

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE MAGNESIO EN YOGURES
COMERCIALIZADOS EN UN SUPERMERCADO DE LA ZONA
METROPOLITANA DE SAN SALVADOR

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION
PRESENTADO POR

JACQUELINE STEFANI RIVAS MEJIA
FRANCISCO JAVIER VASQUEZ CORTEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO (A) EN QUIMICA Y FARMACIA

JUNIO DE 2023
SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORA DE AREA EN INDUSTRIA FARMACEUTICA, COSMETICA Y VETERINARIA

Licda. Corina Ivette Interiano Ramírez

ASESORA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y COSMETICOS.

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

DOCENTE ASESOR

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y todas las oportunidades.

A mis padres, María Imelda Mejía y Pedro Rivas, que han estado conmigo siempre y en cada momento.

A toda mi familia, en especial a mi hermano Pedro Javier, que me apoyo en todo momento.

A cada una de las personas que han sido parte de mi vida y mi crecimiento personal y profesional.

A nuestro docente asesor Lic. Guillermo Castillo por su tiempo y apoyo durante la realización de este trabajo de graduación.

A mi compañero de tesis Francisco Javier Vásquez, por su tolerancia durante todo el proceso.

A la vida en general por todo lo aprendido y por lo que me falta por aprender.

Jacqueline Stefani Rivas Mejía

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la sabiduría y bendiciones recibidas a lo largo de todo mi proceso formativo, ya que sin duda alguna recibí grandes bendiciones, me dio la paciencia necesaria y la fortaleza para esforzarme en cada momento.

A mi tutor Lic. Guillermo Castillo por sus consejos que fueron siempre útiles, formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones.

A mis padres, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de que sean mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

A mi compañera Jacqueline Stefani Rivas Mejía, hoy culmina esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas de trabajo nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerle por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio.

Francisco Javier Vásquez Cortez

ÍNDICE GENERAL

	Pág. N°
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	XIII
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo general	
2.2 Objetivos específicos	
Capítulo III	
3.0 Marco teórico	17
3.1 El yogur	18
3.2 Magnesio	28
3.3 Titulaciones complejométricas	36
Capítulo IV	
4.0 Diseño metodológico	44
4.1 Tipo de estudio	45
4.2 Investigación bibliográfica	45
4.3 Investigación de campo	46
4.4 Parte experimental	47
Capítulo V	
5.0 Resultados y discusión de resultados	50
5.1 Diagnosticar las diferentes marcas de yogur líquido para adultos y niños comercializadas en un supermercado de la zona metropolitana de san salvador.	51
5.2 Cuantificar el magnesio en yogures para adultos y niños mediante el método de valoración complejométrica.	52

5.3 Comparar los resultados experimentales con lo reportado en la tabla del instituto de Nutrición De Centroamérica Y Panamá (INCAP).	54
5.4 calcular el porcentaje de magnesio que aporta una porción de 100 g de yogur de las marcas analizadas, en relación a los valores requeridos en la dieta diaria.	56
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	58
Capítulo VII	
7.0 Recomendaciones	60
Bibliografía	
Anexos	

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Pág. N°
1. Algunos beneficios saludables del consumo de probióticos.	27
2. Distribución de las especies de EDTA en función del pH.	40
3. pH mínimo necesario para la titulación favorable de varios cationes con EDTA.	42
4. Curva de valoración de un ion metálico con EDTA.	43
5. Representación gráfica del promedio de los mg de Magnesio encontrado por cada marca tanto en yogures para adultos (verde) y niños (azul).	53
6. Comparación de resultados experimentales contra el valor establecido por el INCAP para 100 gramos de muestra.	55

INDICE DE TABLAS

Tabla N°	Pág. N°
1. Cantidades recomendadas por edad de consumo de magnesio.	31
2. Promedio de la cantidad de magnesio contenido en las diferentes marcas de yogures para adultos y niños.	51
3. Comparación de los resultados obtenidos con el valor recomendado por el INCAP	53
4. Porcentaje de Magnesio que aporta una porción de yogur a la dieta diaria de acuerdo a la edad y marca de yogur analizada.	55

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Materiales, equipos y reactivos
2. Procedimientos para la preparación de reactivos
3. Resultados del contenido de magnesio en las muestras analizadas.
4. Porcentaje de magnesio que aporta una porción de yogur dependiendo de la marca y de la edad de la persona que lo consuma en base al requerimiento diario.
5. Fotografías de la parte experimental
6. Valor de referencia del INCAP
7. Mapa de localización de supermercados visitados durante el sondeo de las marcas

RESUMEN

El magnesio (Mg) es un mineral que aporta nutrientes necesarios para mantener la buena salud. Se puede decir que todos contamos con una dosis de él, e incluso podemos consumirlo mediante una dieta saludable, pues está presente en muchos alimentos tales como legumbres, cereales integrales, leche, yogur, entre otros. El yogur es comúnmente consumido por la población, por tal motivo es de suma importancia conocer el contenido de magnesio que posee.

La investigación tuvo como objetivo la determinación de magnesio en yogur, por el método alternativo complejométrico, la problemática radica en que no se cuenta con antecedentes que reporten la cuantificación de dicho mineral contenido en las diferentes marcas de yogur comercializadas en San Salvador.

Se realizó un sondeo de las marcas disponibles en 2 supermercados de la zona metropolitana de San Salvador obteniendo como resultado que uno cuenta con una marca propia haciendo un total de 7 marcas de yogur para adulto y 4 marcas de yogur para niños, de las cuales se tomaron 3 frascos de cada una haciendo un total de 33 muestras, posteriormente se analizaron por triplicado por el método complejométrico teniendo así 99 análisis en total. Esto se realizó en el laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, en el periodo comprendido de marzo de 2022 a marzo de 2023.

Se obtuvo como resultado que las marcas de yogur analizadas para adultos contienen de 10.09 a 21.71 mg de magnesio, y las marcas de yogur para niños contienen de 8.41 a 9.48 mg por cada 100 g de yogur.

Conforme a los resultados obtenidos concluimos que una porción de 100 g de yogur aporta entre un 2% a un 6% en relación a la dieta diaria de magnesio, tomando en cuenta la marca y los requerimientos en relación a la edad del consumidor. Por ello se recomienda realizar investigaciones de la cantidad de magnesio que aportan los productos lácteos y así poder determinar qué cantidad de estos se debe consumir para completar el requerimiento diario.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

Según la FAO/OMS el yogur es una leche coagulada obtenida por fermentación láctica ácida, producida por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* de la leche pasteurizada o concentrada con o sin adiciones. El yogur contiene múltiples micronutrientes, incluyendo diversas vitaminas y minerales como vitamina A, D y vitaminas del complejo B, Calcio (Ca), sodio (Na), fósforo (P), zinc (Zn), yodo (I), potasio (K) y magnesio (Mg). Este último es muy importante debido a que participa en numerosas reacciones enzimáticas, procesos de transporte, y síntesis de proteínas y ácidos nucleicos.

Algunos de los beneficios que aporta el consumo de productos que contienen magnesio son: el fortalecimiento de los huesos y músculos, mejora el estado de fatiga, reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, combate el estreñimiento, entre otros.

Durante el estudio bibliográfico de esta investigación no se han encontrado análisis previos del contenido de magnesio en yogur, y su determinación es de suma importancia ya que, por ser un producto muy consumido por la población salvadoreña, se vuelve necesario basado en las recomendaciones dietéticas diarias, conocer que cantidad de magnesio se consume al ingerir una porción de yogur.

Por este motivo, el planteamiento principal de este trabajo, se enfocó en la cuantificación de magnesio en yogur, muestreando las diferentes marcas comercializadas en un supermercado de la zona metropolitana de San Salvador. El cual cuenta con 7 marcas para adultos y 4 marcas para niños.

Se recolectaron 3 muestras por marca de yogures para adultos y niños haciendo un total de 33 muestras, a las cuales se les realizó 3 análisis por muestra, por medio del método de titulación complejométrica, tomado del manual de Química Analítica Cuantitativa de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de

El Salvador (no oficial), empleando ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 0.1 M, como solución valorante y negro de eriocromo T como indicador, los resultados obtenidos se compararon con los valores registrados en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); todo lo concerniente a esta parte se llevó a cabo en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Se obtuvo como resultado que las marcas de yogur analizadas para adultos contienen de 10.09 a 21.71 mg de magnesio, y las marcas de yogur para niños contienen de 8.41 a 9.48 mg por cada 100 g de yogur.

Conforme a los resultados obtenidos concluimos que una porción de 100 g de yogur aporta entre un 2% a un 6% en relación a la dieta diaria de magnesio, tomando en cuenta la marca y los requerimientos en relación a la edad del consumidor. Por ello se recomienda realizar investigaciones de la cantidad de magnesio que aportan los productos lácteos y así poder determinar qué cantidad de estos se debe consumir para completar el requerimiento diario.

La investigación se realizó en el periodo de marzo de 2022 a marzo de 2023

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el contenido de magnesio en yogures comercializados en un supermercado de la zona metropolitana de san salvador.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 Diagnosticar las diferentes marcas de yogur líquido para adultos y niños comercializadas en un supermercado de la zona metropolitana de San Salvador.

2.2.2 Cuantificar el magnesio en yogures para adultos y niños mediante el método de valoración complejométrica.

2.2.3 Comparar los resultados experimentales con lo reportado en la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP).

2.2.4 Calcular el porcentaje de magnesio que aporta una porción de 100 g de yogur de las marcas analizadas, en relación a los valores requeridos en la dieta diaria.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 El yogur

Según la FAO/OMS el yogur es una leche coagulada obtenida por fermentación láctica ácida, producida por *Lactobacillus bulgaricus* (da por una parte las características de aroma y la mayor parte del sabor), y *Streptococcus thermophilus* (actúa como agente principal de la acidificación, mejorando el cuerpo del yogur y reduciendo la viscosidad), de la leche pasteurizada o concentrada con o sin adiciones. Los microorganismos del producto final deben ser viables y abundantes. (1)

El yogur se considera un alimento de la dieta mediterránea. Durante los últimos años ha sido objeto de estudio por los posibles beneficios atribuibles a su consumo. Es un alimento de alta densidad nutricional, fuente de minerales, vitaminas y proteínas de alta calidad, que contribuyen de forma notoria a cubrir los requerimientos de diversos micronutrientes. (2)

Existen dos tipos de yogur, los yogures tradicionales o fermentados en su propio recipiente, cuya fermentación ha tenido lugar en vasos, y que son naturales o aromatizados y los yogures fermentados en cubas, más líquidos, cuya fermentación ha tenido lugar en cubas antes del envasado. Generalmente son yogures naturales untuosos, con pulpa o trozos de fruta. Para cualquiera de los dos tipos de yogur se puede utilizar leche entera, semidesnatada o desnatada, y el contenido de materia grasa será 3.5, 1 y 0% (1)

Composición nutricional del yogur (2)

- Hidratos de carbono

El yogur contiene diferentes tipos de hidratos de carbono, principalmente en forma de lactosa. Por otro lado, también podemos encontrar (aunque en menor

cantidad) otros hidratos de carbono, glucosa, galactosa, glucolípidos, glucoproteínas y oligosacáridos. Estos últimos han cobrado un gran interés por su posible efecto prebiótico.

- **Proteínas**

El yogur contiene una elevada cantidad de proteínas de alto valor biológico, diferentes tipos de caseínas (α , κ , λ y γ), proteínas de lactosuero, principalmente α -lactoalbúmina, λ -lactoglobulina, albumina sérica, proteasas-peptonas, inmunoglobulinas, enzimas como lipasas, proteasas o fosfatasa y metaloproteinasas como la transferrina, la ceruloplasmina y la lactoferrina.

Durante los últimos años, los péptidos que forman parte del yogur han sido de gran interés a nivel científico por sus propiedades antihipertensivas, antimicrobianas, inmunomoduladoras, hipolipemiantes y una importante relación sobre la prevención de acumulación de grasa a nivel central.

- **Lípidos**

El yogur contiene una elevada concentración de ácidos grasos (AG) de cadena corta y media de fácil absorción. Además de AGS, el yogur contiene ácidos grasos trans (AGT) de origen natural.

- **Vitaminas y minerales**

Los lácteos como el yogur contienen múltiples micronutrientes, incluyendo diversos minerales y vitaminas como Ca, sodio (Na), fósforo (P), magnesio (Mg), zinc (Zn), yodo (I), potasio (K), vitamina A, vitamina D, vitaminas del complejo B, principalmente B2, B3 y B12. En menor cantidad podemos encontrar la vitamina E y la vitamina K.

El yogur y la salud humana ⁽³⁾

Históricamente, en las raíces culturales, las leyendas, las anécdotas y los estudios científicos han caracterizado los atributos saludables del yogur. Pero fue

solo a inicios del siglo XX donde la relevancia del yogur y su asociación con la salud surgió y tomó fuerza en Europa, debido a estudios realizados por el Instituto Pasteur, más exactamente por Metchnikoff. Fue él quien primero dio una explicación de los efectos benéficos de las bacterias ácido lácticas (BAL) presentes en leches fermentadas, a través de su teoría de la “longevidad” en los pueblos balcánicos asociada al alto consumo de productos fermentados basados en leche. El principio de esta teoría se refería a que las BAL desplazan las toxinas producidas por bacterias, normalmente presentes en el intestino, prolongando la vida. Metchnikoff explicó que las mismas BAL y otros productos producidos por BAL en leches fermentadas prevenían el crecimiento y toxicidad de bacterias anaeróbicas formadoras de esporas en el intestino grueso.

Debido al aumento en la población mundial, es importante la prevención y tratamiento de enfermedades con el fin de maximizar la calidad de vida. Al respecto, se ha observado in-vitro e in-vivo que los productos lácteos fermentados con BAL (probióticos) tiene propiedades funcionales porque ayudan a incrementar la habilidad del cuerpo para resistir la invasión de patógenos y mantener bien la salud del huésped. Los probióticos han sido muy utilizados en aplicaciones terapéuticas que incluyen: prevención de enfermedades urogenitales (candidal vaginitis), protección y prevención contra la diarrea, control de enfermedades inflamatorias del intestino como enfermedad de Crohn y pouchitis, síndrome del intestino irritable, alivio de los síntomas de intolerancia a la lactosa, reducción del colesterol y reducción de la presión arterial. Otros beneficios incluyen la producción de enzimas, estabilización de la microflora, y reducción del riesgo de algunos cánceres, especialmente el de colon, prevención de alergias alimentarias y control, prevención, y tratamiento de úlcera gástrica causada por *Helicobacter pylori*.

Mecanismos implicados en la acción de los probióticos en la salud humana:⁽³⁾

- Producción de sustancias inhibitorias/ antimicrobianas como: ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno, bacteriocinas, antibióticos y ácidos biliares.
- Actuación como antagonista competitivo, por ejemplo, competición por la adhesión de sitios y nutrientes.
- Estimulación del sistema inmune.

Harish y Varghese mencionan otros posibles mecanismos como: mejoramiento de las funciones de la barrera intestinal, control en la transferencia de antígenos dietarios, y estimulación de la mucosa e inmunidad sistémica del huésped.

Principales propiedades funcionales del yogur que contiene probióticos, en la salud humana: ⁽³⁾

- Microflora intestinal:

La microflora intestinal está compuesta de microorganismos que están clasificados como patogénicos, neutrales o beneficiosos al huésped. Este último grupo de bacterias están comúnmente incluidas principalmente en derivados lácteos, como yogur, helados y queso los cuales son aceptados como vehículos de transporte.

Según Hoolihan, el tracto intestinal humano contiene 10¹⁴ células bacterianas; lo anterior es 10 veces más el número de células que comprenden el cuerpo humano; sin embargo, algunos factores modifican esta microbiota intestinal; dentro de ellos se destacan: cambios de dieta, sexo, edad, requerimientos nutricionales e inmunológicos, utilización de antibióticos, estrés, consumo de alcohol, pH, tiempo de tránsito del material en el interior del intestino, la cantidad y tipo de material fermentable (por ejemplo sustrato de crecimiento), estado de salud del individuo y naturaleza de la flora. Sumado a lo anterior, la

microflora intestinal se ve afectada también por disturbios gastrointestinales seguido por infecciones o invasión de patógenos transmitida por alimentos. Al respecto, las BAL probióticas pueden obstaculizar la colonización y subsecuentemente la proliferación de los patógenos, debido a que tienen un potencial para producir toxinas (sustancias antimicrobianas) en el tracto gastrointestinal.

- **Diarrea:**

La diarrea es definida como un cambio en el tránsito intestinal de un individuo, caracterizada por un aumento en el contenido líquido, volumen y frecuencia de las deposiciones. La terapia más importante para la diarrea aguda asociada a deshidratación es la rehidratación oral; sin embargo, esta no produce una disminución sustancial de la duración del episodio diarreico ni tampoco una disminución del volumen de las deposiciones. Es por lo anterior que, desde principios del siglo XX, los cultivos bacterianos vivos utilizados en la fermentación de productos lácteos, tales como el yogur, han sido utilizados en la prevención y tratamiento de diarrea asociada con antibióticos en niños y adultos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se han realizado estudios donde se demuestra que las bifidobacterias y *Streptococcus thermophilus* en leches fermentadas disminuyen considerablemente el riesgo de diarreas en infantes.

En otros estudios recientes se ha encontrado que la terapia utilizando cepas de *bifibobacterium* y *Lactobacillus* como *ramnosus*, *casei* y *reuteri* ofrece una seguridad y medida efectiva en el tratamiento infeccioso de diarrea en niños, siempre y cuando se administre al inicio de la enfermedad. Al respecto, existen otras evidencias científicas que sugieren que *Lactobacillus* en contenidos de leches fermentadas pueden ser más eficaces para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales que la administración de antibióticos.

- **Colesterol:**

Debido a los problemas de salud originados por el colesterol, Mann y Sporry fueron los primeros investigadores en demostrar que el consumo de leches fermentadas disminuye el colesterol.

La ingestión de BAL-probióticas podría ser un método para disminuir concentraciones de colesterol en humanos. Al respecto, investigaciones han involucrado el papel de los probióticos en la prevención del aumento del nivel de colesterol. Como ejemplos de lo anterior se tienen estudios en animales como ratones, cerdos y hamsters, que muestran reducción de colesterol en la sangre y el hígado cuando se les administró leches fermentadas con *lactobacillus* y *lactococcus*.

Otros estudios observacionales, realizados en la tribu Massai en África, revelaron niveles de colesterol inferiores al valor promedio normal. Este hecho se atribuyó al consumo de leches fermentadas, alimento básico de la tribu, siendo una cepa de *lactobacillus* la responsable de la fermentación natural de la leche.

Es por lo anterior que un particular énfasis ha sido puesto en productos fermentados con microorganismos específicos a los cuales, propiedades nutricionales, dietéticas, terapéuticas y prácticas dietéticas han sido modificadas para reducir el colesterol vinculando a grandes consumos diarios de leches fermentadas (8 L/d); otros autores también mencionan que consumiendo grandes cantidades de yogur se han disminuido niveles de colesterol en humanos.

Los mecanismos exactos por los cuales las bacterias probióticas reducen niveles de colesterol son aún desconocidos; sin embargo, recientemente se han mencionado los posibles mecanismos responsables de la reducción de colesterol por bacterias; los más importantes son las siguientes:

- a) Desconjugación de bilis, sales biliares y depósitos de colesterol.
- b) Hidrólisis de sales biliares, unión con la bilis y carencia de reabsorción de bilis.
- c) Absorción incrementada de colesterol por la bacteria.

- **Cáncer:**

El cáncer es causado principalmente por la mutación o activación de ciertos genes que controlan el crecimiento y la multiplicación celular, y es en este punto donde actúan los microorganismos probióticos, disminuyendo la absorción y producción de sustancias mutagénicas y carcinógenas.

Reportes de varios estudios en animales mencionan que el consumo de yogur que contenga bacterias probióticas inhibe la formación y proliferación de tumores. En otros estudios epidemiológicos se sugiere que las leches fermentadas suprimen el comienzo de carcinogénesis y que la alteración en microbiota intestinal es aparentemente responsable para el atributo anticarcinogénico.

Modelos de animales utilizados para delinear el papel anticarcinogénico pueden estar divididos en prevención de iniciación de cáncer y supresión de tumores iniciales. Bakalinsky; mencionan al respecto que el consumo de estas leches o bacterias utilizadas para la producción ha inhibido el crecimiento de ciertos tipos de tumores en ratones y ratas, y en humanos.

Diferentes tipos de cáncer han sido tratados con cultivos probióticos; entre ellos están:

- a) Cáncer colon-rectal
- b) Cáncer de vejiga
- c) Cáncer de seno

- **Intolerancia a la lactosa:**

Generalmente las personas que no toleran la leche toleran el yogur. Lo anterior se debe, entre otras razones, a que el yogur contiene probióticos, principalmente *Lactobacillus*, que transforman la lactosa en ácidos orgánicos como el láctico y el acético; a esto se le suma que algunos probióticos pueden producir β -galactosidasa después de ser ingeridos oralmente, y pueden así facilitar la digestión de lactosa en tramos altos del intestino delgado.

- **Sistema inmune:**

La mayoría de probióticos pueden ejercer efectos positivos sobre los sistemas inmunes sin provocar perjuicios a la respuesta inflamatoria. Al respecto, varios estudios han demostrado que el *Lactobacillus acidophilus* es capaz de aumentar la inmunidad del huésped mediante producción de colonias fuertes en el tracto intestinal, por lo que las bacterias patógenas no serían capaces de realizar cualquier acto de destrucción en el cuerpo del hospedador; además de lo anterior, el consumo de BAL en leches fermentadas puede incrementar la respuesta sistémica inmune así como respuestas inmunes locales en células de tejidos mucosos en el intestino, bronquios y glándula mamaria, y aún más si son consumidos juntos varios probióticos como es el caso de *Lactobacillus* y Bifidobacterias.

- **Infecciones del tracto vaginal:**

Las infecciones urogenitales de transmisión no sexual son muy comunes, crónicas, recurrentes, y normalmente son tratadas con antibióticos. Como alternativa para estas infecciones, se pueden señalar tres *Lactobacillus* capaces de colonizar al huésped sin efectos adversos: *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus fermentum* y *Lactobacillus crispatus*. Al respecto, en un estudio reciente con cultivos de bacterias aisladas de mujeres con episodios recurrentes de la vaginosis bacteriana, cepas diferentes de

Lactobacillus mostraron actividad inhibitoria contra las especies de bacterias causantes de esta enfermedad, posiblemente por la producción de medio ácido.

Los mecanismos de acción que explicarían este efecto se basan en la capacidad de los lactobacillus de adherirse y colonizar el tracto urogenital, previniendo e impidiendo el crecimiento de gérmenes patógenos; y en la producción de un ambiente ácido, que impide el crecimiento de otras especies bacterianas.

- **Alergias:**

Aunque la investigación es preliminar sobre cómo los probióticos podrían modular la reacción alérgica, se sugiere que los probióticos pueden mejorar mecanismos endógenos de barrera del intestino, al reducir la inflamación intestinal y aliviar algunos síntomas de las alergias, y proporcionar así herramientas útiles para el tratamiento de alergias alimentarias.

- **Síndrome de intestino irritable:**

Dentro de los trastornos por síndrome del intestino irritable están: colitis ulcerativa, enfermedad de pouchitis y Crohn. Esta última enfermedad es una condición crónica caracterizada por áreas irregulares de inflamación y heridas abiertas o úlceras a lo largo del tracto digestivo, relacionándose con la colitis ulcerativa; al respecto Oliveira; menciona que los probióticos se han empleado en numerosos trabajos en modelos animales con resultados prometedores.

En otros estudios en humanos, el empleo de un probiótico multicepa, que contenía cuatro cepas de Lactobacillus: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus del brueckii* subespecie *bulgaricus* y *Lactobacillus plantarum*, tres cepas de bifidobacterias *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium breve* y *Streptococcus salivarius*

subespecie *thermophilus* lograron aumentar el porcentaje de remisión de pouchitis en la colitis ulcerosa.

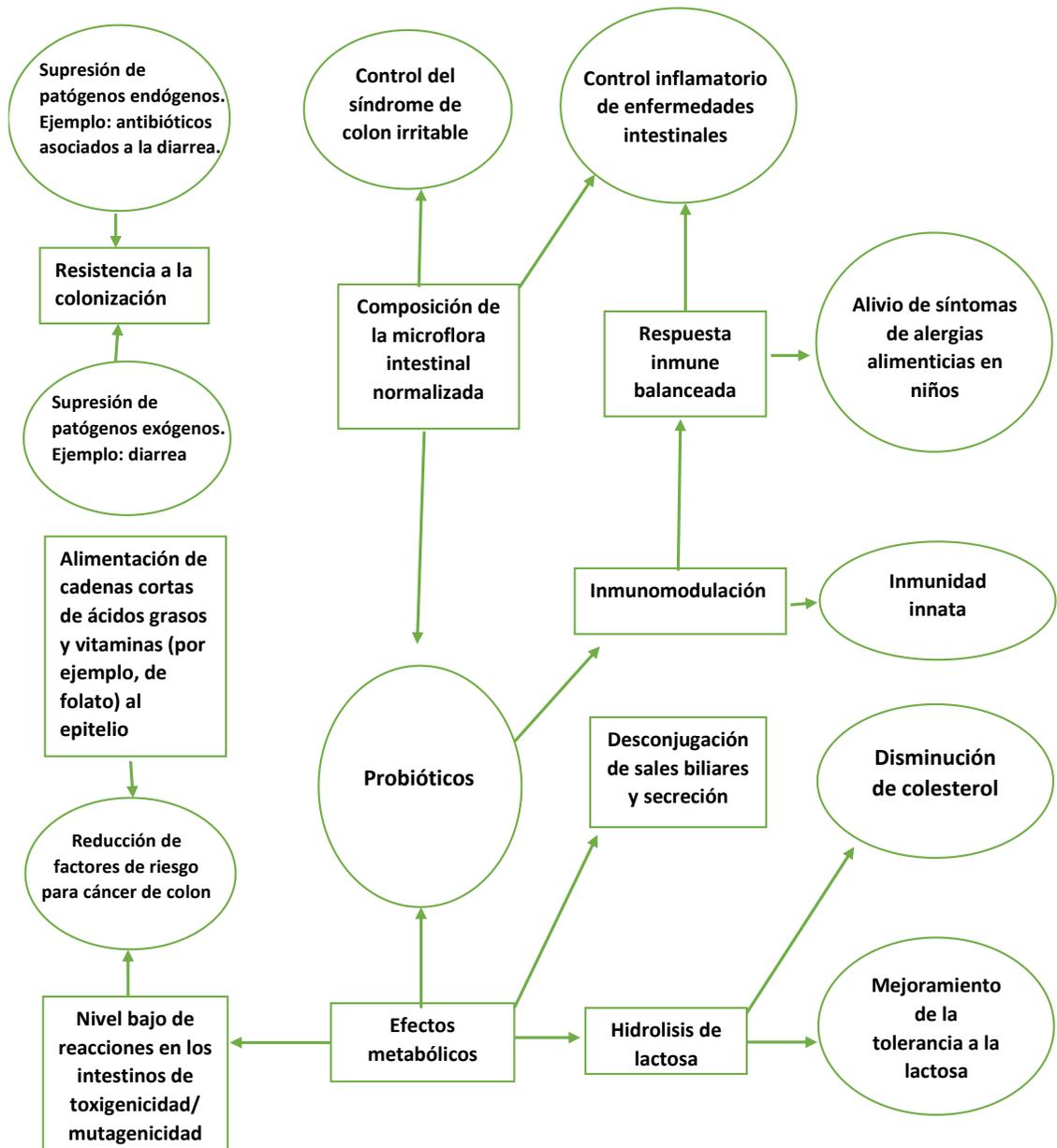


Figura N° 1: Algunos beneficios saludables del consumo de probióticos.

Elaboración propia, tomado de (3)

3.2 Magnesio (4)

Elemento químico, metálico, de símbolo Mg, colocado en el grupo IIA del sistema periódico, de número atómico 12, peso atómico 24.312. El magnesio es blanco plateado y muy ligero. Su densidad relativa es de 1.74 y su densidad de 1740 kg/m³ (0.063 lb/in³) o 108.6 lb/ft³). El magnesio se conoce desde hace mucho tiempo como el metal estructural más ligero en la industria, debido a su bajo peso y capacidad para formar aleaciones mecánicamente resistentes.

Con una densidad de sólo dos tercios de la del aluminio, tiene incontables aplicaciones en casos en donde el ahorro de peso es de importancia. También tiene muchas propiedades químicas y metalúrgicas deseables que lo hacen apropiado en una gran variedad de aplicaciones no estructurales.

Es muy abundante en la naturaleza, y se halla en cantidades importantes en muchos minerales rocosos, como la dolomita, magnesita, olivina y serpentina.

Además, se encuentra en el agua de mar, salmueras subterráneas y lechos salinos. Es el tercer metal estructural más abundante en la corteza terrestre, superado solamente por el aluminio y el hierro.

El magnesio (Mg) es químicamente muy activo, desplaza al hidrógeno del agua en ebullición y un gran número de metales se puede preparar por reducción térmica de sus sales y óxidos con magnesio. Se combina con la mayor parte de los no metales y prácticamente con todos los ácidos. El magnesio reacciona sólo ligeramente o nada con la mayor parte de los álcalis y muchas sustancias orgánicas, como hidrocarburos, aldehídos, alcoholes, fenoles, aminas, ésteres y la mayor parte de los aceites. Utilizado como catalizador, el magnesio sirve para promover reacciones orgánicas de condensación, reducción, adición y deshalogenación. Se ha usado largo

tiempo en la síntesis de compuestos orgánicos especiales y complejos por medio de la conocida reacción de Grignard.

Los principales ingredientes de aleaciones son: aluminio, manganeso, zirconio, zinc, metales de tierras raras y torio.

El magnesio en el cuerpo humano. (5)

El magnesio (Mg) es un catión divalente almacenado básicamente en el hueso y en los compartimentos intracelulares del músculo y los tejidos blandos; menos del 1% del magnesio corporal total está en el extracelular principalmente en el plasma. El balance de magnesio corporal depende del equilibrio entre la absorción intestinal y la excreción renal. Por ello, en un sujeto normal, la ingesta disminuida de magnesio se equilibra con una mayor absorción de magnesio en el intestino y una reducción de la excreción renal.

El 80% de magnesio plasmático es filtrado por el glomérulo; 95% es reabsorbido. A diferencia de otros iones, el 60-70% de la reabsorción de magnesio ocurre en el asa gruesa de Henle; en el túbulo proximal se reabsorbe sólo 15-25% del magnesio filtrado. El túbulo distal, es el sitio de control final de la excreción de magnesio, en él se reabsorbe entre 5 y 10% del magnesio filtrado. En el asa gruesa de Henle, el magnesio es reabsorbido con el calcio de manera pasiva a través de la vía paracelular formada por uniones intercelulares estrechas.

El magnesio participa en numerosas reacciones enzimáticas, procesos de transporte, y síntesis de proteínas y ácidos nucleicos. Estabiliza las enzimas en muchas reacciones que generan ATP, antagoniza el calcio en la contracción muscular, modula la señal de transducción y proliferación celular de la insulina y es importante para la adhesión celular y el transporte de membrana. A pesar de su importancia fisiológica, su importancia clínica con frecuencia se subestima (2). De hecho, los trastornos del magnesio casi no se mencionan o se mencionan

muy poco en la mayoría de los libros de Medicina; cuando lo mencionan se hace como parte de las alteraciones del calcio o del potasio.

Beneficios del magnesio. (6)

El magnesio es un mineral que aporta nutrientes necesarios para mantener la buena salud. Se puede decir que todos contamos con una dosis de él, e incluso podemos consumirlo mediante una dieta sana, pues está presente en muchos alimentos tales como legumbres, cereales integrales, leche, yogur, entre otros. El magnesio puede ser consumido en varias presentaciones, que dependiendo del formato puede aportar más ventajas en un campo de salud concreto.

Algunos alimentos fortificados contienen un extra de magnesio que complementa alguna carencia. Para pacientes con deficiencia de magnesio se ha preparado suplementos dietéticos para suplir este mineral. E incluso para quienes padecen alguna patología como la migraña el médico puede recetar medicamentos a base de magnesio.

El magnesio permite al cuerpo cumplir funciones básicas. De hecho, son muy importante para quienes suelen hacer mucho ejercicio físico. Se puede decir que hay tres presentaciones generales de este compuesto químico, los cuales son cloruro, carbonato o lactato. Cada uno aporta los mismos beneficios. Sin embargo, aportan ventajas en su uso. Sin duda es vital para el organismo. A continuación, se indican algunas utilidades o beneficios del magnesio.

- Fortalece los huesos y músculos.

El magnesio inhibe la reabsorción ósea, esto significa que retrasa la degradación de hueso, al mismo tiempo que aumenta la formación ósea. Es de gran ayuda para las articulaciones lo que permite tener un mejor rendimiento físico. Un dato interesante es que el magnesio es adicionado en algunas leches infantiles.

- **Fatiga.**

Es natural sentirse algo agotado después de un duro día de trabajo o tras hacer ejercicio. No obstante, quienes tienen deficiencia pueden presentar debilidad y cansancio. Además, contribuye a la recuperación muscular. Para ello hay suplementos deportivos que contienen este mineral y que ayudan a combatir el cansancio.

- **Ritmo cardíaco.**

Algunos estudios médicos sostienen que reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares e hipertensión. Desde luego, también es necesario mantener una buena alimentación. De este modo, se reduce aún más el riesgo de arritmia cardíaca.

- **Combate el estreñimiento.**

El cloruro de magnesio y la leche de magnesia gozan de gran popularidad, y la razón de ello es que contiene este mineral. Es útil en caso de indigestión y laxante. Hay productos que regulan el tránsito intestinal. Es muy importante que el aporte de agua durante el día sea el adecuado para una correcta respuesta de los suplementos.

- **Sirve como antiácido o Acidez estomacal.**

El carbonato de magnesio alivia la acidez o ardor de estómago. Su efecto es tan eficaz como el bicarbonato. Aumenta el pH del contenido del estómago, de esta forma reduce los malestares producidos por algunos alimentos.

Es importante destacar que la falta de este mineral a veces es imperceptible. Los síntomas de déficit pueden ser muy ligeros, de ahí la importancia de estar atentos. Por tal motivo, al sufrir decaimiento, dolor constante de cabeza, cambios de humor, ansiedad, estreñimiento, entre otros síntomas

Cantidad de magnesio requerido (7)

La cantidad de magnesio que necesita depende de su edad y sexo. A continuación, se indican las cantidades promedio recomendadas por día en miligramos (mg) (Tabla N° 1):

Tabla N° 1: Cantidades recomendadas por edad de consumo de magnesio.

ETAPA DE LA VIDA	CANTIDAD RECOMENDADA
Bebés hasta los 6 meses de edad	30 mg
Bebés de 7 a 12 meses de edad	75 mg
Niños de 1 a 3 años de edad	80 mg
Niños de 4 a 8 años de edad	130 mg
Niños de 9 a 13 años de edad	240 mg
Adolescentes (varones) de 14 a 18 años de edad	410 mg
Adolescentes (niñas) de 14 a 18 años de edad	360 mg
Hombres	400-420 mg
Mujeres	310-320 mg
Adolescentes embarazadas	400 mg
Mujeres embarazadas	350-360 mg
Adolescentes en periodo de lactancia	360 mg
Mujeres en periodo de lactancia	310-320 mg

Elaboración propia tomado del Instituto Nacional de salud de Estados Unidos (7)

Alimentos que son fuente de magnesio

El magnesio se encuentra naturalmente presente en los alimentos y se agrega a ciertos alimentos fortificados. Puede obtener las cantidades recomendadas de magnesio mediante el consumo de una variedad de alimentos, entre ellos:

- Legumbres, nueces, semillas, cereales integrales, hortalizas de hojas verdes (como la espinaca)
- Cereales para el desayuno y otros alimentos fortificados.
- Leche, yogur y algunos productos lácteos.

¿Qué pasa si no consumo suficiente magnesio?

A corto plazo, el consumo insuficiente de magnesio no produce síntomas evidentes. Cuando las personas sanas no ingieren suficiente magnesio, los riñones ayudan a retener magnesio limitando la cantidad que se elimina en la orina.

Sin embargo, el consumo insuficiente de magnesio de forma prolongada puede causar deficiencia de magnesio. Además, algunas enfermedades y medicamentos interfieren con la capacidad del cuerpo para absorber magnesio o aumentan la cantidad de magnesio que excreta el cuerpo, lo cual también puede causar deficiencia de magnesio.

Algunos síntomas de deficiencia de magnesio son la pérdida del apetito, náuseas, vómitos, fatiga y debilitamiento. La insuficiencia extrema de magnesio puede causar entumecimiento, hormigueo, calambres musculares, convulsiones, cambios de personalidad y anomalías en el ritmo cardíaco.

Es más probable que estos grupos de personas no consuman suficiente magnesio:

- Personas con enfermedades gastrointestinales (como la enfermedad de Crohn o la enfermedad celíaca)

- Personas con diabetes tipo 2
- Personas con alcoholismo de largo plazo
- Adultos mayores

Algunos de los efectos del magnesio en la salud

Los científicos estudian el magnesio para determinar cómo afecta a la salud.

A continuación, están algunos ejemplos de los resultados de estas investigaciones:

- Presión arterial alta y enfermedad cardíaca

La presión arterial alta es un factor de riesgo principal para la enfermedad cardíaca y el derrame cerebral. Los suplementos de magnesio bajan la presión arterial, pero sólo un poco. Algunos estudios indican que las personas que consumen más magnesio en su dieta tienen un riesgo más bajo de enfermedad cardíaca y derrame cerebral. Pero en muchos de estos estudios, es difícil saber en qué medida el efecto se debe al magnesio en comparación con otros nutrientes.

- Diabetes de tipo 2

Las personas con mayor cantidad de magnesio en su dieta suelen tener un riesgo más bajo de presentar diabetes de tipo 2. El magnesio ayuda al cuerpo a procesar el azúcar y tal vez ayude a reducir el riesgo de resistencia a la insulina (un trastorno que lleva a la diabetes). Los científicos estudian la posibilidad de que los suplementos de magnesio ayuden a las personas que ya tienen diabetes de tipo 2 a controlar su enfermedad. Se requieren más estudios para comprender mejor si el magnesio puede ayudar en el tratamiento contra la diabetes.

- **Osteoporosis**

El magnesio es importante para mantener huesos sanos. Las personas con mayor ingestión de magnesio poseen una mayor densidad ósea, que es importante para reducir el riesgo de fracturas de huesos y de osteoporosis. Es probable que un mayor consumo de alimentos o suplementos dietéticos con magnesio ayude a las mujeres mayores a mejorar su densidad ósea mineral. Hace falta más investigación para comprender mejor el efecto de los suplementos de magnesio para reducir el riesgo de osteoporosis o para tratarla.

- **Migrañas**

Las personas que sufren migrañas a veces tienen bajos niveles de magnesio en la sangre y en otros tejidos. Varios estudios menores indican que los suplementos de magnesio pueden reducir un poco la frecuencia de las migrañas. Sin embargo, sólo debe tomarse el magnesio para este propósito bajo la supervisión de un médico. Se necesitan más estudios para determinar si los suplementos de magnesio pueden ayudar a reducir el riesgo de migrañas o a aliviar sus síntomas.

Varios estudios epidemiológicos han demostrado asociación entre los niveles bajos de magnesio y aumento en el riesgo del síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión y arterioesclerosis. Sin embargo, su uso como agente terapéutico solamente está indicado en el pre eclampsia, para reducir el riesgo de eclampsia y en algunas formas específicas de arritmias.

La hipomagnesemia se puede producir por disminución en la ingesta, redistribución del extracelular al intracelular, por pérdida gastrointestinal o por pérdida renal. La disminución en la ingesta rara vez causa hipomagnesemia, ya que la mayoría de alimentos contienen cantidades suficientes de magnesio y el riñón es capaz de adaptarse y conservar magnesio de manera muy

eficiente. Sin embargo, puede ocurrir en pacientes desnutridos, alcohólicos y a quienes se les administra nutrición parenteral total durante tiempos prolongados.

A pesar que el Mg total permanece constante con la edad en sujetos sanos, el envejecimiento representa un factor de riesgo importante para la deficiencia de magnesio. Se ha observado reducción del magnesio libre intracelular con la edad. Los mecanismos serían: la inadecuada ingesta de nutrientes, posible reducción en la eficiencia de la absorción de Mg (asociada a niveles reducidos de vitamina D), excreción urinaria aumentada, enfermedades asociadas y comorbilidades, y uso de medicamentos como diuréticos.

Por otro lado, la hipermagnesemia, puede ocurrir en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en estadios 4 o 5, en especial en los no diabéticos. En ERC leve o moderada (estadios 1-3), se produce aumento en la excreción fraccional de magnesio, compensando la pérdida de la función renal de tal manera que los niveles de magnesio sérico se mantienen dentro de lo normal.

En los últimos 15 a 20 años, se han realizado estudios que han contribuido al conocimiento de la fisiología y los efectos de la suplementación de Mg (2), pero aún falta mucho por investigar. Como punto de partida, empecemos a medir de manera rutinaria la concentración sérica de magnesio en el paciente hospitalizado, en pacientes con hipokalemia o hipocalcemia, y en pacientes con alto riesgo de pérdida de magnesio. Asimismo, medir magnesio sérico antes de prescribir suplementación, porque podríamos generar hipermagnesemia y sus consecuencias.

3.3 Titulaciones complejométricas (8)

Las reacciones de formación de complejos tienen muchos usos en la química analítica. Uno de los usos más antiguos, que todavía se usa ampliamente, es en

las valoraciones (o titulaciones) complejométricas. En estas valoraciones los iones metálicos reaccionan con un ligando apropiado para formar un complejo, y el punto de equivalencia se determina por un indicador o un método instrumental apropiado.

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es el agente quelante más utilizado en química analítica. Forma complejos estables de estequiometría 1:1 con la mayoría de los iones metálicos por titulación directa o por una secuencia indirecta de reacciones, virtualmente todos los elementos de la tabla periódica pueden determinarse con EDTA.

El EDTA constituye un sistema hexaprótico que aquí se designará H_6Y^{+2} .

Sus propiedades ácido base se resumen en los siguientes valores de pK_a .

$pK_1 = 0.0$

$pK_4 = 2.66$

$pK_2 = 1.5$

$pK_5 = 6.16$

$pK_3 = 2.0$

$pK_6 = 10.24$

Los cuatro primeros valores de pK son relativos a los protones de las funciones carboxílicas, y los dos últimos corresponden a los protones de las funciones amina.

La forma neutra del ácido es tetraprótica, con fórmula H_4Y . La sal disódica, $Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$, es un reactivo de uso común.

En solución básica los hidrógenos ácidos sobre los grupos hidróxidos son ionizados y la molécula tiene 6 sitios de coordinación.

Para las titulaciones complejométricas se pueden usar los siguientes criterios:

- La redacción debe ser estequiometría y llegar a ser completa.
- Una solución estándar de un ligando puede ser obtenida, sí este es un estándar primario. Si el ligando mismo no puede ser usado como estándar

primario, lo más posible es estandarizar lo contra alguna sal metálica la cual tenga características de un estándar primario.

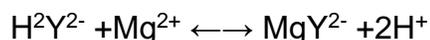
- Un método adecuado para detectar el punto de equivalencia puede ser utilizado. Esto significa que un indicador puede estar disponible, el cual sufre cambios de color en el punto de equivalencia o (muy cercano a él).
- El primer criterio antes descrito, describe por qué los ligandos, monodentados no pueden ser utilizados como titulantes para iones metálicos. Esto es debido a que generalmente en las etapas de formación hay diversos complejos formados sucesivamente entre el ligando y el metal.

Valoraciones con ácido etilendiaminotetracético

- Determinación de calcio y magnesio con EDTA

El ion magnesio puede titularse con EDTA a un pH de 10, empleando negro de eriocromo T como indicador. El calcio que puede estar presente en la solución será cotitulado. El calcio forma con el EDTA un complejo más estable que el de magnesio, pero el calcio produce un color muy tenue con el negro de eriocromo T. Por consiguiente, cuando una solución problema contiene tanto magnesio como calcio, la adición de EDTA conduce a los siguientes eventos. Primero, el ion calcio libre se combina con el EDTA, después hace lo mismo el ion magnesio libre. Y seguido finalmente la minúscula cantidad de Magnesio que estaba combinada con el negro de eriocromo T es extraído por el EDTA y se llega al punto final. La cantidad de titulante consumido corresponde a la suma de calcio y magnesio presentes en la solución. Puesto que la reacción entre el complejo de magnesio y eriocromo T y el EDTA es un poco más lenta a temperatura ambiente, la solución se calienta ligeramente, con lo cual se acelera la reacción del punto final.

La sal que más se utiliza es la sal sódica $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Las reacciones del EDTA con los iones calcio y magnesio pueden representarse por las siguientes ecuaciones:



Fundamento de la determinación de calcio y magnesio

El EDTA o verseno reacciona primero en la valoración con los iones Ca^{2+} libres, luego con los iones Mg^{2+} libres y por último con el Mg^{2+} presentes en el complejo que formó este ion con el indicador.

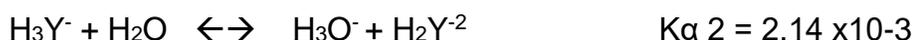
En estas valoraciones se utiliza como indicador negro de eriocromo T, que es un ácido tribásico que forma complejos solubles coloreados, tanto con los iones Ca^{2+} como los iones Mg^{2+} . Los complejos Mg^{2+} son más estables que los de Ca^{2+} .

El complejo de Magnesio que se forma con el indicador es de color rojo vino y el indicador libre es de color azul, en un intervalo de pH de 6.5 a 11.5.

Constante de estabilidad condicional o eficaz

La constante de estabilidad (K_{ef}) es la constante de equilibrio para la formación de un complejo a partir de un ión metálico y un ligando, la cual incluye el efecto de equilibrio de competencia. Es decir, que depende de factores como el pH y la concentración de otros agentes formadores de complejos.

Las cuatro constantes de disociación del ácido H_4Y son las siguientes:



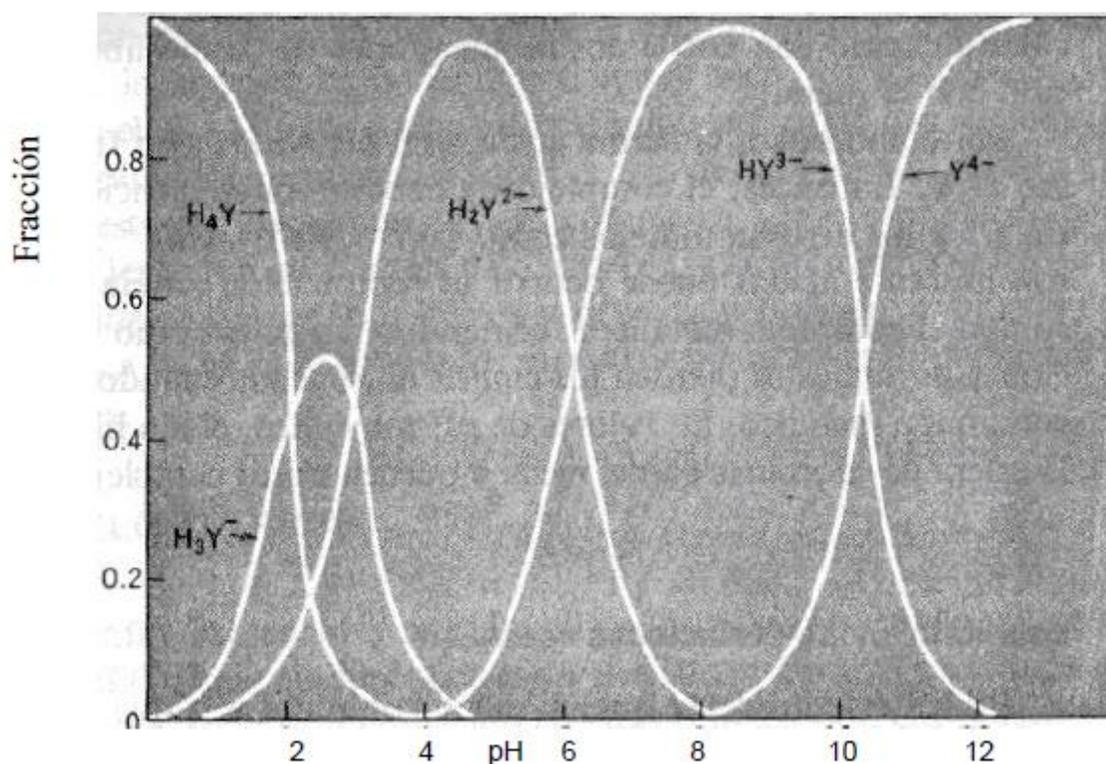
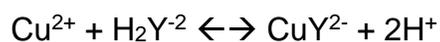


Figura N°2: Distribución de las especies de EDTA en función del pH.

En la figura N°2 se muestra la distribución de las cinco especies de EDTA en función del pH. Puede observarse que solo en valores de pH mayores a 12, la mayor parte del EDTA existe en forma de tetraanión Y⁴⁻. En valores de pH más bajos predominan las especies protonadas HY³⁻. Es claro que a partir de K_{abs} no se puede discernir directamente la tendencia de formación de un quelonato metálico en un cierto valor de pH. Por ejemplo, a un pH=4 la especie predominante del EDTA es H₂Y²⁻ y la reacción con un metal como el cobre se puede escribir:



Puede verse que, al disminuir el pH (por lo tanto, aumenta $[H^+]$), el equilibrio se desplazará en contra de la formación del quelonato CuY^{2-} y podemos esperar que exista un valor de pH por debajo del cual no sea posible la titulación del Cu^{2+} con EDTA. Para estimar el valor mínimo de pH en el cual es factible la titulación, puede calcularse a partir de K_{abs} (constante de equilibrio para la formación de un complejo. También llamada constante de formación, a partir de un ión metálico y un ligando) y una gráfica sencilla.

A K_{ef} se la llama constante de estabilidad eficaz o condicional. A diferencia de K_{abs} , K_{ef} varía con el pH, solamente se aplica para un valor determinado de pH.

Con frecuencia se ajusta el pH a un valor bajo que es conveniente para que la titulación sea posible. En pH alto muchos iones metálicos tienden a hidrolizarse y aún a precipitarse en forma de hidróxidos.

Las titulaciones suelen efectuarse en soluciones amortiguadoras del ion metálico involucrado. Es importante emplear el pH adecuado para cada complejo metal-EDTA, existirá un valor mínimo de pH por debajo del cual la titulación dejará de ser factible.

El pH mínimo se define arbitrariamente como aquel al cual la constante condicional de formación para cada complejo metal – EDTA es 10^6 . La figura N°3 permite establecer estrategias para titular selectivamente un ion en presencia de otro. Por ejemplo, una solución que contenga Fe^{3+} y Ca^{+2} puede titularse con EDTA a pH 4. A este pH, el Fe^{3+} se titula sin que interfiera el ion Ca^{+2} .

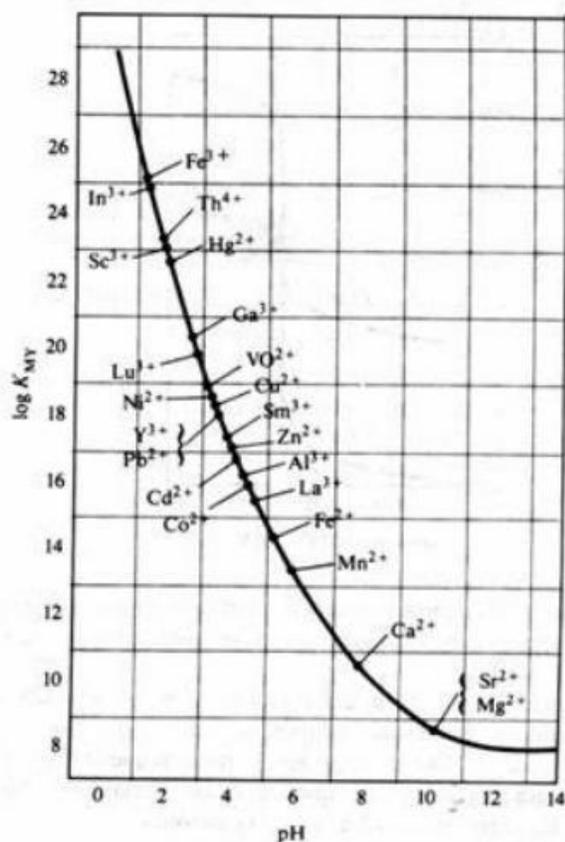


Figura N°3: pH mínimo necesario para la titulación favorable de varios cationes con EDTA

Curvas de valoración

En estas curvas se calcula la concentración de ion metálico libre en el transcurso de la titulación de un catión metálico con EDTA. Esto es análogo a la titulación de un ácido fuerte con una base débil.



En la curva de titulación, después del momento inicial, podemos reconocer tres regiones (antes, en y después del punto de equivalencia), que se muestran en la figura N°4.

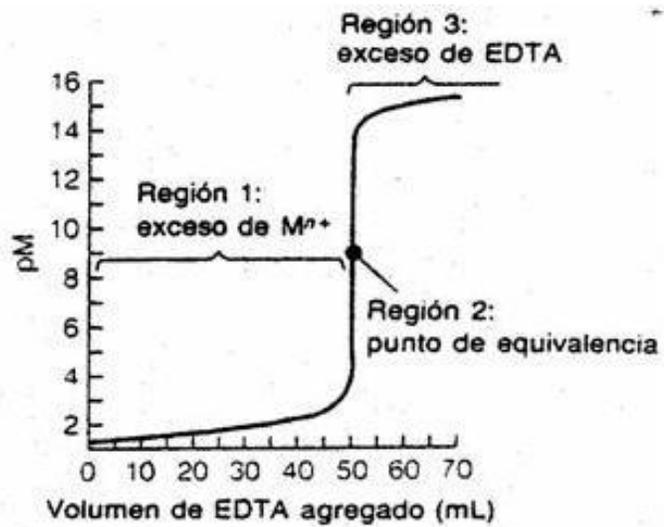


Figura N°4: Curva de valoración de un ion metálico con EDTA.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio

4.1.1 Prospectivo:

Los datos obtenidos pueden ser utilizados para investigaciones futuras.

4.1.2 Experimental:

Se realizó la determinación del contenido de magnesio en los yogures haciendo uso de las instalaciones del Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

4.1.3 Transversal:

Se realizó en un tiempo determinado (de marzo de 2022 a marzo de 2023).

4.2 Investigación bibliográfica:

Se visitaron de forma virtual las siguientes bibliotecas:

- Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
- Facultad de Agronomía de la Universidad de El Salvador.
- Central de la Universidad de El Salvador.
- Florentino Idoate, S. J. de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer.

- Internet.

4.3 Investigación de campo:

4.3.1 Diagnóstico de las diferentes marcas de yogur.

Se realizó un recorrido por el Súper Selectos de la Avenida Olímpica y Walmart en la sucursal de la Escalón ubicados en la zona metropolitana de San Salvador para identificar las diferentes marcas de yogur que comercializan para niños y adultos, para registrarlos se hizo uso del siguiente cuadro:

MARCA	ADULTOS		NIÑOS	
	Super Selectos	Walmart	Super Selectos	Walmart

4.3.2 Universo:

Yogures líquidos para adultos y niños en sus diferentes marcas comercializados en dos supermercados ubicados entre la zona de la avenida olímpica y colonia escalón de la zona metropolitana de San Salvador. (Ver Anexo N° 7).

4.3.3 Muestra:

33 frascos de yogur líquido los cuales se dividen en 21 frascos para adultos (aprox. 200mL) y 12 frascos para niños (aprox. 100mL) de 11 marcas disponibles, divididas en 7 marcas para adultos y 4 para niños.

4.3.4 Tipo de muestreo:

Dirigido y puntual a las diferentes marcas comercializadas en el supermercado ubicado en la avenida olímpica de la zona metropolitana de San Salvador. Ya que este cuenta con mayor cantidad de marcas.

4.4 Parte experimental

a) Recolección de la muestra

- Se recolectaron 24 horas previas a la realización del análisis 3 frascos de yogur de cada marca para adultos y niños, la cantidad de la muestra es por criterio propio del investigador.

- Las muestras se almacenaron en refrigeración.

- Se trasladaron a temperatura ambiente las muestras recolectadas al laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

- Se realizó el análisis mediante el método de valoración complejométrica.

b) Estandarización de la solución valorante de EDTA 0.1 M con Carbonato de Calcio (CaCO_3) 0.1 M

- Previo a la estandarización preparo la solución valorante y la solución del patrón primario, estos procedimientos se encuentran en el Anexo N° 2.
- Se mide con pipeta volumétrica 10.0 mL del patrón primario de Carbonato de Calcio y colocarla en un Erlenmeyer de 250 mL.
- Se agregaron lentamente gotas de solución de hidróxido de sodio 4 N para llevar la solución a pH 12.
- Luego se agregó una mínima cantidad de indicador purpurato de amonio o murexida y se agito la solución.
- Se Lleno la bureta previamente ambientada con solución estándar de EDTA 0.1 M.
- Se titulo el patrón primario con la solución de EDTA que estaba en la bureta hasta que el color de la solución viro de rosado a violeta.
- Se realizaron 3 valoraciones.
-

c) Determinación de Magnesio.

- Se midieron 10.0 ml de yogur con pipeta volumétrica y se colocaron en un Erlenmeyer de 250 ml.

- Se agregaron gotas de solución buffer de cloruro de amonio-hidróxido de amonio hasta que la solución tuvo un pH 10. (se verifico con papel pH)
- Se agito la solución suavemente, manteniéndola tapada para evitar la evaporación del buffer amoniacal.
- Se añadió una mínima cantidad de indicador negro de eriocromo T.
- Se lleno la bureta con la solución de EDTA, teniendo la precaución de lavar con pequeñas porciones de su solución valorante.
- Se titulo con la solución de EDTA, procurando que la agitación fuera rápida y continua para evitar el cambio de pH, hasta que apareció un color azul verdoso por toda la solución.
- Se realizaron 3 valoraciones por cada muestra.

Este procedimiento fue utilizado de igual forma para el análisis de yogures de adultos y niños.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Diagnosticar las diferentes marcas de yogur líquido para adultos y niños comercializadas en un supermercado de la zona metropolitana de San Salvador.

A continuación, se muestra un cuadro con las diferentes marcas de yogur que se comercializan en los supermercados visitados, detallando el proceso realizado.

Cuadro N°1: Marcas de yogures comercializados en los supermercados visitados.

MARCA	ADULTOS		NIÑOS	
	Super Selectos	Walmart	Super Selectos	Walmart
Yes	X	X	X	X
Salud	X	X	X	X
Yoplait	X	X	X	X
Danone/ Danonino	X	X	X	X
Selectos	X			
Dos Pinos	X	X		
Gaymon´s	X	X		

Elaboración propia

Se visitaron dos supermercados de la zona metropolitana de San Salvador, el Super Selectos de la Avenida Olímpica y Walmart en la sucursal de la Escalón para constatar e identificar las diferentes marcas de yogur que comercializan para niños y adultos, obteniéndose las marcas reflejadas en el Cuadro N° 1, con base a esto se constató las marcas comunes que se venden en ambos supermercados, escogiéndose el Súper Selectos para obtener las muestras a

analizar ya que este cuenta con una marca propia haciendo un total de 11 marcas de cuales 7 eran de yogur para adultos y 4 de yogur para niños obteniéndose así una mayor cantidad de marcas que en Walmart y también ofreciendo precios más accesibles, donde se adquirieron 3 frascos de yogur líquido por cada marca tanto de adultos y niños.

5.2 Cuantificar el magnesio en yogures para adultos y niños mediante el método de valoración complejométrica.

Se muestra la Tabla N°2 que contiene valores de los miligramos de Magnesio encontrados en las diferentes marcas de yogur analizadas, además se presenta la Figura N° 5, en la cual se refleja la diferencia que existe entre cada marca en cuanto a los miligramos de magnesio.

Tabla N°2: Promedio de la cantidad de magnesio contenido en las diferentes marcas de yogures para adultos y niños.

YOGURES PARA ADULTOS		YOGURES PARA NIÑOS	
Marca	Miligramos de magnesio por cada 100 gramos de yogur*	Marca	Miligramos de magnesio por cada 100 gramos de yogur*
Yoplait	14.65	Yoplait	9.06
Danone	10.09	Danonino	9.48
Yes	14.99	Yes Safari	8.41
Salud	18.83	Salud Kids	8.43
Selectos	19.75	N/A**	
Gaymon's	18.53	N/A**	
Dos Pinos	21.71	N/A**	

*Ver Anexo N° 3; **No Aplica. Tabla de elaboración propia.

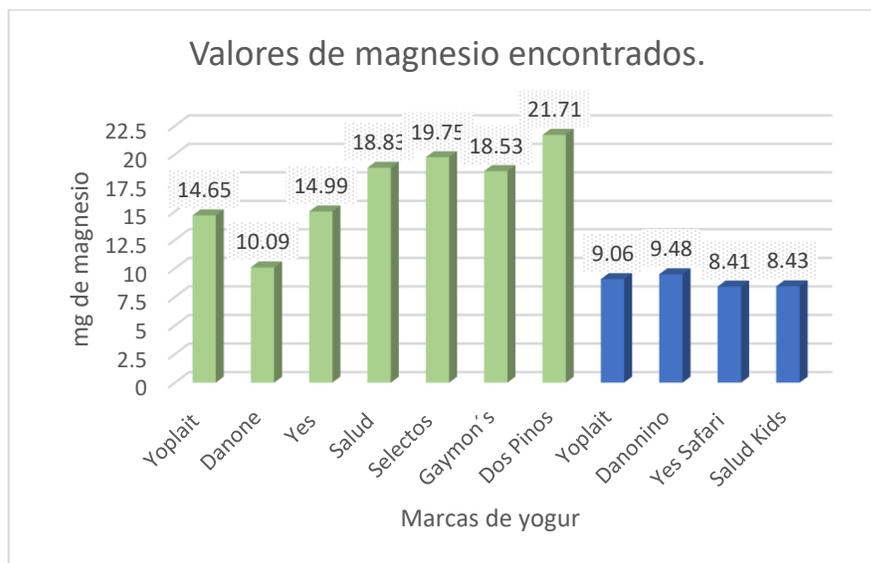


Figura N° 5: Representación gráfica del promedio de los mg de Magnesio encontrados por cada marca tanto en yogures para adultos (verde) y niños (azul)

Para dar cumplimiento a este objetivo se adquirieron 33 frascos en total, de los cuales 21 corresponden al yogur de adulto y 12 al yogur para niños donde se tomaron 3 frascos de cada marca según el Cuadro N°1; las cuales fueron analizadas por triplicado haciendo un total de 99 análisis.

En la Tabla N°1 y Figura N°1 tenemos los miligramos promedio de magnesio obtenidos para cada marca de yogur analizada tanto para adultos y niños, donde se puede observar que el yogur que contiene la mayor cantidad de magnesio en adultos es “Dos Pinos” y en niños es la marca “Danonino”.

Las marcas de yogur para adulto ordenadas de mayor a menor contenido de magnesio son: Dos Pinos, Selectos, Salud, Gaymon's, Yes, Yoplait, Danone.

En el caso de las marcas de yogur para niños ordenados de mayor a menor contenido de magnesio son: Danonino, Yoplait, Salud Kids, Yes Safari.

5.3 Comparar los resultados experimentales con lo reportado en la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP)

En la Tabla N°3 se muestra la comparación entre el valor del magnesio contenidos en una porción de 100 g de yogur según el INCAP, con los resultados obtenidos en los frascos analizados, en la Figura N°6 se observa de mejor manera dicha comparación.

Tabla N° 3: Comparación de los resultados obtenidos con el valor recomendado por el INCAP (tabla de referencia en Anexo N° 6).

YOGURES PARA ADULTOS		YOGURES PARA NIÑOS		VALOR INCAP
Marca	Miligramos de magnesio por cada 100 gramos de yogur*	Marca	Miligramos de magnesio por cada 100 gramos de yogur*	
Yoplait	14.65	Yoplait	9.06	13 mg de Magnesio por cada 100g de producto.
Danone	10.09	Danonino	9.48	
Yes	14.99	Yes Safari	8.41	
Salud	18.83	Salud Kids	8.43	
Selectos	19.75	N/A**		
Gaymon's	18.53	N/A**		
Dos Pinos	21.71	N/A**		

*Ver Anexo N° 3; **No Aplica. Tabla de elaboración propia.

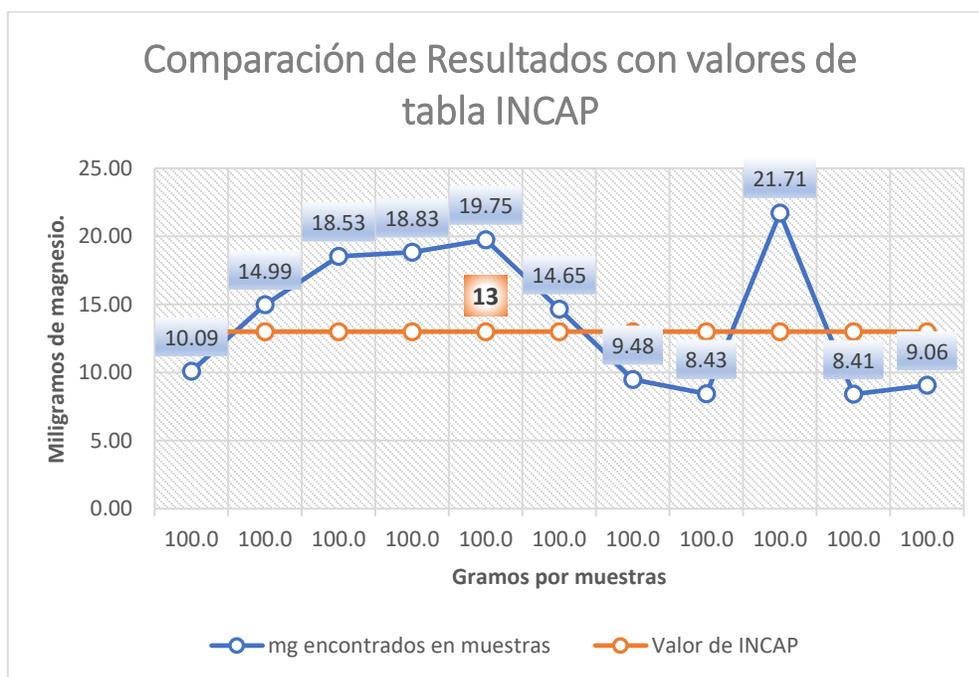


Figura N° 6. Comparación de resultados experimentales contra el valor establecido por el INCAP para 100 gramos de muestra.

Se hace una comparación entre los datos obtenidos experimentalmente en la cuantificación de magnesio en las marcas de yogures analizadas, con el valor registrado en la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), además la FIG N°6 permite apreciar de mejor manera la cercanía que existe entre los valores reales con el de referencia.

La tabla del INCAP no especifica valores de magnesio que debe contener un yogur para adulto o niño, en la TABLA N°3 podemos apreciar que 6 marcas para adultos sobrepasan el valor del INCAP y uno está por debajo, con respecto a los yogures para niños ninguno sobrepasa lo establecido por el INCAP.

5.4 Calcular el porcentaje de magnesio que aporta una porción de 100 g de yogur de las marcas analizadas, en relación a los valores requeridos en la dieta diaria.

A continuación, se presenta la Tabla N°3 la cual contiene el porcentaje Magnesio que aporta una porción de yogur de las marcas analizadas a la dieta diaria en relación a los valores registrados de requerimientos de Magnesio en los diferentes rangos de edades según el Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos.

Tabla N°4: Porcentaje de Magnesio que aporta una porción de yogur a la dieta diaria de acuerdo a la edad y marca de yogur analizada.

Marca de yogur	% de Magnesio que aporta una porción de yogur en los adolescentes (de 14 a 18 años)	% de Magnesio que aporta una porción de yogur en los adultos	Marca de yogur	% de Magnesio que aporta una porción de yogur en los niños (de 1 a 13 años)
Yoplait	3.81	3.96	Yoplait	6.04
Danone	2.62	2.73	Danonino	6.32
Yes	3.89	4.05	Yes Safari	5.61
Salud	4.89	5.09	Salud Kids	5.62
Selectos	5.13	5.34	N/A	N/A
Gaymon´s	4.81	5.01	N/A	N/A
Dos Pinos	5.64	5.87	N/A	N/A

Tabla de elaboración propia.

Para darle cumplimiento a este objetivo se tomaron como referencia las cantidades de magnesio recomendadas por día de acuerdo al Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos (Ver Tabla N° 1). A partir de los valores experimentales de la Tabla N°2, se calcularon los porcentajes que aporta una porción de yogur que se muestran en la Tabla N°4, lo cual indica que consumir una porción de yogur puede aportar de un 2% a un 6% dependiendo de la edad y marca de yogur. (Ver Anexo N° 4)

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. La marca de yogur para adultos con mayor contenido de magnesio es Dos pinos (21.71mg/100g) y la marca con menor cantidad es Danone (10.09mg/100g); en el caso de los yogures para niños la marca que presenta mayor cantidad es Danonino (9.48mg/100g) y la de menor cantidad es Yes Safari (8.41mg/100g).
2. De las siete marcas de yogur para adulto analizadas seis presentan un valor de miligramos de Magnesio superior al valor reportado por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), siendo únicamente la marca Danone la que presenta valores inferiores. En el caso de los yogures para niño todas las marcas presentan valores inferiores al valor de referencia.
3. Respecto a los resultados obtenidos en la cuantificación de magnesio (Tabla N° 2) de las marcas analizadas con lo reportado en la dieta diaria para el consumo de magnesio (Tabla N°1) una porción de 100 g de yogur para adolescentes y adultos aporta aproximadamente de un 2% a un 5%. En el caso de los yogures para niños aportan aproximadamente de un 5% a un 6%. (Tabla N° 4).
4. El consumo de alimentos ricos en magnesio no es muy común, por lo tanto, al consumir yogur representa un aporte de magnesio muy importante.
5. El método de análisis complejométrico es una opción viable para la cuantificación de diferentes tipos de metales con fines de aprendizaje, alternativos y de aplicación a la industria alimentaria.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. A los organismos nacionales e internacionales responsables de establecer normativas, que establezcan los límites permitidos de magnesio en yogures de niño y de adultos.
2. Realizar el análisis de magnesio en yogur por el método de absorción atómica para comparar los resultados con el método de análisis complejométrico.
3. A las cátedras o asignaturas, que se implemente y realicen análisis de alimentos que se implemente este tipo de análisis como practica de laboratorio ya que el método es confiable y es una alternativa.
4. Que en futuros trabajos de investigación se evalúe, la cantidad de magnesio que aportan productos lácteos y así poder determinar que cantidad de estos se debe consumir para completar el requerimiento diario para adultos y niños.
5. Implementar proyectos en conjunto con diversos comités como COSAM, Seguridad Alimentaria y otros, para promover la importancia del magnesio y otros elementos en la salud.

BIBLIOGRAFIA

1. Yogur. 2018 Nanopdf.com. [citado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: https://nanopdf.com/download/yogur_pdf
2. Babio N, Mena-Sánchez G, Salas-Salvadó J. Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? Nutr Hosp. 2017 [citado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112017001000006
3. Redalyc.org. Red de revistas científicas [citado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org>
4. Magnesio (Mg) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente [Internet]. Lenntech.es. [Citado el 6 de abril del 2022]. Disponible en: <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/mg.htm>
5. Miyahira J. Magnesio, un electrolito algo olvidado. Rev Medica Hered [Internet]. 2018 [citado el 6 de abril de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018130X2018000200001&script=sci_arttext&tlng=pt
6. Angulo AC. ¿Qué es el Magnesio? Propiedades y beneficios [Internet]. Farmacia Angulo. 2020 [citado el 6 de abril de 2022]. Disponible en: <https://nutricionyfarmacia.es/blog/nutricion/minerales/que-es-elmagnesio-propiedades-y-beneficios/>
7. Magnesio [Internet]. Nih.gov. [citado el 6 de abril de 2022]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-DatosEnEspañol/>

8. Facultad de Química y Farmacia. Manual de laboratorio de Química Analítica Cuantitativa. Facultad de Química Y Farmacia: Universidad de El Salvador; 2017.
9. González Arteaga A. Determinación de la concentración de magnesio en algunos alimentos consumidos en el Azuay. 2012. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2476>
10. López H, Oropeza I, Betancourt C. Determinación de la concentración de calcio, magnesio y potasio en leche líquida de tres marcas comerciales, empleando la técnica de espectroscopia atómica. Rev investig educ. 2017. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142017000100009
11. Silva Trejos P, Valverde Montero E. Validación de la metodología de cuantificación del magnesio por espectroscopia de absorción atómica de llama en la canasta básica de Costa Rica. Rev costarric salud pública. 2010. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292010000100007

ANEXOS

ANEXO N° 1

MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

a) Materiales:

- Erlenmeyer 250 mL
- Probeta de 25 mL
- Balones volumétricos de 50.0, 100.0 y 250.0 mL
- Agitador
- Pipeta volumétrica de 10.0 mL
- Bureta de 50 mL
- Soporte para bureta (completo)

b) Equipos:

- Balanza analítica
- Estufa

c) Reactivos:

- Cloruro de amonio solido
- Hidróxido de amonio concentrado
- Carbonato de calcio solido
- Ácido etilendiaminotetracético sal disódica (EDTA) solido.
- Indicador negro de eriocromo T solido
- Indicador murexida o purpurato de amonio solido
- Hidróxido de sodio solido
- Ácido clorhídrico concentrado.

ANEXO N° 2

PROCEDIMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE REACTIVOS

A. Preparación de la solución valorante de sal disódica del ácido etilendiaminotetracético (EDTA) 0.1 M.

Disolver los gramos de sal disódica del ácido etilendiaminotetracético calculados para preparar 250 mL de solución 0.1 M y agregarle 0.01g de cloruro de magnesio hexahidratado, agregar agua destilada, mezclar bien para disolver y aforar a 250 mL.

Cálculos:

$$M = n/v \rightarrow n = M \cdot v$$

$$\text{Masa molar del EDTA: } 292.2438 \text{ g/mol}$$

$$n = (0.1) (250 \text{ mL}) = 0.025 \text{ moles} * 292.2438 \text{ g/mol}$$

$$g = 7.30 \text{ g de EDTA}$$

B. Preparación del patrón primario de carbonato de calcio 0.1 M.

Pesar la cantidad calculada del Carbonato de Calcio reactivo analítico puro previamente desecado, colocarlo en un beaker de 30 mL y disolverlo con 10 gotas de ácido clorhídrico 3N. Cuando se haya disuelto completamente, diluir a 30 mL con agua destilada libre de CO₂, transferir a un balón de 50 mL y aforar con agua libre de CO₂. Esta solución se utilizará para estandarizar la solución de EDTA 0.1M.

Cálculos:

$$M = n/v \rightarrow n = M \cdot v$$

$$\text{Masa molar del CaCO}_3: 100.0869 \text{ g/mol}$$

$$n = (0.1) (50 \text{ mL}) = 0.005 \text{ moles} * 100.0869 \text{ g/mol}$$

$$g = 0.5 \text{ g de CaCO}_3$$

$$g (\text{real}) = 0.5035 \text{ g}$$

C. Preparación del buffer de cloruro de amonio- hidróxido de amonio.

Medir 57mL de amoniaco y 6.75 g de su cloruro de amonio salino por cada litro de disolvente acuoso.

D. Preparación del indicador Negro de Eriocromo T.

Pesar aproximadamente 0.5g de solido de eriocromo T, luego añadir aproximadamente 50mL de alcohol etílico al 95% y agitar hasta que el sólido este disuelto completamente.

Luego pesar 4.5g de clorhidrato de hidroxilamina y agregarlo a la mezcla anterior, agitar hasta completa disolución. Transferir a un balón volumétrico de 100mL y aforar. Posteriormente colocarlo en un frasco gotero y rotular.

E. Preparación del indicador Murexida o purpurato de amonio.

Disolver 150mg de colorante (sal común del ácido purpúrico) en 100g de etilenglicol.

F. Preparación de Hidróxido de Sodio 4N

Pesar 8g de Hidróxido de Sodio y colocarlos en un balón volumétrico de 50mL, agregar lentamente agua destilada para disolver el NaOH, la solución se calentará ya que se efectúa una reacción exotérmica, por lo tanto, se debe enfriar por fuera del balón volumétrico y seguir agregando agua destilada sin llegar al nivel de aforo, dejar que la temperatura llegue a 25°C y terminar de aforar.

G. Preparación de Ácido Clorhídrico 3N

Medir 12.3mL de Ácido Clorhídrico y pasarlos a un balón volumétrico de 50mL que contenga aproximadamente unos 10mL de agua destilada libre de CO₂, dejando caer el ácido lentamente por las paredes del balón sobre el agua, ya que la reacción es muy exotérmica. Aforar con agua destilada, moviendo suavemente el balón con movimientos circulares, tapar y homogenizar.

ANEXO N° 3

**RESULTADOS DEL CONTENIDO DE MAGNESIO EN LAS MUESTRAS
ANALIZADAS.**

Tabla N°5: Datos obtenidos experimentalmente por cada marca de yogures para adultos.

Muestra	Miligramos de Magnesio por cada 100 gramos de yogur						
	Yoplait	Danone	Yes	Salud	Selectos	Gaymon´s	Dos Pinos
M ₁	14.38	9.30	15.32	18.07	20.11	19.47	25.66
M ₁	14.86	9.85	14.73	18.69	20.76	19.47	22.37
M ₁	14.38	9.85	14.73	19.32	19.47	14.27	22.37
M ₂	14.86	10.94	14.73	19.94	20.11	16.22	20.40
M ₂	14.86	10.39	15.32	18.07	20.11	18.82	21.71
M ₂	14.38	10.39	15.32	18.69	20.11	18.82	21.06
M ₃	13.90	9.85	14.73	19.32	18.17	20.76	19.08
M ₃	15.34	9.85	15.32	18.07	19.47	20.11	21.71
M ₃	14.86	10.39	14.73	19.32	19.47	18.82	21.06

Elaboración propia.

Tabla N°6: Datos obtenidos experimentalmente por cada marca de yogures para niños.

Muestra	Miligramos de Magnesio por cada 100 gramos de yogur			
	Yoplait	Danonino	Yes Safari	Salud Kids
M ₁	12.97	9.12	8.57	8.54
M ₁	8.21	9.71	7.82	8.02
M ₁	8.74	8.83	9.08	8.28
M ₂	8.47	9.41	8.07	7.76
M ₂	7.68	9.41	8.83	8.80
M ₂	8.21	9.12	8.57	9.06
M ₃	9.27	10.00	7.82	8.54
M ₃	8.74	10.00	8.57	8.28
M ₃	9.27	9.71	8.32	8.54

Elaboración propia.

Ejemplo de los cálculos realizados para obtener los miligramos de magnesio contenidos en las muestras:

5.0 Calculo para obtener la normalidad real del EDTA

$$N_{\text{real (EDTA)}} = \frac{g_{\text{CaCO}_3}}{V_{(L)}} \cdot PM_{\text{CaCO}_3}$$

$$N_{\text{real (EDTA)}} = 0.1089$$

6.0 Calculo para encontrar los miligramos de Magnesio contenidos en la muestra de yogur.

mg de Mg = $V(\text{mL}) \cdot N_{\text{real (EDTA)}} \cdot PM(\text{Mg}) / \text{kg de yogur contenidos en el frasco}$

Donde:

V = Mililitros de EDTA gastados

N = Normalidad real del EDTA

PM = Peso molecular del magnesio

Ejemplo:

$$\text{mg de Mg} = \frac{3.0 \cdot 0.1089 \cdot 24.312}{0.235} = 33.80 \text{mg}$$

7.0 Calculo para obtener los miligramos de Magnesio contenidos en 100g de yogur.

X = mg encontrados en Ecuación 2 * 100g / g contenidos en frasco de muestra

Ejemplo:

$$X = \frac{33.80 \text{mg} \cdot 100 \text{g}}{235 \text{g}}$$

X = 14.38 mg de magnesio en 100g de yogur

ANEXO N° 4

PORCENTAJE DE MAGNESIO QUE APORTA UNA PORCION DE YOGUR DEPENDIENDO DE LA MARCA Y DE LA EDAD DE LA PERSONA QUE LO CONSUMA EN BASE AL REQUERIMIENTO DIARIO.

Para realizar estos cálculos se tomaron 3 categorías, niños (de 1 a 13 años), adolescentes (de 14 a 18 años) y adultos.

En base a los datos de la Tabla N° 1 se obtuvo un valor promedio de magnesio requerido por cada categoría.

Ejemplo:

Para niños de 1 a 13 años el valor promedio de magnesio requerido en la dieta diaria se obtiene de la siguiente manera $(80+130+240) / 3$ (Tabla N°1), dando un valor de 150 mg.

Luego se hace una relación con el valor promedio de la cantidad de magnesio encontrada en cada marca de yogur (Tabla N° 2)

Ejemplo:

Tomando el valor obtenido en el ejemplo anterior tenemos que:

150 mg será el 100%

Y tomamos el valor promedio de la marca Yoplait para niños de la Tabla N°2, el cual es 9.06 mg, la relación quedaría de la siguiente manera:

150 mg -----100% $X = (9.06 \text{ mg} * 100\%) / 150 \text{ mg}$

9.06 mg ---- X

$X = 6.04 \%$ (porcentaje de Mg que aporta una porción de yogur Yoplait al requerimiento diario)

ANEXO N° 5

FOTOGRAFIAS DE LA PARTE EXPERIMENTAL



Figura N°7. Marcas para adulto muestreadas para análisis.



Figura N°8. Marcas para niños muestreadas para análisis.



Figura N°9. Comparación de coloración de muestra con indicador (Izquierda) y punto final (derecha).



Figura N°10. Comparación de medición de pH, muestra sin buffer (Izquierda) y muestra con buffer (Derecha)



Figura N°11. Escala del papel pH

Fotografías de autoría propia.

ANEXO N° 6

VALOR DE REFERENCIA DEL INCAP



Figura N°12. Portada de la segunda edición año 2012, INCAP

Código	NOMBRE	Agua	Energía	Proteína	Grasas Total	Carbo- hidratos	Fibra Diet. total	Cenizas	Calcio	Fósforo	Hierro	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vit. C	Vit. A Equiv. Retinol	Ác. grasos mono-insat.	Ác. grasos poli-insat.	Ác. grasos saturados	Colesterol	Potasio	Sodio	Zinc	Magnesio	Vit. B6	Vit. B12	Ác. Fólico	Folato Equiv. FD	Fracción Comestible
		%	Kcal.	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mcg	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	mcg	mcg	mcg	mcg	%
1064	QUESO TIPO RICOTTA, DESCREMADO	74.41	138	11.39	7.91	5.14	0.00	1.15	272	183	0.44	0.02	0.19	0.08	0	107	2.31	0.26	4.93	31	125	125	1.34	15	0.02	0.29	0	13	1.00
1065	QUESO TIPO RICOTTA, LECHE INTEGRAL	71.70	174	11.26	12.98	3.04	0.00	1.02	207	158	0.38	0.01	0.19	0.10	0	120	3.63	0.38	8.30	51	105	84	1.16	11	0.04	0.34	0	12	1.00
1039	QUESO TIPO SUIZO	42.31	334	24.73	25.01	2.10	0.00	5.85	772	762	0.61	0.01	0.28	0.04	0	198	7.05	0.62	16.05	85	216	1370	3.61	29	0.04	1.23	0	6	1.00
1057	QUESO TIPO SUIZO, BAJO EN GRASA	59.60	179	28.40	5.10	3.40	0.00	3.50	961	605	0.17	0.02	0.36	0.09	0	40	1.35	0.18	3.30	35	111	260	3.90	36	0.08	1.68	0	6	1.00
1066	SUERO ÁCIDO DE LECHE	93.42	24	0.76	0.09	5.12	0.00	0.61	103	78	0.08	0.04	0.14	0.08	0	2	0.03	0.00	0.06	1	143	48	0.43	10	0.04	0.18	0	2	1.00
1067	SUERO DULCE DE LECHE	93.12	27	0.85	0.36	5.14	0.00	0.53	47	46	0.06	0.04	0.16	0.07	0	3	0.10	0.01	0.23	2	161	54	0.13	8	0.03	0.28	0	1	1.00
1040	YOGURT, LECHE DESCREMADA, NATURAL	85.23	56	5.73	0.18	7.68	0.00	1.18	199	157	0.09	0.05	0.23	0.12	1	2	0.05	0.00	0.12	2	255	77	0.97	19	0.05	0.61	0	12	1.00
1068	YOGURT, LECHE DESCREMADA, SABOR CHOCOLATE	71.57	112	3.53	0.00	23.53	1.20	1.37	88	166	0.42	0.05	0.22	0.22	0	0	0.00	0.00	0.00	1	339	135	1.13	40	0.05	0.50	0	12	1.00
1042	YOGURT, LECHE DESCREMADA, SABOR FRUTAS	75.30	99	3.98	1.15	18.64	0.00	0.93	138	109	0.06	0.03	0.16	0.09	1	11	0.32	0.03	0.74	5	177	53	0.67	13	0.04	0.43	0	9	1.00
1041	YOGURT, LECHE INTEGRAL, NATURAL	87.90	61	3.47	3.25	4.66	0.00	0.72	121	95	0.05	0.03	0.14	0.08	1	27	0.89	0.09	2.10	13	155	46	0.59	12	0.03	0.37	0	7	1.00

Figura N°13. Tabla de referencia del INCAP.

ANEXO N°7

MAPA DE LOCALIZACION DE SUPERMERCADOS VISITADOS DURANTE EL SONDEO DE LAS MARCAS DISPONIBLES.

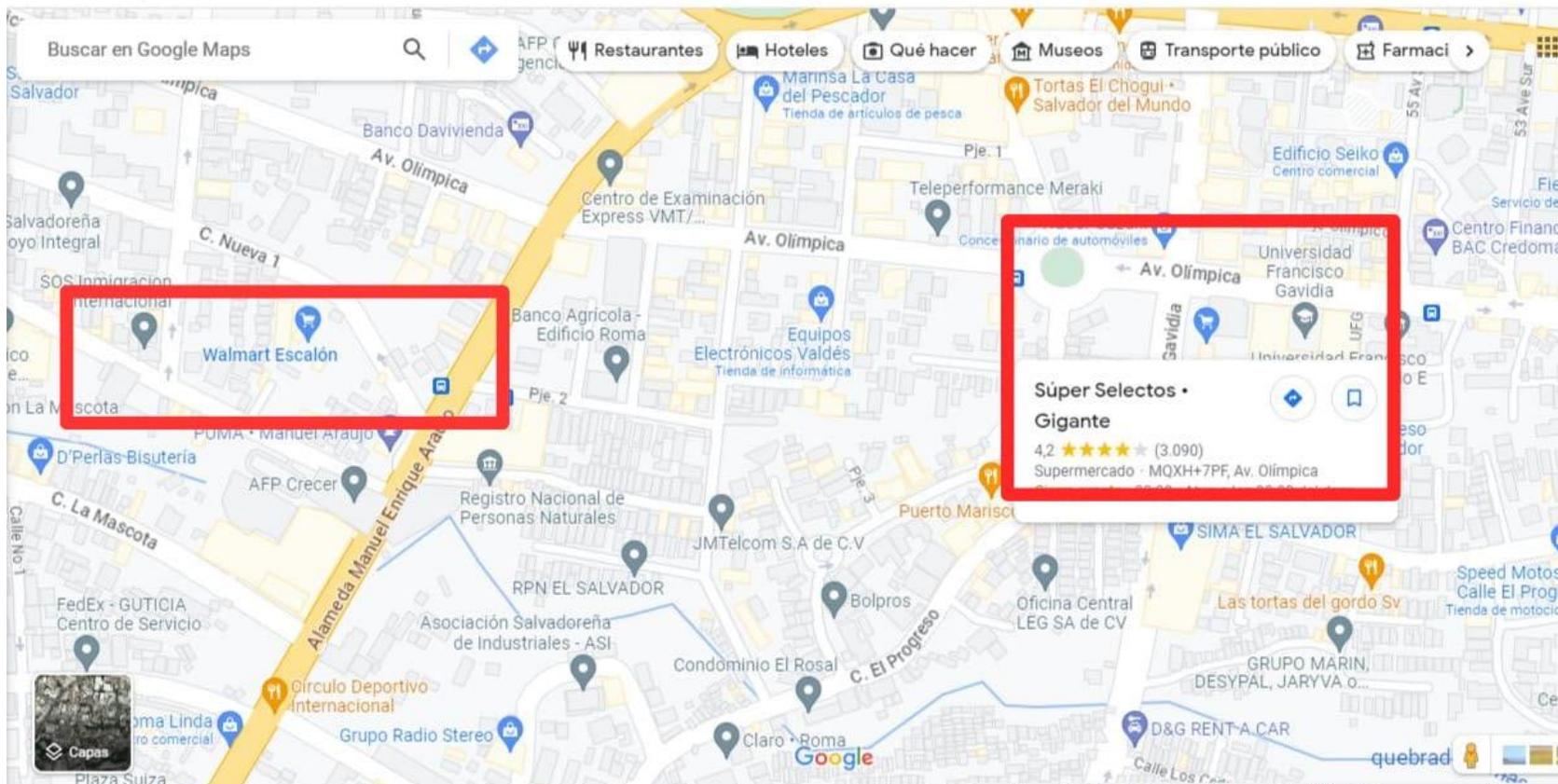


Imagen de autoría propia tomada del mapa en Internet