



UTPL

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

MAGÍSTER EN ALIMENTOS

TRABAJO DE TITULACIÓN

Cuantificación de sodio en alimentos procesados mediante
absorción atómica

Autor: Sánchez Sánchez, Juan Gabriel.

Director: Figueroa Hurtado, Jorge Geovanny.

LOJA - ECUADOR

2021



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2021

Aprobación del director del trabajo de titulación

Loja, 16 de marzo de 2021

Magíster

Maritza Castillo

Coordinadora de Programa de Maestría en Alimentos

Ciudad. -

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación, denominado: **Cuantificación de sodio en alimentos procesados mediante absorción atómica**, realizado por Juan Gabriel Sánchez Sánchez, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo. Así mismo, doy fe que dicho trabajo de titulación ha sido revisado por la herramienta antiplagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Jorge Geovanny Figueroa Hurtado

C. I: 1103596167

Declaración de autoría y cesión derechos

Yo, Juan Gabriel Sánchez Sánchez, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor del trabajo de titulación denominado: Cuantificación de sodio en alimentos procesados mediante absorción atómica, del programa de posgrado Maestría en Alimentos, específicamente de los contenidos comprendidos en: Introducción, Capítulo 1. El sodio, función en el organismo humano, Problemas causados, efectos del consumo elevado y déficit de este electrolito en el organismo. Hipertensión arterial, Alimentos con más alto contenido de sodio, Capítulo 2. Los snacks, aporte calórico, comercialización nacional y provincial, análisis de sodio por absorción atómica, Capítulo 3. Metodología y Análisis de datos experimentales, Capítulo 4. Resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones, siendo Dr. Jorge Geovanny Figueroa Hurtado, director del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad.
- Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe

de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Autor: Juan Gabriel Sánchez Sánchez

C.I: 0705127033

Dedicatoria

El presente trabajo de grado dedico primeramente a Dios, por permitirme llegar a este momento especial en mi vida académica y de formación profesional.

A mi querida y amada madre María Humbelina Sánchez Ochoa, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su amor y cariño.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física y haberte perdido a muy temprana edad, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional en cada una de mis nuevas metas.

Juan Gabriel Sánchez S.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino, por los triunfos y por darme fuerzas para superar los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más la vida.

Agradezco a mis hermanos quienes con sus consejos me han sabido orientar, para culminar mi carrera profesional y han sido un pilar fundamental en el cumplimiento de este nuevo reto académico. A la Lcda. Carmen Katherine Solano Aldaz por haberme brindado su apoyo e insistido fielmente en que realice este proyecto personal, A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo por su sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional como Magister de la república.

De forma especial agradecer a mi querida y amada madre María Humbelina Sánchez Ochoa por haberme enseñado a dar mis primeros pasos de vida y de academia, por haberme guiado por el camino del bien y darme su apoyo incondicional en todo momento para poder culminar cada uno de mis objetivos y metas emprendidas.

Agradecer a mi tutor de tesis de grado el Dr. Jorge Geovanny Figueroa Hurtado por haberme impartido sus conocimientos personales, éticos y científicos, por saber guiarme y haberme tenido paciencia en este largo proceso académico, para terminar con éxito este trabajo de titulación.

Finalmente agradecer a la Universidad Técnica Particular de Loja por haberme acogido entre sus aulas académicas y permitirme ser parte de su segunda generación de magister en alimentos.

Juan Gabriel Sánchez S.

Índice de contenidos

Aprobación del director del trabajo de titulación	II
Declaración de autoría y cesión derechos.....	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento	VI
Índice de contenidos	VII
Índice de tablas.....	IX
Índice de figuras.....	IX
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción.	3
Capítulo uno	5
1 Revisión bibliográfica.....	5
1.1 El sodio.....	5
1.2 Alimentos con alto contenido de sodio.....	5
1.3 El efecto negativo de un alto consumo de sodio.	7
1.4 Los snacks.	8
1.5 Análisis de sodio en alimentos.....	10
1.5.1 Microondas.	10
1.5.2 Absorción atómica.	11
Capítulo dos.....	13
2 Metodología experimental.....	13
2.1 Descripción y preparación de las muestras.	13
2.2 Cuantificación de sodio.....	14
2.3 Análisis estadístico.	15
Capítulo tres	16

3	Resultados y discusión.	16
4	Conclusiones	20
5	Recomendaciones	21
6	Referencias	22

Índice de tablas

Tabla 1 Información detallada en las etiquetas de los snacks.	16
--------------------------------------------------------------------	----

Índice de figuras

Figura 1 Contenido de sodio según los diferentes grupos de alimentos.	6
Figura 2 Tipos de snacks de mayor consumo.	9
Figura 3 Esquema con las partes del equipo de microondas.	10
Figura 4 Esquema básico de un espectrómetro de Absorción atómica.	12
Figura 5 Snacks comercializados en la ciudad de Loja.	13
Figura 6 Contenido de sodio en snacks.	18

Resumen

El etiquetado nutricional de los alimentos proporciona información sobre la composición química del alimento. El objetivo del presente estudio fue cuantificar el contenido de sodio en snacks comercializados en la ciudad de Loja, con la finalidad de evaluar el grado de cumplimiento de la información declarada por el productor en la etiqueta del producto. Se analizaron 10 muestras de snacks, los cuales fueron digeridos con una disolución de ácido nítrico en un horno de microondas. La cuantificación de sodio se realizó en un equipo de absorción atómica. Se encontró un contenido comprendido entre 151 a 434 mg de sodio/porción. El 50 % de las muestras no presentaron diferencia entre el valor declarado en la etiqueta y el resultado analítico. Por lo contrario, el 30% presentaron mayor contenido de sodio de lo declarado en su etiqueta. Los datos encontrados permiten tener un valor real del contenido de sodio en los snacks y abre una ventana de investigación para implementar estrategias en la reducción de cloruro de sodio en alimentos.

Palabras claves: cuantificación, sodio, absorción atómica, snacks, Loja.

Abstract

Nutritional labeling of foods provides information on the chemical composition of the food. The objective of this study was to quantify the sodium content in snacks marketed in the city of Loja, in order to assess the degree of compliance with the information declared by the producer on the product label. 10 samples of snacks were analyzed, which were digested with a nitric acid solution in a microwave oven. The quantification of sodium was carried out in an atomic absorption equipment. A content of between 151 to 434 mg of sodium / serving was found. 50% of the samples show no difference between the declared value on the label and the analytical result. On the contrary, 30% had higher sodium content than declared on their label. The data found allow us to have a real value of the sodium content in snacks and opens a research window to implement strategies to reduce sodium chloride in foods.

Keywords: quantification, sodium, atomic absorption, snacks, Loja.

Introducción.

Desde hace varios años, se ha venido dando una transformación gradual por parte de los consumidores de alimentos en lo relativo a temas de calidad, seguridad alimentaria, dietas, contenido de aditivos y etiquetado de productos (Leshem, 2018). El consumo de los snacks ha surgido por los cambios en el estilo de vida, la moda y las necesidades sociales. Por esta razón, es importante conocer los ingredientes, composición físico-química, las ventajas y desventajas en relación a la salud, antes de integrar un alimento a la dieta habitual (Velásquez, 2012). La sal de mesa (cloruro de sodio) es uno de los condimentos y aditivos más utilizados a nivel mundial. Además, esta sal forma parte imprescindible de la dieta, tanto por su función reguladora de líquidos en el organismo humano, como por su rol en la preparación y diseños de productos alimenticios (Villamar Mónica, 2018).

En los tiempos actuales, aunque la ingesta de sodio puede variar a voluntad, por lo general el consumo cloruro de sodio (NaCl) es excesivo, entre los posibles problemas de salud asociado son: aumento del riesgo de hipertensión arterial, retención de agua y afecciones relacionadas con enfermedades del sistema cardiovascular (Cotera et al., 2011).

Diferentes estudios científicos se han desarrollado en Ecuador relacionados sobre el contenido de sodio en los alimentos. Por ejemplo, Navarro, (2011) estudió la ingesta de sodio en población adulta de la ciudad de Quito y su relación con la ingesta de alimentos procesados. Cajamarca e Inga, (2012) determinaron el consumo de macronutrientes proveniente de los snacks más consumidos por adolescentes escolarizados de la Ciudad de Cuenca. Villar y Quinchiguang (2108) identificaron que los alimentos con más contenido de sodio son los cárnicos, los cuales son ampliamente consumidos. Respecto al análisis cuantitativo, Pérez y Esquivel, (2018) describen varias metodologías y técnicas para el análisis de sodio en muestras de alimentos entre ellas la espectrometría de absorción atómica. Bajo este contexto, el objetivo del presente estudio fue cuantificar el contenido de sodio en snacks comercializados en la ciudad de Loja, con la finalidad de evaluar el grado de cumplimiento de

la información declarada por el productor en la etiqueta del producto.

El presente documento se encuentra organizado de la siguiente manera, en el primer capítulo se detalla todo lo referente a generalidades del sodio, muestras problema y técnicas analíticas. En el segundo capítulo, se aborda lo referente a la adquisición y preparación de las muestras, reducción de tamaño, digestión, cuantificación de sodio y análisis estadístico. Mientras que en el tercer capítulo, se presentan los resultados y su discusión. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones alcanzadas en esta investigación.

Capítulo uno

1 Revisión bibliográfica.

1.1 El sodio.

Se puede precisar varias definiciones para el sodio dependiendo del área de estudio, pero desde un punto de vista general se lo puede conceptualizar como una sustancia química perteneciente a la familia de los metales alcalinos según la tabla periódica de los elementos químicos, se lo representa con el símbolo Na por su nombre en latín natrium (Cotera, Emiliano Nicolás Díez y Martínez Rodríguez et al., 2011). En el organismo humano, se localiza en el esqueleto en forma insoluble, bastante inerte, se encuentra en gran medida en los fluidos extracelulares donde participa en el proceso metabólico de forma activa (Carmona Garcés et al., 2014).

El sodio es un nutriente esencial para el cuerpo humano, su función primordial es regular el volumen del fluido extracelular y mantener la presión osmótica para evitar grandes pérdidas de agua (Velásquez, 2012). El consumo excesivo de sodio es la causa principal de retención de agua, es un factor de riesgo independiente para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, mientras que su déficit provoca la pérdida de agua (Montero Campos et al., 2015).

La Organización Mundial de la Salud amparada en los actuales registros de consumo al día de sodio por persona en su dieta habitual y preocupada por la salud de los seres humanos, propone establecer como límite máximo de 1600 mg de Na por día, con el fin de reducir la presión sanguínea alta. Por otro lado, recomienda a los gobiernos de turno establecer campañas alentadas a disminuir al menos un tercio de la ingesta diaria de sal, fijándose como meta a menos de 2000 mg/día (Organización Mundial de la Salud, 2013).

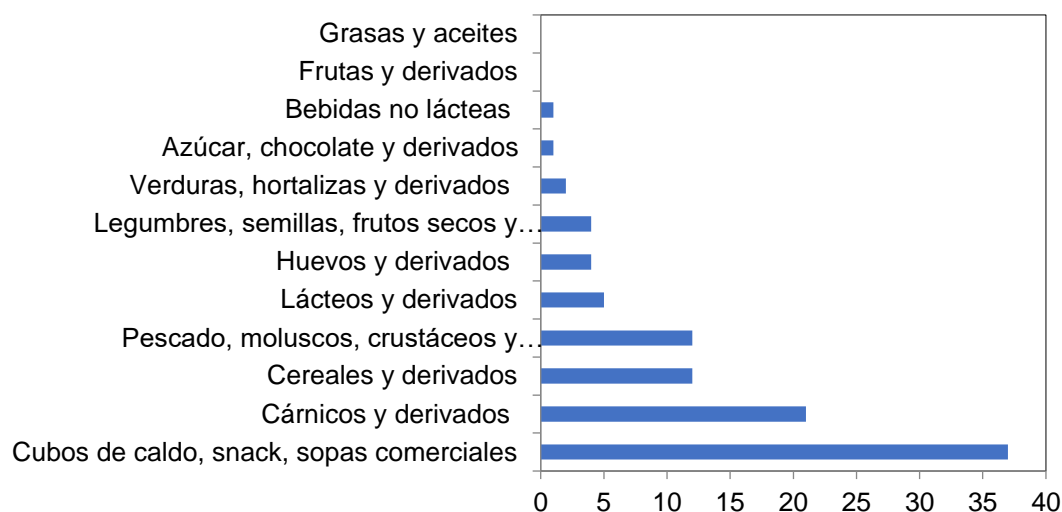
1.2 Alimentos con alto contenido de sodio.

La fuente principal de vida para el ser humano está en la alimentación, razón por la

cual es importante conocer la composición físico, química y microbiológica de los alimentos (Sorroza Rojas et al., 2019). En este sentido, el sodio es un nutriente esencial para el correcto funcionamiento del organismo humano. Sin embargo, el consumo excesivo de este mineral puede resultar perjudicial. En la Figura 1 se presentan los alimentos con mayor contenido de sodio.

Figura 1

Contenido de sodio según los diferentes grupos de alimentos.



Nota: adaptado desde El País (2013).

El contenido de sodio de los alimentos no depende únicamente, del cloruro de sodio que se adiciona en la elaboración, existen muchos ingredientes que son agregados intencionalmente a los alimentos procesados, para alargar su vida útil o para mejorar su sabor, como son los aditivos, entre los más comúnmente utilizados son (Velásquez, 2012):

- Nitrito de sodio.
- Cloruro de sodio.
- Nitrato de sodio.
- Glutamato monosódico.
- Fosfato de sodio.

- Caseinato de sodio.
- Bicarbonato de sodio.
- Benzoato de sodio.

Este tipo de ingredientes, cumplen funciones específicas y son difíciles de apreciar a simple vista en su gran mayoría de alimentos que lo contienen, sin embargo, deben encontrarse declarados en las etiquetas o rótulos de la mayoría de ellos primordialmente en los procesados (Díaz, Adrián et al., 2017).

Para que los consumidores estén informados del contenido de sodio en los alimentos, en Ecuador se ha puesto en marcha el proyecto del sistema gráfico para el etiquetado de alimentos previsto por un reglamento que establece una barra roja para alimentos con "ALTO" contenido en grasa, azúcar y sodio (sal), los alimentos de contenido "MEDIO" en este tipo de ingredientes se colocara una barra de color amarilla y para aquellos productos alimenticios que presenten "BAJO" contenido de los mismos, se aplicara una barra de color verde (Subsecretaria de Calidad INEN, 2014). Este sistema gráfico tiene la finalidad de mantener informado al consumidor y así colaborar con la reducción de consumo de sal en el país (Organización Panamericana de la Salud, 2016).

1.3 El efecto negativo de un alto consumo de sodio.

En los tiempos actuales, aunque la ingesta de sodio puede variar a voluntad, por lo general el consumo es elevado este exceso no afecta de un modo inmediato a la salud, debido a que en condiciones normales el superávit de sodio es eliminado fácilmente por el organismo. No obstante, si el abuso en la absorción de NaCl se realiza de forma habitual o si el organismo se ve incapaz de eliminar su exceso, las consecuencias podrían ser muy graves para la salud, por lo tanto, la primera medida a tomar es reducir drásticamente el consumo de sal (Monckeberg, 2012). Según Montero Campos et al., (2015), el consumo excesivo y prolongado de sodio provoca:

- Retención de agua, (con el consiguiente aumento de peso y con la exigencia planteada a corazón, hígado y riñones de manejar mayor volumen de líquido y trabajar por encima de sus posibilidades).
- Aumento del riesgo de hipertensión arterial y empeoramiento de los síntomas asociados a enfermedades del corazón, hepáticas y renales.
- Fumadores, diabéticos y obesos ven agravada cualquier disfunción del organismo.
- El consumo excesivo de sal se ha asociado también a enfermedades tan graves como el cáncer de estómago y la osteoporosis.

1.4 Los snacks.

Los snacks, son un grupo de alimentos industrializados que se consumen generalmente en la calle y fuera del horario de las comidas principales, en un periodo corto de tiempo, su ingesta diaria ha surgido por los cambios en el estilo de vida, la moda y las necesidades sociales; por esta razón es importante conocer las ventajas y desventajas a la hora de integrarlas a la dieta habitual (Pineda, 2015).

También se puede definir a los snacks como un aperitivo que se consume entre comidas conocidos comúnmente en algunos países como “pasa bocas o mecato” el cual está conformado por frutos secos, alimentos de paquete, cereales en barra, papas fritas, chocolates, etc. y no son considerados como una de las comidas principales del día (Cajamarca & Inga, 2012).

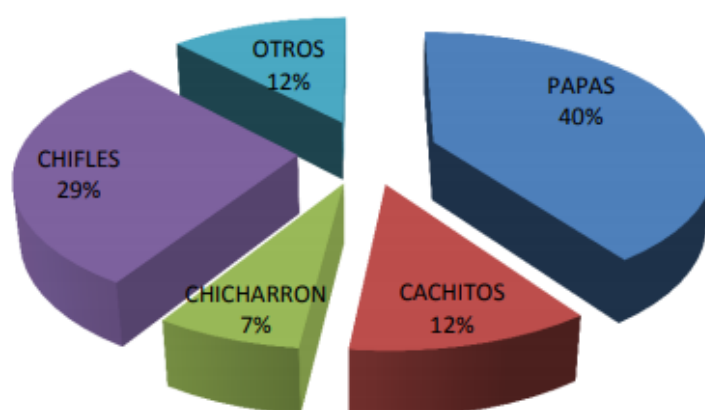
La mayoría de consumidores tiene fácil acceso en la adquisición de este tipo de productos, con el fin de saciar ya sea una necesidad de hambre o antojo, encontrando estos productos en cualquier supermercado o tienda cercana. La cultura de cada país presenta una gran influencia en este tipo de hábitos ya que en muchos de los países el tiempo es un factor primordial por lo que no se permiten preparar alimentos en sus hogares y las personas se ven en la obligación de adquirir snacks ya sea saludables o no, con el fin de saciar el hambre en

algún momento del día. Muchos de los snacks contribuyen con energía y carbohidratos que necesita el cuerpo humano diariamente, para su correcto funcionamiento, además contienen un mínimo de colorantes y saborizantes (Esteban & Moreno, 2018). Por otra parte, existen los snacks “no saludables” como las papas fritas, chocolates, pasteles, salchichas entre otros alimentos a base de grasa y azúcar, que son perjudiciales para la salud del consumidor (Esteban & Moreno, 2018).

Este tipo de productos ha tenido un marcado crecimiento en los últimos tiempos y se estima que a nivel mundial se alcanzará un total de ventas de \$10,000 millones para el año 2022, según el grupo de investigación Global Industry Analysts Inc. Esto debido principalmente al ritmo acelerado de vida que obliga a las personas a comer fuera de sus hogares y optar por productos envasados que puedan ser consumidos en cualquier momento del día (Pineda, 2015). En la Figura 2 se detallan los snacks de mayor consumo en Ecuador, se puede evidenciar que existe una tendencia mayoritaria hacia el consumo de papas con un 40%, seguida por el consumo de chifles con un 29% y en tercer lugar los extruidos de maíz con un 12%.

Figura 2

Tipos de snacks de mayor consumo.



Nota: Adaptado desde Padilla, (2013).

Según estudios de Pro Ecuador, a partir de la especialización en la elaboración de

productos con valor agregado, como por ejemplo los tradicionales de exportación ecuatoriano: plátano, banano, así como productos exóticos como la malanga, yuca y productos andinos como la papa; Ecuador ha fortalecido y difundido su producción especializada de Snacks saludables, tales como frutos secos, frutas frescas, verduras, semillas entre otros alimentos bajos en azúcar y bajos en calorías. Los cuales se exportan a los principales mercados internacionales, como lo son: EEUU, Canadá, España y Holanda (PROChile, 2017).

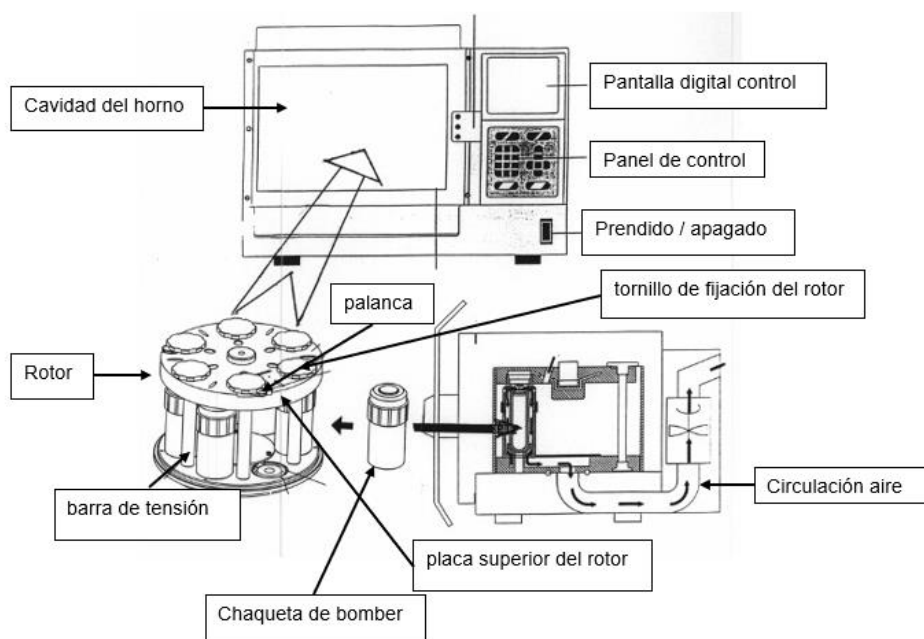
1.5 Análisis de sodio en alimentos

1.5.1 Microondas.

Las microondas son ondas electromagnéticas con frecuencia superior a 2500 MHz, estas ondas actúan directamente sobre las moléculas polares y los ácidos orgánicos (Prieto, 2017). El digestor de microondas se puede utilizar para mineralizar todas aquellas muestras sólidas de las cuales queremos obtener información a nivel elemental mediante técnicas espectroscópicas, las cuales requieren que la muestra esté en estado líquido (Alicante, 2019). Ésta tecnología emplea la energía generada por las microondas para calentar la mezcla compuesta por la muestra y solvente, contenida en un recipiente cerrado y bajo ciertas condiciones controladas, lo cual permite destruir la matriz y extraer el analito de interés desde la muestra hacia el solvente (Terán, 2016). En la Figura 3 se presenta un esquema de un horno de microondas.

Figura 3

Esquema con las partes del equipo de microondas.



Nota: Adaptado desde Viannis (2018).

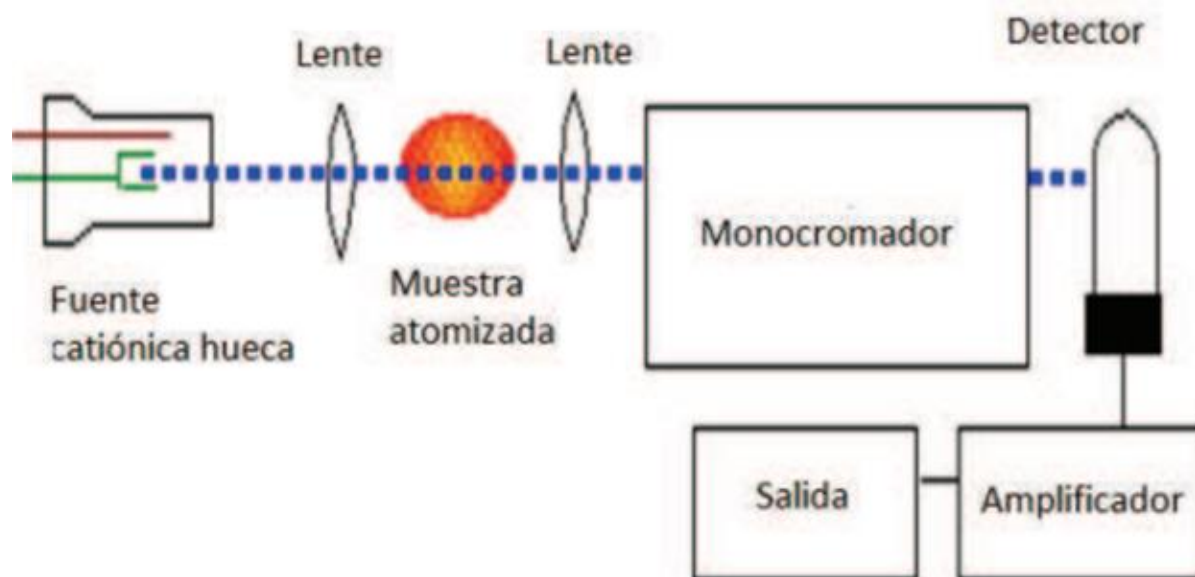
1.5.2 Absorción atómica.

La absorción atómica es la técnica analítica que se usa con frecuencia para el análisis de sodio. Ésta se basa en la absorción de energía por parte de los átomos, una vez que la energía térmica de una llama ha transformado las moléculas a átomos, debido, a la adsorción de energía, los átomos pasan de un estado fundamental a un estado excitado, midiendo esta adsorción como la diferencia entre la cantidad de energía emitida por la lámpara de cátodo hueco y la que llega al detector se encuentra una relación directamente proporcional entre este valor y la concentración de sodio en la muestra (Nielsen, 2003).

En términos generales, el funcionamiento es el siguiente (Figura 4): el haz emitido por la fuente atraviesa el sistema de atomización que contiene la muestra en estado de gas atómico, ésta llega al monocromador que elimina la radiación que no interesa para el estudio, pasando así al detector de la radiación absorbida, que luego es procesada y amplificada, dando como resultado una lectura de salida (Gallegos et al., 2012).

Figura 4

Esquema básico de un espectrómetro de Absorción atómica.



Nota: Esquema básico de un equipo de absorción atómica, adaptado desde Gallegos et al. (2012).

Capítulo dos

2 Metodología experimental

2.1 Descripción y preparación de las muestras.

En la presente investigación se trabajó con diez snacks comercializados en la ciudad de Loja (Figura 5). Las características de las muestras analizadas se describen en la Tabla 1.

Figura 5

Snacks comercializados en la ciudad de Loja.



Nota. De estos snacks se analizaron diez productos.

Las muestras se trituraron con la ayuda de un mortero y se mezclaron completamente. La digestión de las muestras se llevó a cabo utilizando un sistema de digestión por microondas MARS 6 (CEM Corporation, USA), equipado con un rotor para 24 recipientes de digestión de cuarzo. Aproximadamente, 0.5 g de muestra triturada fueron digeridos con 6 mL de una disolución de ácido nítrico:agua (1:1, v/v). El tratamiento térmico se realizó a 200 °C por 60 min. Finalmente, las muestras digeridas se enfriaron a temperatura ambiente, y se llevaron

hasta un aforo de 100 mL con agua destilada. A continuación, se tomó una alícuota de 1 mL y se diluyeron nuevamente hasta 100 mL.

Tabla 1

Información detallada en las etiquetas de los snacks.

Identificación	Descripción	Porción (g)	Sodio (mg)	Sistema gráfico
1	Papas fritas naturales	44	280	Rojo
2	Papas fritas con sabor a crema y cebolla	25	180	Rojo
3	Papas fritas	30	60	Amarillo
4	Papas fritas onduladas	30	170	Amarillo
5	Papas fritas naturales	27	200	Rojo
6	Papas fritas naturales	27	150	Amarillo
7	Tortillas de maíz con sabor a queso	30	190	Rojo
8	Bocaditos de maíz sabor a queso	50	330	Rojo
9	Papas fritas con sabor a picante	44	260	Rojo
10	Papas fritas con sal	25	208	Amarillo

Nota. El sistema gráfico se refiere al semáforo que deben presentar los alimentos, para resaltar el contenido de sodio.

2.2 Cuantificación de sodio.

El análisis de sodio en los snacks se realizó en un equipo de absorción atómica AAnalyst 400 (PerkinElmer, USA). Los parámetros de funcionamiento se establecieron según lo recomendado por el fabricante. Se utilizó aire como gas oxidante con un flujo de 10 L/min y acetileno como combustible con flujo de 2.5 L/min. Como fuente de radiación se utilizó una lámpara de cátodo hueco de sodio. El espectrómetro y las condiciones de la llama se ajustaron para obtener una precisión, sensibilidades óptimas y maximizar las señales de absorbancia y minimizar los fondos establecidos en 589.6 nm para la determinación de Na. Para la cuantificación, se empleó una calibración externa, mediante cinco estándares en las concentraciones de 0.01, 0.05, 0.10, 0.25 y 0.50 mg de sodio/L.

2.3 Análisis estadístico.

El análisis de los datos se realizó con la ayuda del programa de Minitab 16, mediante una prueba *t-student* ($p < 0.05$) se verificó el grado de cumplimiento de la información declarada en la etiqueta de cada producto. Los análisis fueron realizados por triplicado.

Capítulo tres

3 Resultados y discusión

En el mundo de los alimentos, el sabor es el principal componente y aliado estratégico para obtener un producto de calidad y comercialmente aceptable. Además, esta propiedad es el primer factor discriminativo al ingresar una muestra de alimento en la boca, donde ocurren cambios físicos y químicos que permiten percibirlo (Fuentes et al., 2010). Los productos químicos que componen la estructura del alimento, son los que activan los receptores del gusto (Diaz Barriga. & Hernández., 2019). En este contexto, en los snacks la adición de cloruro de sodio, es el responsable de resaltar el sabor, a lo que se le atribuye la alta aceptabilidad de este tipo de productos. Además, se considera que mientras más presencia de ion sodio exista en la estructura del alimento, más gustativo se vuelve ante el paladar, esta es una de las razones que motiva a los productores a adicionar una alta concentración de sodio en este tipo de alimentos. Este trabajo es el primer reporte sobre el contenido de sodio en snacks comercializados en la ciudad de Loja, el mismo que permitirá conocer el grado de cumplimiento de la información declarada en las etiquetas de estos alimentos.

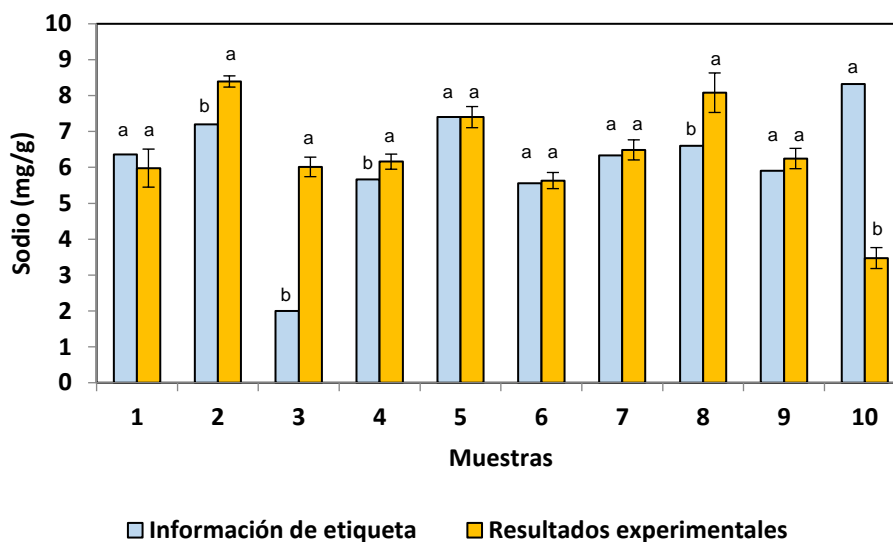
Se analizaron 10 snacks que se comercializan en la ciudad de Loja, en la Tabla 1 se detalla una descripción general de estos productos, el contenido de sodio por porción y el color asignado en el sistema gráfico para sodio, de acuerdo a la información disponible en las etiquetas.

El hallazgo principal de esta investigación, fue la alta concentración de sodio presente entre las diferentes marcas de este tipo de alimentos, con valores comprendidos entre 151 a 434 mg sodio/porción, lo cual concuerda con lo mencionado por Carmona Garcés et al. (2014), quienes manifestaron que los snacks como papas fritas y frituras en paquete, presentan un contenido mayor a 140 mg sodio/porción, se debe resaltar que al consumir una porción de 30 g de estos snacks aporta el 10 % de la necesidad de sodio diarias (INEN 1334-2, 2011). Por el contrario, únicamente la muestra 10 presentó una concentración considerablemente menor a 92 mg sodio/porción.

De acuerdo a los resultados analíticos (Figura 6), el 50 % de las muestras (1, 5, 6, 7 y 9) no presentaron diferencia en la concentración de sodio por porción entre el valor declarado en la etiqueta y el resultado analítico. Por otra parte, sólo la muestra 10 presentó un contenido de sodio menor al indicado en la etiqueta de este producto, la diferencia encontrada fue del 58 %, según su etiqueta señala una concentración de 8.3 mg sodio/g frente al valor experimental de 3.5 mg sodio/g. Finalmente, el restante 30 % de las muestras, presentaron mayor contenido de sodio de lo declarado en la etiqueta, las diferencias encontradas son del 17, 21 y 22 % para las muestras 2, 3 y 8, respectivamente. Estudios similares como el de Montero Campo et al (2015) en Costa Rica, encontraron que el 43 % de las muestras analizadas en la línea de snacks presentaron mayor contenido de sodio que lo reportado en su etiquetado nutricional, información que corrobora con lo encontrado en esta investigación.

Figura 6

Contenido de sodio en snacks.



Nota. Letras diferentes para una misma muestra indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

El año 2014 se aprobó la Resolución 14511 (Subsecretaría de Calidad INEN, 2014), que establece la obligatoriedad que los alimentos procesados que se comercializan en Ecuador, incluyan en su etiqueta un sistema gráfico, para indicar los niveles de grasa, azúcares y sal (sodio) presentes en el alimento. En este sentido, de acuerdo a la información que presentan las etiquetas (Tabla 1), se encontró que las muestras 9 y 10, presentaron inconsistencias técnicas de acuerdo a lo estipulado en la Resolución 14511, con respecto al color utilizado para indicar el contenido de sodio. Respecto a la muestra 9, la etiqueta declara un nivel alto de sodio, correspondiente a un color rojo. Sin embargo, según la información de su etiqueta le corresponde una denominación de nivel medio (color amarillo), esta diferencia se puede deber al redondeo que pide la norma INEN 1334-2 (2011) para declarar el contenido de sodio, y como el valor está muy cerca al límite, es posible que de acuerdo al análisis que realizó el fabricante el contenido expresado por cada 100 g sea mayor a 600 mg de sodio. Lo contrario sucede para la muestra 10, la misma que presentó la denominación de medio para

el nivel de sodio, pero según la información de su etiqueta, le corresponde la denominación de nivel alto. Ahora, considerando los resultados experimentales, las muestras 1, 2, 5, 6, 7 y 8 no presentan errores en el color utilizado en el sistema gráfico, mientras que las muestras 3, 4, 9 y 10, registran serias inconsistencias, las mismas que se detallan a continuación:

Las muestras 3, 4 y 9, exhiben en sus etiquetas el sistema gráfico un color amarillo, equivalente a un contenido medio en sodio, pero según el resultado analítico, deberían registrar la franja roja, correspondiente a la denominación de nivel alto. Finalmente, la muestra 10, con un nivel alto según su etiqueta, se ratifica lo mencionado anteriormente con el resultado experimental, es decir, debe declarar contenido medio. En un estudio semejante sobre el etiquetado de alimentos en Ecuador: implementación, resultados y acciones pendientes realizado por Diaz Adrián et al., (2017), se demostró el incumplimiento o libre interpretación del etiquetado y el semáforo nutricional por parte de algunas empresas, razón por la cual se presentan estas y otras inconsistencias.

Conclusiones

En este trabajo de investigación se determinó el contenido de sodio de los snacks comercializados en la ciudad de Loja, se verificó el cumplimiento del semáforo y la información nutricional respecto al contenido de sodio declarado en las etiquetas de estos alimentos procesados. En función a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

De la información descrita en las etiquetas, el 40 % de las muestras estudiadas corresponden a la denominación de nivel medio (amarillo) en su contenido de sodio para el semáforo nutricional y el 60 % a la denominación de alto (rojo), mientras que los resultados encontrados tras el análisis de laboratorio demuestran que el 30 % corresponden a nivel medio y el 70 % a nivel alto, evidenciándose un claro traspie en el contenido de sodio real en este tipo de alimentos procesados.

Todas las muestras a excepción de la muestra 10, presentaron un contenido mayor a 150 mg sodio por porción de producto, esta información refleja que existe un alto consumo de sodio en la dieta de los ciudadanos que consumen frecuentemente este tipo de alimentos comercializados en la ciudad Loja.

Las muestras de papas fritas con sabor a picante (9) y papas fritas con sal (10) representan el 20% de las muestras estudiadas, las mismas que presentaron inconsistencias técnicas con respecto a la implementación de su semáforo nutricional, este tipo de sucesos evidencian la falta de control de calidad por parte de la empresa y de los organismos encargados de controlar y regular la comercialización de dichos alimentos como el ARCSA, INEN, entre otros en Ecuador.

Recomendaciones

Implementar normativas o políticas gubernamentales en Ecuador que obliguen a las industrias y productores de alimentos a disminuir la adición de los diferentes tipos de sales utilizadas para la elaboración de los alimentos especialmente el cloruro de sodio (sal). La reducción de la ingesta de sodio se puede lograr mediante una disminución gradual y sostenida en la cantidad de sal añadida a los alimentos, bien sean preparados en casa o por la industria alimenticia, por ende, este trabajo se constituye en un insumo para el diseño e implementación de estrategias del contenido real de sodio en los snacks.

Se debe ampliar la información del contenido real de sodio en todos los alimentos producidos y comercializados en la ciudad de Loja y en el país.

Referencias

- Alicante, U. d. (2019). Servicios Técnicos de Investigación. Obtenido de Digestión con microondas: <https://ssti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-analisis/digestion-con-microondas>.
- Cajamarca, J., & Inga, J. (2012). Determinación de Macronutrientes de los Snacks más consumidos por adolescentes escolarizados de la Ciudad de Cuenca. [Universidad De Cuenca]. In Facultad de ciencias Químicas Escuela Bioquímica y Farmacia. <file:///C:/Users/CTRIST~1/AppData/Local/Temp/TECN07.pdf>
- 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.
- Cotera, Emiliano Nicolás Díez y Martínez Rodríguez, M. B., Giraldoni, A. F. M., & Núñez, R. G. (2011). El consumo de sal ¿Riesgo o necesidad? *Revista Finlay*, 1(3), 221–228. <http://www.revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/73/1230>
- Díaz, Adrián; Rivas, Paula, Gabriela; Vence, C., Mar, Altamirano, M., & Jones, V. (2017). Etiquetado de alimentos en Ecuador: implementación, resultados y acciones pendientes. *2*, 1–8. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ Etiquetado_de_alimentos_en_Ecuador_implementacion_.pdf
- Díaz Barriga., S., & Hernández., M. (2019). La bioquímica y fisiología del sabor. 38(4), 100–104. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2019/reb194c.pdf>
- El País (2013). España duplica el consumo de sal por persona que aconseja la OMS: https://elpais.com/sociedad/2013/03/22/actualidad/1363974959_124733.html
- Esteban, J., & Moreno, O. (2018). Factores que influyen en la decisión de compra de los snacks saludables en Santiago de Cali. [Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/10710/5/T08333.pdf>

- Fuentes, A., Fresno, M. J., Santander, H., Valenzuela, S., Gutiérrez, M. F., & Miralles, R. (2010). Sensopercepción Gustativa: una Revisión Gustatory Sensory Perception: a Review. *Int. J. Odontostomat*, 4(2), 161–168. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v4n2/art10.pdf>
- Gallegos, W., Vega, M., & Noriega, P. (2012). Espectroscopía de absorción atómica con llama y su aplicación para la determinación de plomo y control de productos cosméticos. *La Granja*, 15(1), 19. <https://doi.org/10.17163/lgr.n15.2012.02>
- INEN 1334-2, N. (2011). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos. (NTE INEN 1334-2:2011; Segunda Revisión). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1334-2-2.pdf
- Leshem, M. y H. D.-N. D. (2018). Aculturación de la dieta de los inmigrantes, respuestas gustativas básicas y apetito por el sodio. *Revista de Ciencia Nutricional*, 7, 11. <https://doi.org/10.1017/jns.2018.12>
- Monckeberg, F. (2012). Artículos de actualización. In C. Dirección de Investigación, Facultad de Medicina, Universidad Diego Portales, Santiago (Ed.), *Salt is indispensable for life, but how much* (Dr. Fernan, Vol. 39, p. 4).
- Montero Campos, M. D. L. Á., Blanco Metzler, A., & Chan, V. C. (2015). Sodio en panes y snacks de mayor consumo en Costa Rica. Contenido basal y verificación del etiquetado nutricional. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 65(1), 36–43. [file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/tesis master en alimentos/TRABAJO TITULACION FINAL/los snacks/Sodio en panes y snacks de mayor consumo en Costa Rica..pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/tesis%20master%20en%20alimentos/TRABAJO%20TITULACION%20FINAL/los%20snacks/Sodio%20en%20panes%20y%20snacks%20de%20mayor%20consumo%20en%20Costa%20Rica..pdf)
- Navarro, J. F. (2011). Determinación de la ingesta de sodio en población adulta de la ciudad de Quito y su relación con la ingesta de alimentos procesados - 2011 [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. In *Phys. Rev. E* (Vol. 1). http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/377/4/Muñoz_Zapata_Adriana_Patricia_Artículo_2011.pdf
- Nielsen, S. S. (2007). *Análisis de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, S.A. Royo, 23-5006

Zaragoza (España).

Núñez, E. (2018). Análisis del sector de alimentos procesados y su incidencia en la Matriz Productiva del Ecuador [Universidad católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10283/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-382.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2013). Ingesta de sodio en adultos y niños. Organización Mundial de La Salud (OMS), 1–7. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85224/1/WHO_NMH_NHD_13.2_spa.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (2016). Guía técnica para reducir el consumo de sal. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/38586/9789275319956_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Padilla, M. (2013). Proyecto de factibilidad para la ampliación de la planta de producción de la empresa Carli Snacks cía. Ltda.; productora y comercializadora de extruidos de maíz ubicada en la panamericana norte km 5 ½ del distrito metropolitano de Quito. [Universidad Politécnica Salesiana sede Quito]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4206/1/UPS-QT03569.pdf>

Pérez, E., & Esquivel, R. (2018). Adecuación de metodologías para análisis de sodio y potasio por espectroscopía de absorción atómica, en sales de rehidratación oral. Revista Tecnología En Marcha, 31(2), 40. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i2.3623>

Pineda, D. (2015). Tendencias en snacks nutritivos. <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/1045099415rad4EA77.pdf>

Prieto, J. I. (11 de Enero de 2017). Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH). Obtenido de La calefacción por microondas: <https://isqch.wordpress.com/2017/01/11/calor-y-temperatura-v-la-calefaccion-por-microondas/>

PROChile. (2017). Título: Tendencias de Snacks Saludables en Ecuador . https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2017/11/ficha_tendencias_snacks_

saludables _ecuador_2017.pdf

- Resolución. (2017). Normativa Técnica Sanitaria Para Alimentos Procesados Ministerio De Salud Publica La Dirección Ejecutiva De La Agencia Nacional De Regulación, Control Y Vigilancia Sanitaria. 1–59.
- Rojas, M. (2014). Implementación del método cuantitativo para determinar el contenido de sodio en diferentes tipos de galletas producidas por Kraft Foods de Costa Rica por la metodología de espectroscopia de absorción atómica con llama. [Universidad de Costa Rica]. <http://ciencias.ucr.ac.cr/sites/default/files>
- Sorroza Rojas, N. A., Jinés Sorroza, B. E., Grijalva Endara, A. de las M., & Naranjo Álvarez, J. de L. (2019). El Cloruro de Sodio (NaCl) y los efectos en la Alimentación. *Recimundo*, 3(1), 913–937. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(1\).enero.2019.913-937](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.913-937)
- Terán, C. (2016). Comparación de los métodos de digestión seca y digestión ácida por microondas para el análisis de fósforo en brócoli y acelga por Espectrofotometría Ultravioleta - Visible. (Issue June) [Ponteficia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12374/cTeranT6.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velásquez, S. A. A. (2012). Estudio de dieta total: Determinación de sodio y potasio en alimentos consumidos por la población de Valdivia [Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/faa282e/doc/faa282e.pdf>
- Villamar Mónica, Q. T. (2018). Qué alimentos contienen sodio y se consumen con más frecuencia en nuestra población. Aula Magna, Diciembre 19.2018.
- Viannis (2018). Obtenido de digestión de muestras por radiación microondas: <https://steemit.com/stem-espanol/@viannis/digestion-de-muestras-por-radiacion-microondas>