconveniente puede ser superado tomando las medidas adecuadas durante el análisis, como una agitación y temperatura apropiadas (50-55 °C), lo que ayuda a romper la película grasa y facilitar la disolución (Nielsen, 2017).

A pesar de algunas limitaciones, el método de Mohr presenta varias ventajas. Es un procedimiento relativamente simple y rápido de ejecutar, que no requiere equipos sofisticados, lo que lo hace accesible incluso en laboratorios con recursos limitados. Además, los reactivos necesarios, como el nitrato de plata y el cromato de potasio, son económicos y fáciles de obtener, reduciendo el costo general del análisis. Cabe destacar también la versatilidad de este método, ya que puede ser aplicado no solo a alimentos, sino también a otras muestras como agua potable, agua de mar e incluso sueros biológicos (Nielsen, 2017).

4. Metodología

4.1. Descripción de muestras.

Las muestras seleccionadas corresponden a tres marcas de frituras de plátano verde, donde una de ellas es internacional y dos son nacionales. Las frituras de plátano verde son snacks los cuales se consumen en diferentes presentaciones.

4.2. Recolección y tamaño de las muestras.

Las muestras fueron obtenidas de diferentes supermercados que se encuentran en la ciudad de Cuenca, a razón de tener accesibilidad a un diferente código de lote de cada una de las muestras. De cada marca se obtuvieron 12 muestras (productos), por lo que en total fueron 36 muestras, cada muestra se analizó por triplicado, dando un total de 108 determinaciones.

Las determinaciones se realizaron en dos períodos de tiempo, las primeras 6 muestras de las 12 se analizaron por triplicado, dando un total de 18 análisis, y después de 3 semanas se analizaron las otras 6 muestras para tener el total de 36 análisis, este proceso se aplicó a cada marca.

Los criterios de inclusión y exclusión para la recolección de muestras fueron:

- Los análisis deben pertenecer a muestras de diferentes lotes.
- Debe contener registro sanitario y semáforo nutricional.
- Las frituras deben ser naturales con sal, sin saborizantes artificiales.

Por lo tanto, de las marcas A, B y C se analizaron seis muestras (por triplicado) por cada una, en la primera etapa de análisis, para después culminar con el análisis de las seis muestras restantes (por triplicado). Las muestras recolectadas, considerando los criterios de inclusión y exclusión, fueron llevadas al "Laboratorio de Análisis de Alimentos del Departamento de Biociencias de la Universidad de Cuenca" donde fueron preparadas para los análisis de determinación de cloruro de sodio (NaCl), para más tarde comprobar con la normativa NTE INEN 022.

4.3. Método de análisis.

Este estudio utilizó un enfoque transversal y analítico para examinar el contenido de sodio en muestras de tres marcas diferentes (A, B y C) de frituras de plátano verde. Se siguió el método de Mohr descrito en el libro "Food Analysis" de Suzanne Nielsen, aplicando también la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 51:2012 para determinar la cantidad de sodio presente. Los

resultados de los análisis se compararon con los valores reportados en las etiquetas de los productos. Además, se realizó un análisis estadístico que incluyó el cálculo del promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación del porcentaje de cloruro de sodio y sodio de las doce muestras. Esto se hizo para determinar si existe variabilidad en los valores reportados en las etiquetas y si las empresas han estandarizado correctamente su proceso de elaboración para garantizar que los niveles de sodio correspondan a lo indicado en la etiqueta. Mediante un análisis comparativo entre los valores reportados en las etiquetas de las frituras y los resultados de este estudio, se podrá determinar si existe una diferencia estadísticamente relevante entre ellos. Con este enfoque, se evaluará si la información sobre el contenido de sodio que se muestra en el empaque de las frituras de plátano verde cumple con las exigencias de la normativa NTE INEN 022.

4.4. Análisis Estadístico: Prueba t student para una muestra

La prueba t de student, también conocida como prueba t, es una prueba estadística que se utiliza para evaluar si existe una diferencia significativa entre las medias de dos grupos. Se usa cuando los tamaños de muestra son pequeños y la varianza poblacional es desconocida, por lo que se estima a partir de la muestra.

La prueba T para una muestra contrasta si la media de una población difiere significativamente de un valor dado conocido o hipotetizado. La prueba calcula estadísticos descriptivos para las variables de contraste junto con la prueba t. Por defecto, el SPSS incluye el intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre la media de la variable de contraste y el valor hipotetizado de la prueba (Hurtado & Silvente, 2012). En esta investigación, se aplicó esta prueba paramétrica contrastando los resultados obtenidos con los valores presentados en la etiqueta nutricional para al final tener establecer una decisión estadística.

La Hipótesis nula y alternativa que se establecen son las siguientes:

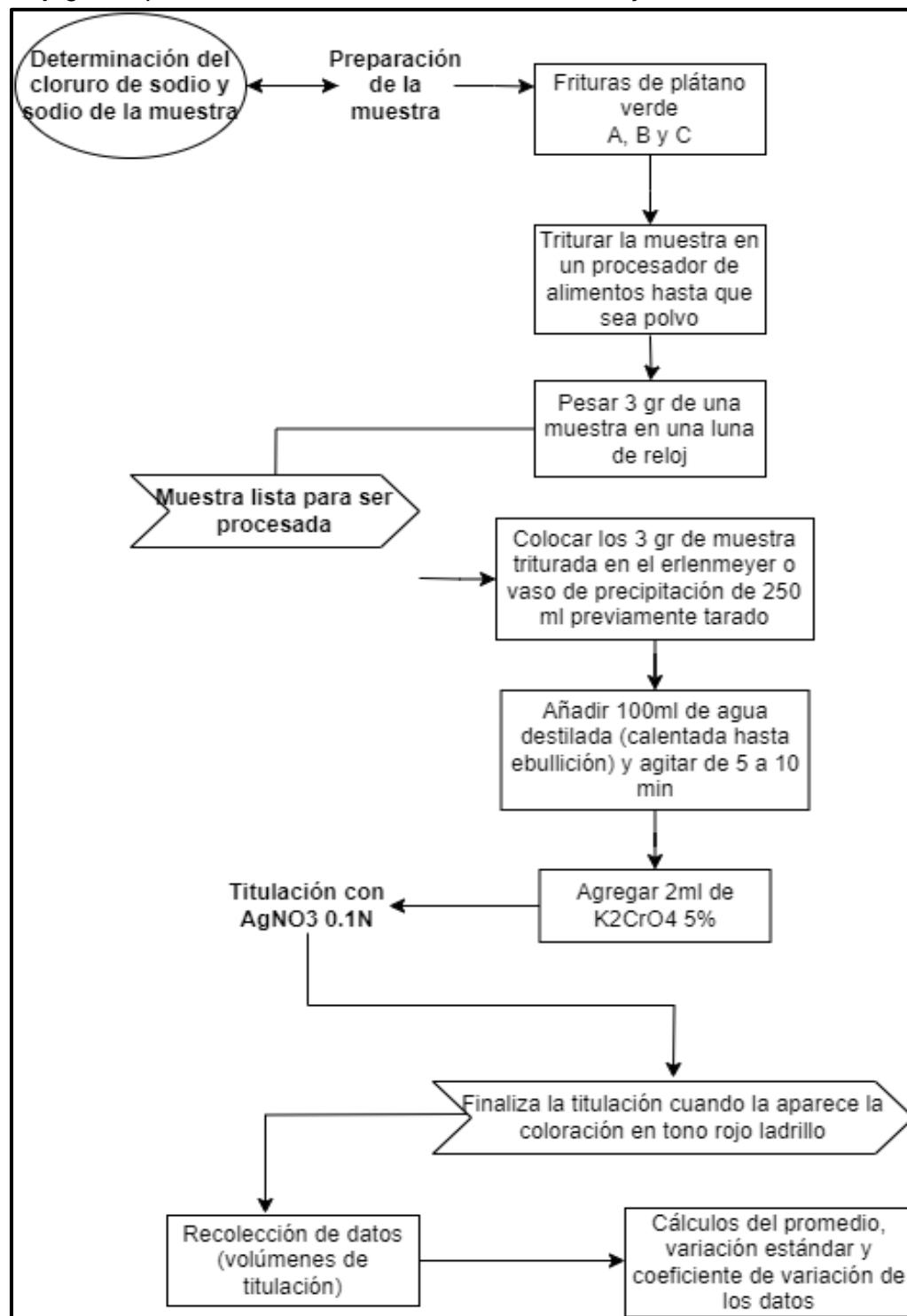
H_0 : El promedio de los resultados obtenidos de sodio en frituras de plátano verde es igual al valor presente en la etiqueta nutricional

H_a : El promedio de los resultados obtenidos de sodio en frituras de plátano verde es diferente al valor presente en la etiqueta nutricional

4.5. Determinación de contenido de Cloruro de Sodio y sodio

Figura 2

Flujograma para la determinación de cloruro de sodio y sodio de las muestras



A. Preparación de reactivos:

Solución indicadora de $KCrO_4$ 5%

Para preparar una solución al 5% se disuelven 5 gramos de reactivo en 100 ml de agua destilada. Para preparar 200 ml de solución con K_2CrO_4 con una riqueza de 99.5% se realizó los siguientes cálculos:

$$Peso_{riq=99,5} = \frac{(10g \times 100\%)}{99,5\%} = 10,0503g$$

- 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.

Solución titulante de $AgNO_3$ 0.1N

Para obtener un litro de solución de nitrato de plata ($AgNO_3$) 1N, se requieren 169.87 gramos del reactivo. Si en cambio se desea preparar una solución 0.1 N, se deben hacer los siguientes cálculos:

$$Solución\ 0.1N = 169,87g \times 0.1N$$

$$Solucion\ 0.1N = 16,987\ g$$

- 1) Ajustar el peso para una riqueza del 99,7%

$$Peso_{riq=99,7\%} = \frac{16,987g \times 100\%}{99,7\%} = 17,038g\ AgNO_3$$

- 2) Pesar la cantidad calculada de $AgNO_3$ en una balanza analítica y colocar en un balón de aforo con capacidad de 1 litro.
- 3) Aforar con agua destilada
- 4) Disolver completamente el reactivo
- 5) Normalizar la solución de $AgNO_3$

Solución patrón de $NaCl$

- 1) Pesar entre 0,05 y 0,08 de $NaCl$ de pureza elevada (99,9%), Peso exacto pesado=0,079g $NaCl$.
- 2) Coloca en un matraz y disolver utilizando entre 100 a 200 mililitros de agua destilada.

Estandarización de la solución de AgNO₃

- 1) A la solución patrón de NaCl preparada anteriormente, agregar 5 u 8 gotas de K₂CrO₄ 5%
- 2) Titular la solución patrón de NaCl con la solución de AgNO₃ preparada anteriormente hasta la aparición de un color rojo ladrillo (Ag₂CrO₄)
- 3) Anotar el volumen usado de AgNO₃. (13,2 mL)
- 4) Calcular la normalidad del AgNO₃

$$\text{Normalidad}_{\text{AgNO}_3} = \frac{g \text{ de NaCl}}{mL \text{ de AgNO}_3 \times \text{Meq}_{\text{NaCl}}}$$

$$\text{Normalidad}_{\text{AgNO}_3} = \frac{0,079}{13,2 \text{ mL} \times 0,05844}$$

$$\text{Normalidad}_{\text{AgNO}_3} = 0,1024 \text{ N}$$

B. 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.

$$\% \text{NaCl} = \frac{((V_M \times N_{\text{AgNO}_3}) - (V_B \times N_{\text{AgNO}_3})) \times 0.05845 \text{ mEq NaCl}}{W_s} \times 100$$

Donde:

VM: volumen de titulación de la muestra (AgNO₃ 0,1N)

VB: volumen de titulación del blanco (AgNO₃ 0,1N)

Ws: Peso de la muestra en gramos

mEq de NaCl: 0,05845

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

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

5. Resultados y Análisis

El proceso incluyó calcular el porcentaje de cloruro de sodio en la muestra y luego obtener la cantidad de sodio en miligramos por cada 100 gramos de alimento.

5.1. Aplicabilidad de la fórmula:

$$\%NaCl = \frac{((V_M \times N_{AgNO_3}) - (V_B \times N_{AgNO_3})) \times 0.05845 \text{ mEq NaCl}}{W_s} \times 100$$

$$\%NaCl = \frac{((5,2mL \times 0,1N) - (0,1mL \times 0,1N)) \times 0.05845 \text{ mEq NaCl}}{3 \text{ g}} \times 100$$

$$\%NaCl = 0,9937\%$$

Conversión de g a mg:

$$0,9937\text{g} = 993,65 \text{ mg}$$

Cálculo de los mg de sodio en 100g de alimentos:

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

$$mg \text{ de Na} = \frac{993,65 \text{ mg} \times 400 \text{ mg de Na}}{1000 \text{ mg NaCl}}$$

$$mg \text{ de Na} = 395,5 \text{ mg de Na}$$

Con los resultados obtenidos en el laboratorio, se calculó el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación para evaluar la variabilidad de los datos, estos cálculos se aprecian en las tablas presentadas en este segmento.

La tabla 6 presenta los datos obtenidos de las tres frituras de plátano verde analizadas en la primera determinación. Los volúmenes de AgNO₃, el NaCl (%) y el mg Na presentes en la tabla, son el promedio de R1, R2 y R3.

Tabla 6

Primera determinación del contenido de sodio de las frituras de plátano verde

Primera determinación de frituras de plátano verde de la marca B					Primera determinación de frituras de plátano verde de la marca C					
Fritura		B			Fritura		C			
Muestra analizada	# de análisis	Volumen de AgNO ₃ (mL)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 mg de alimento	Muestra analizada	# de análisis	Volumen de AgNO ₃ (mL)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 mg de alimento	
BL1	R1				CL1	R1				
	R2	6,516	1,24%	496		R2	9,3	1,75%	701,76	
	R3					R3				
BL2	R1				CL2	R1				
	R2	6,283	1,19%	475,76		R2	7,16	1,37%	548,13	
	R3					R3				
BL3	R1				CL3	R1				
	R2	6,06	1,15%	460,56		R2	12,16	2,33%	933,9	
	R3					R3				
BL4	R1				CL4	R1				
	R2	5,316	1,01%	404,9		R2	8,45	1,60%	641,4	
	R3					R3				
BL5	R1				CL5	R1				
	R2	5,35	1,01%	403,73		R2	7,6	1,47%	587,83	
	R3					R3				
BL6	R1				CL6	R1				
	R2	5,53	1%	400,26		R2	12,33	2,35%	942,9	
	R3					R3				
Promedio		440,202	Promedio			725,987	DE			
DE		42,342	DE			172,477	CV (%)			
CV (%)		9,62%	CV (%)			23,76%				

Primera determinación de frituras de plátano verde de la marca A				
Fritura		A		
Muestra analizada	# de análisis	volumen de AgNO ₃ (mL)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 mg de alimento
AL1	R1			
	R2	4,95	9,30%	371,8
	R3			
AL2	R1			
	R2	2,4	4,46%	178,1
	R3			
AL3	R1			
	R2	2,5	4,50%	180,93
	R3			
AL4	R1			
	R2	5,06	4,46%	378,63
	R3			
AL5	R1			
	R2	2,7	4,96%	199,73
	R3			
AL6	R1			
	R2	2,58	4,76%	190,13
	R3			
Promedio		249,887		
DE		97,399		
CV (%)		38,98%		

DE: Desviación estándar
CV: Coeficiente de variación
A, B, C: Representación de las marcas analizadas
L: hace referencia al Lote analizado
R: hace referencia al número de repeticiones

La tabla 7 presenta los datos obtenidos de las tres frituras de plátano verde analizadas en la segunda determinación. Los volúmenes de AgNO₃, el NaCl (%) y el mg Na presentes en la tabla, son el promedio de R1, R2 y R3.

Tabla 7

Segunda determinación del contenido de sodio en frituras de plátano verde

Segunda determinación de frituras de plátano verde de la marca B					Segunda determinación de frituras de plátano verde de la marca C				
Fritura		B			Fritura		C		
Muestra	# de análisis	Volumen de AgNO ₃ (mL)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 mg de	Muestra	# de análisis	Volumen de AgNO ₃ (mL)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 mg de
BL7	R1				CL7	R1			
	R2	3,26	0,61%	245,16		R2	8,5	1,60%	638,7
	R3					R3			
BL8	R1				CL8	R1			
	R2	5,06	0,94%	377,9		R2	6,3	1,17%	469,83
	R3					R3			
BL9	R1				CL9	R1			
	R2	5,48	1,04%	415,63		R2	5,16	0,97%	388,63
	R3					R3			
BL10	R1				CL10	R1			
	R2	3,68	0,68%	272,6		R2	6,13	1,20%	479,03
	R3					R3			
BL11	R1				CL11	R1			
	R2	3,32	0,68%	247,7		R2	7,46	1,40%	560,36
	R3					R3			
BL12	R1				CL12	R1			
	R2	4,05	0,75%	302,8		R2	10,5	5,95%	793
	R3					R3			
Promedio			311,798		Promedio			554,925	
DE			79,430		DE			144,487	
CV (%)			25,47%		CV (%)			26,04%	

Segunda determinación de frituras de plátano verde de la marca A				
Fritura		A		
Muestra	# de análisis	Volumen de AgNO ₃ (mL)	NaCl (%)	Na (mg) en 100 mg de
AL7	R1			
	R2	3,63	0,68%	272
	R3			
AL8	R1			
	R2	3,13	0,58%	232,46
	R3			
AL9	R1			
	R2	3,116	0,58%	230,43
	R3			
AL10	R1			
	R2	3,916	0,74%	294,4
	R3			
AL11	R1			
	R2	3,43	0,64%	257,8
	R3			
AL12	R1			
	R2	3,13	0,65%	260,06
	R3			
Promedio			257,858	
DE			24,238	
CV (%)			9,40%	

DE: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variación

A, B, C: Representación de las marcas analizadas

L: hace referencia al Lote analizado

R: hace referencia al número de repeticiones

Tabla 8

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

Lotes de las tres frituras A, B y C					
A		B		C	
Muestra	Lote	Muestra	Lote	Muestra	Lote
AL1	3301	BL1	20131	CL1	032111:45
AL2	4701	BL2	20204	CL2	032111:11
AL3	5201	BL3	20124	CL3	032111:44
AL4	0401	BL4	20122	CL4	032111:10
AL5	4001	BL5	10117	CL5	032110:52
AL6	0901	BL6	20118	CL6	352202:12
AL7	1601	BL7	20404	CL7	101222:55
AL8	1301	BL8	10408	CL8	129205:15
AL9	4701	BL9	20412	CL9	060219:07
AL10	1604	BL10	10420	CL10	130107:02
AL11	2001	BL11	10424	CL11	116221:17
AL12	2101	BL12	20503	CL12	144201:9

Abreviaturas
A, B y C: Marcas
L: Lote

Tabla 9

Promedio total de los resultados obtenidos en las determinaciones

Determinaciones	Promedio de mg de sodio		
	A	B	C
Primera determinación de fritura de plátano verde	249,91	440,23	725,99
Segunda determinación de fritura de plátano verde	257,78	310,30	554,93
Promedio total	253,84	375,26	640,46

En la figura 3 se representa la comparación entre el porcentaje de mg de sodio calculado (barra roja) y los mg de sodio presentes en la etiqueta nutricional del producto (barra azul)

Figura 3

Comparación de las medias de los resultados en mg de sodio en 100 g de producto comestible

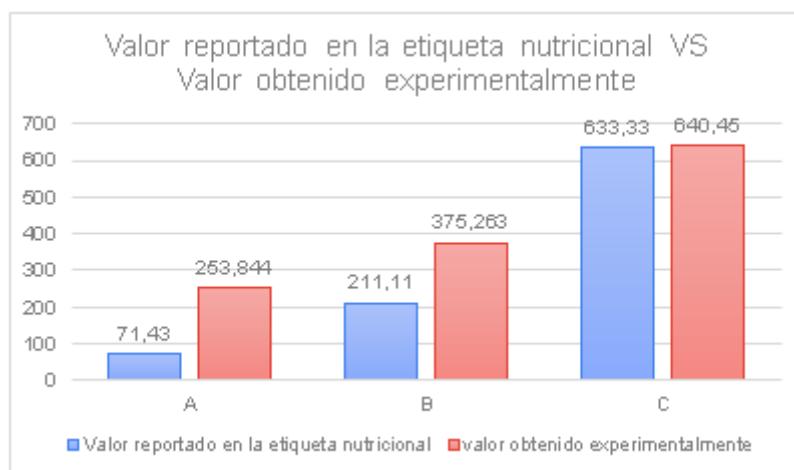
**Tabla 10**

Tabla de comparación entre los valores reportados en las etiquetas vs valores experimentales.

Fritura	Valor reportado en	Valor obtenido
	la etiqueta	experimentalmente
A	71,43 mg Na	253,84 mg Na
B	211,11 mg Na	375,26 mg Na
C	633,33 mg Na	640,45 mg Na

Tabla 11

Tabla de prueba estadística T student para una muestra.

Fritura	S	NC	Ns	Gl	Puntuación t	Valor P	Resultado
A	67,7852				9,3216	0,0000014	$t_{(11)}= 9,32 p \leq 0,05$
B	87,8500	95%	0,05	11	6,4728	0,0000459	$t_{(11)}= 6,47 p \leq 0,05$
C	176,0437				0,2107	0,8369523	$t_{(11)}= 0,21 p \geq 0,05$

Donde:

S: Desviación estándar

NC: Nivel de confianza

Ns: Nivel de significancia

Gl: Grados de libertad

Luego de haber realizado el estadístico de prueba t de una cola para muestras independientes, para cada una de las marcas examinadas, se pueden determinar las siguientes decisiones según los resultados obtenidos. Considerando para cada caso una muestra de 12 lotes, un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia del 5% a 11 grados de libertad.

La marca A, estudia las siguientes hipótesis:

H_0 = El valor obtenido en el análisis de sodio de la marca A es igual a 71,43mg

H_1 = El valor obtenido en el análisis de sodio de la marca A es diferente a 71,43mg

Considerando, tanto los valores de la puntuación “t”, misma que mide el tamaño de la diferencia en relación con la variación de los datos de la muestra, como el contraste de este análisis al valor de “p” para la marca A, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en la que se determina un valor menor al experimentado en cuanto a su valor etiquetado. Al ser el valor de P, menor en cuanto al nivel de significancia utilizado para este análisis del 5% se comprueba el primer resultado.

La marca B, estudia las siguientes hipótesis:

H_0 = El valor obtenido en el análisis de sodio de la marca B es igual a 211,11mg

H_1 = El valor obtenido en el análisis de sodio de la marca B es diferente a 211,11mg

De igual manera para la marca B, los resultados arrojan el rechazo de la hipótesis nula, por lo que se determina la hipótesis alterna como cierta, misma que afirma que los niveles de sodio obtenidos de manera experimental en frituras de plátano verde son mayores a los reportados en su etiqueta.

La marca C, estudia las siguientes hipótesis:

H_0 = El valor obtenido en el análisis de sodio de la marca C es igual a 633,33mg

H_1 = El valor obtenido en el análisis de sodio de la marca C es diferente a 633,33mg

Finalmente, para la marca C se determina como cierta la hipótesis nula, al no existir una diferencia significativa entre los valores de su etiquetado como los obtenidos de manera experimental. De igual manera se comprueba dicho análisis al comparar los valores de p con el significativo de 5%.

Tabla 12

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

Frituras	Especificaciones según la normativa	Valor obtenido experimentalmente	Cumplimiento según la normativa
Bajo			
A	≤120 mg de Na en 100g	253,84	No
Medio			
B	>120 y <600 mg Na en 100g	375, 263	Sí
Alta			
C	≥600 mg Na en 100g	640,458	Sí

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

En el semáforo nutricional de la marca A, se anuncia un bajo contenido de sal, por lo que la cantidad de sodio debería estar por debajo de 120 mg según la normativa NTE INEN 022, sin embargo, los valores obtenidos demostraron que el promedio de los 36 análisis realizados en esta marca fue de 253,84 mg de sodio, por lo cual, la cantidad de sodio presente en esta marca debería estar con semaforización amarilla en la categoría de sal. Además, se indica en la etiqueta nutricional que la cantidad de sodio es de 71,43 mg por 100 g de alimento, por lo tanto, existe otra divergencia con la etiqueta.

En cuanto a la marca B, su semáforo indica que la cantidad de sal debe ser mayor a 120 mg, pero inferior a 600 mg, lo cual se cumple, esto teniendo en cuenta que el resultado conseguido para esta marca fue de 375,26 mg de sodio. Por ende, podemos decir que el color amarillo en el semáforo nutricional y la categoría de sal está acorde a la cantidad de sal que contiene el producto, según los análisis realizados.

Finalmente, en la marca C se obtuvo un resultado de 640,458 mg de sodio lo cual va a acorde a lo indicado por el semáforo nutricional que anuncia un alto contenido de sal a través de su color rojo en la categoría de sal, pues, para que esté un color rojo debe contener una cantidad superior a 600 mg de sodio el producto.

6. Discusión

El método de Mohr es una opción favorable para cuantificar cloruros cuando se puede controlar de manera apropiada el pH y evitar interferencias importantes. Es una técnica sencilla y accesible que puede entregar resultados confiables si se siguen de forma cuidadosa las condiciones y procedimientos pertinentes. No obstante, en aplicaciones que demanden mayor exactitud y donde existan potenciales interferencias, puede ser preciso contemplar métodos alternativos o complementarios (Nielsen, 2017).

Un estudio realizado por Isabel Carmona, en el año 2012 complementa el presente trabajo al investigar el “Contenido de sodio en alimentos procesados comercializados en Colombia, según el etiquetado nutricional”, encontrando resultados acordes en cuanto a la cantidad de sodio en snacks. En el estudio de Isabel Carmona, se analizaron 426 productos, clasificados en 15 categorías de alimentos, siendo uno de estos los snacks, los cuales presentaron valores superiores a 140 mg de sodio por porción a excepción de dos productos. Cabe mencionar que, en Colombia, el artículo 333 del 2011 establece los requisitos de etiquetado nutricional de alimentos envasados, donde se señala que los productos que presentan cantidades bajas de sodio deben tener valores inferiores a 140 mg de este mineral (Carmona, Gómez, & Gaitán, 2014). Por otro lado, el trabajo de Ivan Sisa, Enrique Terán y María Herrera (2019) es particularmente relevante para esta investigación, ya que explora el tema “¿Qué tan importante es conocer nuestro consumo de sal?”, un aspecto clave también analizado en el presente estudio. Los investigadores pertenecientes a la Universidad de San Francisco de Quito (USFQ), analizaron 129 individuos de diferente condición socioeconómica para entender, a través de la recolección de orina de 24 horas, el consumo de sal en el Ecuador. Dando como resultado que cerca del 63% consume más sal de lo recomendado por la OMS. Estos estudios nos demuestran que la cantidad de sal presente en los snacks no siempre está acorde a lo indicado en la etiqueta nutricional, esta falta de control en la cantidad de sodio en estos productos puede influenciar en el consumo excesivo de sal en la población y aumentar el riesgo de problemas de salud, como la hipertensión arterial.

6.1. Semáforo nutricional vs Octágono

La Organización Panamericana de la Salud, cataloga el rotulado nutricional como un derecho fundamental del consumidor y un deber de la industria de alimentos, haciendo énfasis en que se debe generar un sistema de rotulado amigable para el consumidor (Andrade et al., 2017).

Las señales octagonales son una de las diversas formas de etiquetado creadas para informar a los consumidores sobre los alimentos y bebidas que tienen altos niveles de sodio, azúcar, grasas, grasas saturadas y grasas trans. Según la OPS (2021) “Las etiquetas octagonales de

advertencia nutricional en los productos alimenticios y bebidas fueron las que mejor ayudaron a los consumidores a tomar decisiones más saludables, según el primer estudio realizado en el Caribe sobre los sistemas de etiquetado en el frente del envase”.

La advertencia octagonal parece tener un impacto más inmediato hacia los consumidores, puesto que, utiliza un diseño simple y directo, con octágonos negros que indican si un producto es alto en azúcar, grasas, sal o calorías. Esta claridad puede tener un impacto más inmediato en las decisiones de compra.

Si nuestros resultados fueran representados a través de una advertencia octagonal, nos encontraríamos con la situación de que la marca C sería el único producto que debería llevar la advertencia octagonal, pues, según este sistema de etiquetado, aquellos productos que tengan una cantidad de sodio superior a 400 mg de sodio por cada 100 g de alimento deberían contener esta advertencia, la marca C contiene en promedio una cantidad de sodio 640,450 mg, por lo cual debería contener la advertencia octagonal en tal caso.

No hay una respuesta clara sobre cual sistema es mejor, ya que depende del contexto y de los objetivos específicos de las políticas de salud pública. Sin embargo, la advertencia octagonal parece tener una ventaja en términos de impacto inmediato y comprensión por parte del consumidor, lo que puede ser crucial en esfuerzos de salud pública para reducir el consumo de nutrientes críticos y mejorar la dieta de la población.

7. Conclusiones

La evaluación del contenido de cloruro de sodio y de sodio en los snacks de plátano verde, demostraron coincidencias con el etiquetado, a excepción de la marca A, que contenía mayor cantidad de sal de la que se reportaba en la etiqueta, la cual indica los mg de sodio del producto están por debajo de 120 mg de sodio, lo cual no coincide con la determinación experimental con el método de Mohr que presento un valor promedio de 283,54 mg, más del doble del máximo permitido para ser considerado bajo en sal (lo cual se corrobora con lo obtenido el prueba t student), según el semáforo nutricional. Esto es una alerta, puesto que de las tres marcas analizadas (A, B y C) la marca A es la de menor cantidad de sodio según la etiqueta, por lo que los consumidores que busquen controlar su ingesta de sodio optarían por la compra de la marca A en comparación con la B y C, sin embargo el consumidor realmente consumiría un alimento con una cantidad intermedia en sal, por lo que al final, si se trata de un consumidor hipertenso o con tendencia a la hipertensión, la adquisición y consumo de este producto no aportaría en beneficio y cuidado del estado de salud de la

persona en comparación con un producto que verdaderamente se encuentre con cantidad inferiores a 120 mg de sodio.

8. Recomendaciones

- Si se emplea el método de Mohr, es importante tener en cuenta las características de la matriz que se busca analizar, especialmente si ésta contiene niveles elevados de lípidos o grasas, esto a raíz de que esta condición puede ser una fuente de error en la lectura, ya que la grasa dificultará que el AgNO₃ reaccione de forma adecuada con la muestra, por lo que puede requerir una cantidad mayor de AgNO₃ para finalizar la titulación, lo que arrojaría valores no reales sobre la cantidad de cloruro de sodio de la muestra.
- Las autoridades deben controlar que la información de las etiquetas de los productos sea la correcta, particularmente en los snacks, donde sean claras y se ajusten a las normas vigentes. Esto incluye la visibilidad de información nutricional detallada sobre sodio, grasas, azúcares y otros ingredientes importantes.
- Es fundamental implementar campañas educativas dirigidas al consumidor para reducir el consumo excesivo de snacks poco saludables. Estas campañas deben brindar instrucciones sobre cómo interpretar correctamente las etiquetas nutricionales y promover alternativas más saludables. Además, es fundamental enseñar sobre las porciones adecuadas y los riesgos asociados con el consumo excesivo de snacks con altos niveles de sodio, grasas saturadas y azúcares.
- Reemplazar el consumo de sal en la dieta es una estrategia clave para disminuir la cantidad de sodio ingerido y fomentar una mejor salud del corazón, dentro de algunos sustitutos del NaCl podemos encontrar el cloruro de potasio. Comercialmente el cloruro de potasio ya está presente, una de las presentaciones más conocidas es el “Morton Salt Substitute”, el cual está conformado por cloruro de potasio en lugar de cloruro de sodio. El cloruro de potasio proporciona un sabor salado similar al de la sal común, pero sin el alto contenido de sodio. Los datos respaldan directamente el uso de sal enriquecida con potasio, la evidencia disponible sugiere que el uso de sal enriquecida con potasio reducirá la presión arterial entre la población general, la principal preocupación sobre el uso de sal enriquecida con potasio en toda la población se relaciona con la posibilidad de que personas con enfermedad renal avanzada no diagnosticada puedan usar sal enriquecida con potasio y desarrollar hiperpotasemia como consecuencia (XU et al., 2024).

Referencias

- Andrade, M. J., Solís, A., Rodríguez, M., Calderón, C., & Domínguez, D. (2017). Semáforo nutricional una ventana hacia el cuidado de la salud en el Ecuador. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 6(2), 97–100.
- Cantuña Tello, G., Ordoñez Torres, C., Ayala, J. L., & Ortiz, P. (2021). Etiquetado nutricional de alimentos procesados (semáforo nutricional) y su relación con factores socioeconómicos, culturales, demográficos y publicitarios, según padres de niños entre 5-11 años de dos colegios de Quito: Artículo Original. *Revista Ecuatoriana de Pediatría*, 22(3). <https://doi.org/10.52011/133>
- Carmona Garcés, I. C., Gómez Ramírez, B. D., & Gaitán Charry, D. A. (2014). Contenido de sodio en alimentos procesados comercializados en Colombia, según el etiquetado nutricional. *Perspectivas en nutrición humana*, 16(1), 61-82.
- Carlos Zehnder, B. (2010). Sodio, potasio e hipertensión arterial. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(4), 508–515. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(10\)70566-6](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70566-6)
- Edwards, A. (2008). Salt, Salt Substitutes, and Seasoning Alternatives. *Journal of Renal Nutrition*, 18(6), e23–e25. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2008.08.002>
- Grillo, A., Salvi, Coruzzi, & Parati. (2019). Sodium Intake and Hypertension. *Nutrients*, 11, 1970. <https://doi.org/10.3390/nu11091970>
- Hurtado, M. J. R., & Silvente, V. B. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *Reire*, 5(2), 83-100.
- INEN. (2014). *Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano parte 2: Rotulados Nutricional*. NTE INEN 1334-1:2014, Cuarta revisión. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bYYFEqURLL8J:https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-1-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-1.pdf&cd=10&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>

Nielsen, S. S. (2017). *Food Analysis Laboratory Manual*. Springer International Publishing.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6>

OMS. (2023, 03). *Es necesario hacer grandes esfuerzos para reducir la ingesta de sal y salvar vidas*. WHO. <https://www.who.int/es/news/item/09-03-2023-massive-efforts-needed-to-reduce-salt-intake-and-protect-lives>

OPS: *Advertencias nutricionales octagonales son las que mejor ayudan a los consumidores a elegir los alimentos más saludables* - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. (2021, marzo 9). <https://www.paho.org/es/noticias/9-3-2021-ops-advertencias-nutricionales-octagonales-son-que-mejor-ayudan-consumidores>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (2015). *Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: Tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas*. PAHO. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:0h-Nvzv_EnsJ:https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7698/9789275318645_esp.pdf&cd=9&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec

Xu, X., Zeng, L., Jha, V., Cobb, L. K., Shibuya, K., Appel, L. J., & Schutte, A. E. (2024). *Potassium-Enriched Salt Substitutes: A Review of Recommendations in Clinical Management Guidelines | Hypertension*. (s/f). Recuperado el 8 de julio de 2024, de <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/HYPERTENSIONAHA.123.21343>

Roig Grau, I., Rodríguez Roig, R., Delgado Juncadella, A., González Valero, J. A., Rodríguez Sotillo, D., & Rodríguez Martín, I. (2021). Conocimientos y consumo de sal en profesionales sanitarios y población general. *Atención Primaria Práctica*, 3(3), 100091. <https://doi.org/10.1016/j.appr.2021.100091>

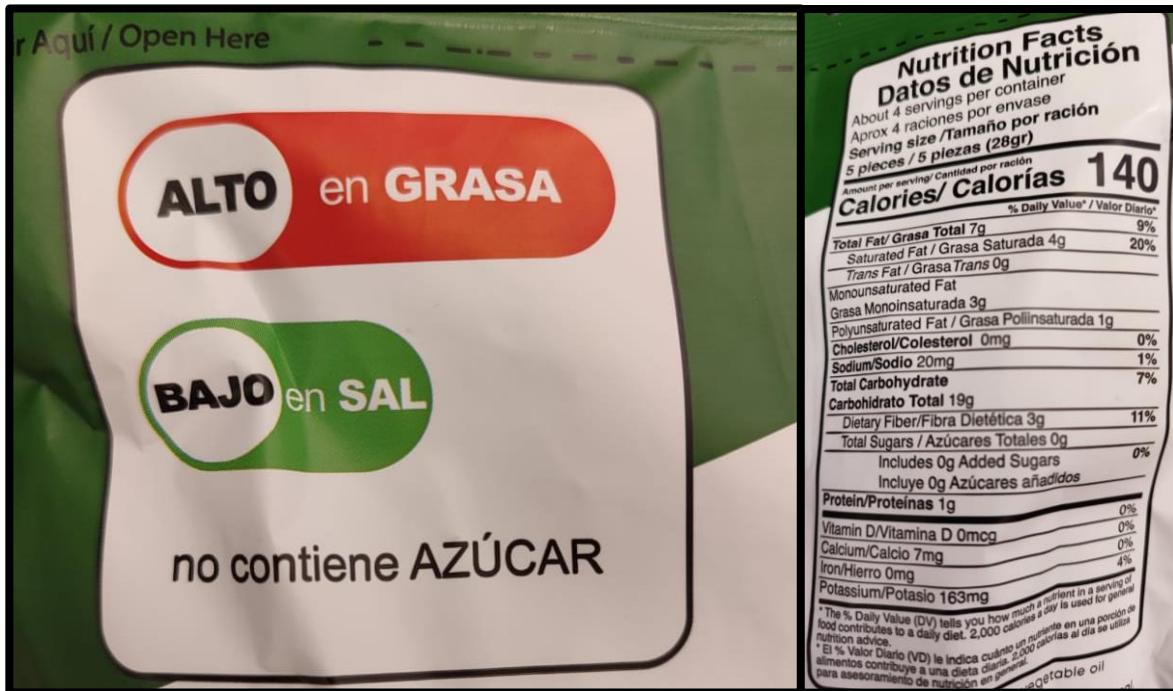
Rubio-Guerra, A. F. (2018). Nuevas guías del American College of Cardiology/American Heart Association Hypertension para el tratamiento de la hipertensión. ¿Un salto en la dirección correcta? *Medicina interna de México*, 34(2), 299–303. <https://doi.org/10.24245/mim.v34i2.2015>

Universidad San Francisco de Quito. (2019). ¿Qué tan importante es conocer nuestro consumo de sal? Portal de Noticias USFQ. <https://noticias.usfq.edu.ec/2019/04/que-tan-importante-es-conocer-nuestro.html>

Vinasco, J., Jaramillo, D., & BTANCOURT, R. (2007). Análisis de cloruros. *Universidad del Valle. Departamento Tecnología Química. Santiago de Cali (Colombia)*.

Anexos

Anexo A. Etiqueta fritura A



Anexo B. Etiqueta fritura B



Anexo C. Etiqueta fritura C



Anexo D. Homogenización de la muestra posterior a la trituración, pesaje y agregación de agua destilada



Anexo E. Montaje del equipo empleado para la titulación, junto con los reactivos AgNO₃ (A) y K₂CrO₄ (B)

