

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



VERIFICACION DEL MAGNESIO PRESENTE EN LA LECHE ENTERA EN  
POLVO COMERCIALIZADA EN SUPERMERCADOS DE LA ZONA  
METROPOLITANA DE SAN SALVADOR

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACION

PRESENTADO POR

DORA ALICIA ALAS RAMIREZ

KATHYA MARGARITA LANDAVERDE LINARES

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

MAYO 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS BENITEZ

**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**

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

**TRIBUNAL EVALUADOR**

**ASESORA DE AREA EN CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS  
FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS**

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

**ASESORA DE AREA EN INDUSTRIA FARMACEUTICA, COSMETICA Y  
VETERINARIOS**

Licda. Corina Ivette Interiano Ramírez

**DOCENTE ASESOR**

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirnos llegar al final de esta etapa universitaria y darnos la oportunidad de cumplir uno de nuestros más grandes sueños.

A nuestra familia, por apoyarnos en cada etapa de la carrera, por nunca dejarnos solas, son nuestra motivación para seguir adelante, de ustedes es este logro y nuestro agradecimiento.

A nuestro asesor, Licenciado Guillermo Castillo, sin su ayuda e interés no hubiera sido posible la elaboración de esta investigación, gracias por todo el tiempo que dedicó y el conocimiento que nos brindó a lo largo del mismo.

Al tribunal evaluador, Licenciada Zenia Arévalo y Licenciada Corina Interiano, por guiarnos y ayudarnos a mejorar en cada aspecto de esta investigación.

A Licenciado Jorge Alberto Carranza, del Laboratorio de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia por su apoyo en la realización de la parte experimental de esta investigación.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera nos han apoyado,

Muchas gracias.

## DEDICATORIA

A Dios, lo que soy y lo que puedo llegar a ser, se lo debo a Él.

A mamá y papá, cuando los veo sonreír, olvido lo difícil que fue, por ustedes lo haría mil veces más.

A Alicia, finalmente llegó el día en el que nos podemos abrazar y sentirnos orgullosas de nosotras mismas.

A Emely y Susana, su amistad me hace bien.

Kathya Landaverde.

## **DEDICATORIA**

A Dios y a nuestra Madre Virgen María por guiarme, iluminarme y permitirme culminar uno de mis mayores sueños.

A mis padres Orlando Alas y Dora Ramírez, por ser el apoyo incondicional a lo largo de toda esta etapa universitaria, por los ánimos, comprensión, paciencia y amor que siempre me brindan, infinitas gracias porque sin ustedes, jamás lo hubiera logrado.

A mi hermano Javier Alas, por siempre velar por mi bienestar y felicidad, por apoyarme y motivarme cada día a continuar.

A mi amiga y compañera Kathy, por aceptar este reto y luchar día a día hasta el final, a pesar de las dificultades siempre estuvimos juntas, nunca nos rendimos y eso hace de nosotras un gran equipo.

A Lic. Guillermo Castillo, por aceptar ser nuestro asesor, por compartirnos su conocimiento, por su tiempo, paciencia y dedicación para que esta investigación culminara de la mejor manera.

Alicia Alas

## INDICE GENERAL

	Pág N°
RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 INTRODUCCION	xvii
CAPITULO II	
2.0 OBJETIVOS	
2.1. OBJETIVO GENERAL	
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	
CAPITULO III	
3.0 MARCO TEORICO	21
3.1 La leche	21
3.1.1 Obtención	21
3.1.2 Propiedades físico-químicas de la leche	21
3.1.3 Composición de la leche	23
3.1.4 Componentes indeseables en la leche	28
3.1.5 Procesos industriales	29
3.1.6 Variaciones en la composición de la leche	30
3.1.7 Beneficios para la salud	30
3.1.8 Presentaciones en el mercado	31
3.1.9 Leche en polvo	32
3.1.10 Elaboración de la leche en polvo	32
3.1.11 Ventajas leche en polvo respecto a la leche líquida	35

3.1.12 Desventajas de la leche en polvo	35
3.1.14 Duración de la leche en polvo	36
3.1.15 Características de la leche en polvo	36
3.2 Magnesio	36
3.2.1 Papel biológico	37
3.2.2 Abundancia y obtención	37
3.2.3 Fuentes alimenticias	39
3.2.4 Efectos secundarios	39
3.2.5 Beneficios del magnesio	40
3.3 Titulaciones en química analítica	40
3.3.1 Titulaciones complejométricas	40
3.3.2 Formación de complejos	41
3.3.3 Curvas de valoraciones complejométricas	41
3.3.4 Valoraciones con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)	43
3.3.5 Indicadores para las valoraciones con EDTA	43
CAPITULO IV	
4.0 DISEÑO METODOLOGICO	46
4.1 Tipo de estudio:	46
4.2 Investigación bibliográfica	46
4.3 Investigación de campo:	47
4.PARTE EXPERIMENTAL	48
4.4.1 Realizar un diagnóstico de las diferentes marcas de leche entera en polvo distribuidas en las dos cadenas de supermercados más grandes de la Zona Metropolitana de San Salvador.	48



4.4.2	Cuantificar el magnesio contenido en la leche entera en polvo y leche entera fluida mediante el método de valoración complejométrica	48
4.4.2.1	Preparación de 250mL de solución valorante de sal disódica del ácido etilendiaminotetracético (EDTA) 0.1 M	49
4.4.2.2	Preparación de la solución estándar primario de carbonato de calcio 0.1M	49
4.4.2.3	Preparación de la muestra	51
4.4.2.4	Estandarización de la solución valorante de EDTA 0.1M con CaCO <sub>3</sub> 0.1M	52
4.4.2.5	Determinación de magnesio en leche entera en polvo	54
4.4.2.6	Determinación de magnesio en leche entera fluida	56
4.4.2.7	Comparar el magnesio presente en la leche entera en polvo y leche entera fluida UHT (sin refrigerar) de la misma marca, con lo establecido en el INCAP	56

## CAPITULO V

5.0	RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	57
5.1	Realizar un diagnóstico de las diferentes marcas de leche entera polvo distribuidas en las dos cadenas de supermercado de la zona metropolitana de San Salvador.	59
5.2	Cuantificar el magnesio contenido en la leche entera en polvo y leche entera fluida mediante el método de valoración complejométrica.	59
5.2.1	Determinación de miligramos de magnesio en 100g de leche entera en polvo.	59
5.2.2	Determinación de porcentaje de magnesio en leche entera en polvo	62

5.2.3 Determinación de miligramos de magnesio en 100g de leche entera fluida	63
5.2.4 Determinación de porcentaje de magnesio en leche entera fluida	65
5.3 Comparar el magnesio presente en la leche entera en polvo y leche entera líquida UHT (sin refrigerar) de la misma marca, con lo establecido en el INCAP	68
CAPITULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	73
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Proceso de elaboración de la leche	35
2	Curva de valoración complejométrica	42
3	Fórmula estructural del EDTA	43
4	Gráfico de valoraciones de metales	44
5	Preparación de la solución valorante de EDTA	49
6	Preparación de la solución estándar primario.	50
7	Preparación de la muestra	51
8	Estandarización de la solución valorante con $\text{CaCO}_3$	53
9	Determinación de magnesio en leche entera en polvo	55
10	Determinación de magnesio en leche entera fluida	56
11	Representación gráfica del porcentaje de magnesio cuantificado en muestras de leche entera en polvo.	64
12	Representación gráfica del porcentaje de magnesio cuantificado en muestras de leche entera fluida.	68
13	Gráfico de dispersión de los mg de magnesio para leche entera en polvo experimentales comparados con los mg reportados por el INCAP.	70
14	Gráfico de dispersión de los mg de magnesio para leche entera fluida experimentales comparados con los mg reportados por el INCAP.	69

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág. N°
1 Instrumento de recolección de datos	48
2 Diagnóstico de las marcas de leche entera en polvo y leche entera fluida realizado en los supermercados Super Selectos y Walmart	58

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Proteínas séricas y sus funciones	24
2	Carbohidratos de la leche	26
3	Propiedades del Magnesio	37
4	Datos experimentales obtenidos en la cuantificación de magnesio en muestras de leche entera en polvo	61
5	Datos experimentales obtenidos en la cuantificación de magnesio en muestras de leche entera fluida.	65
6	Magnesio calculado para leche entera en polvo comparado con lo reportado en el INCAP.	69
7	Cantidad de magnesio calculado por cada 100g de porción de leche entera fluida comparada con lo reportado en el INCAP.	67

## **INDICE DE ANEXOS**

### **ANEXO N°**

- 1 Códigos utilizados para marcas de leche entera en polvo y fluida
- 2 Determinación de densidad para leche entera fluida a 22°C
- 3 Determinación de miligramos de magnesio en 100 g de leche entera en polvo y leche entera fluida
- 4 Determinación de porcentaje de magnesio en leche entera en polvo y leche entera fluida
- 5 Fotografías
- 6 Capturas documento INCAP
- 7 Listado de equipo, cristalería y reactivos

## RESUMEN

La presente investigación surgió a partir de la falta de datos en las Normas Salvadoreñas Obligatorias (leche fluida NSO 67.01.02:96 y para leche en polvo (NSO 67.01.05:95) acerca del contenido de magnesio en leche, en dónde, la investigación inició haciendo un diagnóstico de todas las marcas de leche entera en polvo y leche entera fluida comercializadas en los Supermercados más grandes del país, posteriormente, se realizó la compra de todas las marcas de leche entera en polvo comercializadas en dichos supermercados y de éstas, se seleccionaron también las que contaron con presentación de leche entera fluida.

Las muestras se analizaron por triplicado mediante el método de valoración complejométrica utilizando como valorante el ácido etilendiaminotetraacético y usando como indicador negro de eriocromo, dicho análisis se realizó en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en el período de Marzo 2022 a Marzo 2023, los datos obtenidos se compararon con los valores establecidos en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, en dónde se verificó que todas las muestras de leche contienen magnesio, siendo para la leche entera en polvo el código LEP07 el que más se acerca al valor establecido con 82.18 mg Mg/100g y el código LEP02 el valor que más se aleja con 59.40 mg Mg/100g; en cuanto a la leche entera fluida el código LEF01 es el que más se acerca al valor establecido con 9.71mg Mg/100g.

Debido a la variabilidad de datos de acuerdo a lo que establece el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá por cada 100g de porción, se recomienda verificar los valores de magnesio presentes en leches enteras en polvo y fluidas, para incluirlos en las Normas Salvadoreñas Obligatorias (leche fluida NSO 67.01.02:96 y para leche en polvo NSO 67.01.05:95) y además validar este método analítico utilizando un mayor número de muestras y tomar en cuenta otras marcas y/o supermercados.

**CAPITULO I  
INTRODUCCION**



## 1.0 INTRODUCCION

La leche es esencial en la vida humana, especialmente en los primeros meses, ya que es rica en nutrientes. Existen varias presentaciones de leche en el mercado, y aproximadamente el 1% de los componentes de la leche son minerales, como calcio, fósforo, zinc y magnesio.

Esta investigación es importante debido a que las Normas Salvadoreñas Obligatorias para leche pasteurizada fluida y en polvo (NSO 67.01.02:96 y NSO 67.01.05:95, respectivamente), no establecen la cantidad de magnesio que debe contener la leche por porción. Por lo tanto, se realizó este estudio para determinar la cantidad de magnesio presente en la leche entera en polvo y compararla con los estándares establecidos por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Se analizaron ocho marcas de leche entera en polvo y dos marcas de leche entera fluida que se distribuyen en el país en dos grandes cadenas de Supermercados y de esta manera asegurar la calidad de los productos consumidos por la población salvadoreña. Se utilizó el método de titulación complejométrica con el indicador negro de eriocromo. las muestras se analizaron por triplicado, en los Laboratorios de la Cátedra de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, en el período de Marzo 2022 a Marzo 2023. Los resultados mostraron que para la leche entera en polvo con código LEP07 se acercó más al valor establecido con 82.18 mg Mg/100g mientras que el código LEP02 se alejó más del valor, con 59.40 mg Mg/100g. En cuanto a la leche entera fluida, el código LEF01 se acercó más al valor establecido con 9.71mg Mg/100g.

Este estudio demostró que todas las marcas analizadas de leche contienen magnesio. Por lo tanto, se recomienda el uso del método de valoración complejométrica para este tipo de análisis.

**CAPITULO II**  
**OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Verificar el Magnesio presente en la leche entera en polvo comercializada en supermercados de la Zona Metropolitana de San Salvador.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 2.2.1 Realizar un diagnóstico de las diferentes marcas de leche entera en polvo distribuidas en las dos cadenas de supermercados más grandes de la Zona Metropolitana de San Salvador.
- 2.2.2 Cuantificar el magnesio contenido en la leche entera en polvo y leche entera fluida mediante el método de valoración complejométrica.
- 2.2.3 Comparar el magnesio presente en la leche entera en polvo y leche entera fluida UHT (sin refrigerar) de la misma marca, con lo establecido en el INCAP.

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 La leche <sup>(1)</sup>

La leche cruda es un líquido de color blanco hasta amarillento, que se obtiene directamente de las glándulas mamarias y por sus altos contenidos nutricionales, ha adquirido una gran importancia en la alimentación humana.

En términos simples, se define leche como la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

##### 3.1.1 Obtención <sup>(2)</sup>

La leche, al ser un alimento fundamental, debe ordeñarse con métodos modernos e higiénicos de succión en los que no haya contacto físico con ella para evitar agregar más microorganismos que pueden ser perjudiciales. Además de ello, y dependiendo del uso que se le puede dar, por ejemplo un uso comercial, ésta puede pasar por una gran cantidad de procesos de depuración que aseguren su calidad sanitaria.

Los métodos de obtención de la leche pueden ser de tres formas distintas:

- Natural
- Manual
- Mecánico

##### 3.1.2 Propiedades físico-químicas de la leche <sup>(2)</sup>

Las propiedades de la leche por ser un producto biológico están definidas por su composición química como por su estructura física. El componente mayoritario de la leche es el agua la cual constituye la fase continua en la que se encuentran dispersos los glóbulos de grasa. En consecuencia, las propiedades de la leche son de un sistema acuoso.

- Color

Las micelas de caseína reflejan luz, lo que otorga el color blanco de la leche. Los carotenos de la grasa poseen diferentes grados de pigmento amarillo lo que le otorga a la crema su color amarillento característico. Esto varía con la raza de la vaca y con la alimentación.

- Densidad

Muchos factores afectan la densidad de la leche. La densidad de la leche entera depende del contenido de grasa y proteína. El agua posee una densidad de 1 g/ml, pero la densidad de la grasa es menor que la del agua y la de los sólidos no grasos es mayor que la del agua. Una muestra a 4°C con 3% de grasa podría tener una densidad de 1,0295 g/L mientras que la leche con un contenido de 4,5% posee una densidad de 1,0277 g/mL. El mantener la leche a diferentes temperaturas puede afectar la medición de la densidad.

- Punto de congelamiento

El punto de congelamiento de la leche se encuentra afectado por los sólidos disueltos. La sustancia disuelta que posee el mayor efecto en el punto de congelamiento es la lactosa, que se encuentra presente en cantidad más abundante.

- pH

La leche normal posee un pH de 6,6 a 6,8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo.

- Estabilidad al calentarse

La leche fresca puede tolerar calentamiento sin cambios en su estructura; solamente el calentamiento prolongado rompe las micelas de caseína y puede causar cambios en los azúcares de la leche. Una vez que el pH ha caído como

resultado del almacenamiento, es probable que la leche cambie cuando se calienta y que los sólidos se coagulen. <sup>(3)</sup>

### 3.1.3 Composición de la leche

La composición nutricional de la leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera y presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca entre otros. <sup>(4)</sup>

#### – El agua

El agua cumple el papel de ser la fase dispersante de todos los demás componentes que se encuentran en emulsión o suspensión. En primer lugar, las sustancias de estructura protéica se encuentran formando un coloide de tipo ya sea lióforo (como caseína y globulina) o de tipo liófilo (albúmina), mientras que componentes como lactosa o las diferentes sales que poseen se hallan en forma de solución. <sup>(3)</sup>

#### – Proteínas

Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). Históricamente, esta clasificación es debida al proceso de fabricación de queso, que consiste en la separación del cuajo de las proteínas séricas luego de que la leche se ha coagulado bajo la acción de la renina (una enzima digestiva colectada del estómago de los terneros).

#### – Caseína

La caseína es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas (a, b y *Kappa caseína*), en la leche también se encuentra la albúmina y la

globulina. El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimiocina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en el elaboración de quesos.(5)

– Proteínas séricas

Las proteínas séricas se encuentran en solución en la fracción acuosa de la leche, a diferencia de la caseína que se encuentra suspendida en micelas. La Tabla N°1 muestra las proteínas séricas y su función en la leche. Las proteínas séricas incluyen aquellas específicas para la leche y aquellas que se encuentran también en el suero. Las proteínas séricas generalmente se encuentran más afectadas por el calor y menos afectadas por los cambios de acidez que las caseínas.

Tabla N°1: Proteínas séricas y sus funciones <sup>(3)</sup>

Proteína	Función	Concentración (mg/litro)
$\alpha$ -lactalbúmina	Síntesis de lactosa	700
$\beta$ -lactoglobulina		3000
Albúmina		300
Inmunoglobulina	Protección inmune	600
Lactoferrina	Transportar hierro	18
Prolactina	Hormona	varía de acuerdo a la concentración sanguínea
Lactógeno placentario	Hormona	varía de acuerdo a la concentración sanguínea
Enzimas	Variable*	



- Globulinas

Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre. También es posible que parte se produzca en las células del parénquima mamario.

- Albúmina

Es la segunda proteína más abundante después de la caseína, con una cifra aproximada de 0.5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a los aumentos de la temperatura, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarse.

- Lactoferrina

La lactoferrina es una proteína, más específicamente una glicoproteína, presente en la leche y en el calostro. La función biológica de la lactoferrina es aumentar la absorción de hierro en el organismo favoreciendo su fijación.

- Prolactina

La prolactina es una hormona polipeptídica sintetizada y secretada principalmente por células especializadas de la hipófisis anterior denominadas lactotropos. <sup>(6)</sup>

La acción de la prolactina es a través del epitelio mamario en forma directa o factores de transcripción, semejante a la HC que actúa en forma directa en la glándula o indirectamente con producción de IGF-I local o producida en el hígado. Las células mamarias bovinas presentan receptores IGF-I y II, receptores de insulina y proteínas de unión IGF. <sup>(7)</sup>

- Enzimas

Las enzimas contenidas en la leche se aprovechan para efectos de inspección y control, ya que muchas de ellas influyen en la calidad de la leche y en el origen de distintas alteraciones. Las enzimas de la leche carecen de valor desde el punto de vista alimenticio, sobre todo para los organismos ya desarrollados.

Una de las funciones de la pasteurización es la de inactivar estas enzimas. La actividad constante de una enzima, la fosfatasa alcalina, se utiliza para indicar una pasteurización inadecuada. (8)

– Carbohidratos

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa, la concentración en la que excede a los otros "menores" carbohidratos se presenta en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2: Carbohidratos de la leche (3)

Hidrato de carbono	mg/100 ml
Lactosa	5000
Glucosa	14
Galactosa	12
Myoinositol	4-5
N-acetylglucosamine	11
Acido N-acetylneuraminic	4-5*
Oligosacáridos de la lactosa	0-10

– Lactosa

Es un disacárido constituido por una molécula de galactosa y una molécula de glucosa. Por lo tanto, posee dos veces el valor calórico (contenido de energía) por molécula comparado con la glucosa. A pesar de que es un "azúcar", la lactosa no se percibe por el sabor dulce. En el procesamiento de los productos lácteos, es la base para la fermentación de productos tales como el yogurt. Otros carbohidratos se encuentran en una cantidad muy pequeña comparados con la lactosa.

- Glucosa y galactosa

Se encuentran presentes debido a que son los precursores de la lactosa.

- Lípidos y grasas

La grasa láctea se sintetiza en su inmensa mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche; se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 0.22 micrones que se encuentran rodeados de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de la parte acuosa. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La grasa de la leche puede sufrir alteraciones causadas por la acción de la luz, del oxígeno y enzimas (lipasas). (4)

El contenido de grasa puede variar por factores como la raza y las prácticas de debidas a la alimentación, además, se mantiene constante en los diversos períodos de lactación, tan sólo en el calostro parece disminuir su porcentaje.

- Minerales

La leche de vaca contiene sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros, yoduros. Además, se reconoce la presencia de otros en cantidades vestigiales, como el aluminio, molibdeno y plata. En la membrana de los glóbulos grasos se encuentran en mayor concentración el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo y zinc. Tan sólo un tercio del calcio y del magnesio se encuentra en disociación iónica. Además de los cloruros y fosfatos, deben mencionarse también los citratos, presentes en una cuantía media de 2.3 g/L.

- Vitaminas

La leche contiene vitaminas como la A, D, E, K, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeto a grandes oscilaciones. El calostro posee una extraordinaria riqueza vitamínica, contiene de

5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal. También influye la época del año, tiempo atmosférico, ambiente y la alimentación; este último factor repercute especialmente en los carotenos y en la vitamina A como consecuencia de la abundante ingestión de carotenos cuando la base de la alimentación son forrajes frescos. <sup>(4)</sup>

#### 3.1.4 Componentes indeseables en la leche <sup>(10)</sup>

- Bacterias

Aún en vacas saludables, algunas bacterias pueden estar presentes, esto debido a que pueden llegar a la leche desde la piel del pezón y el canal del pezón. En una vaca con mastitis, el número de bacterias en la leche puede aumentar a millones por mililitro. Además, la contaminación del medio ambiente incrementa el número de bacterias en la leche.

- Antibióticos

La leche puede contener residuos o sustancias aplicadas a animales o a su ambiente, incluyendo antibióticos y pesticidas. Los antibióticos aplicados ya sea dentro de la ubre o intramuscular, son absorbidos por los tejidos y reexcretados dentro de la leche a lo largo de varios días.

- Pesticidas

Los pesticidas pueden encontrar su camino dentro de la leche por pulverizaciones, o baños aplicados a la vaca para el control de ectoparásitos, o por el alimento que una vaca come. Se debe tener gran cuidado para prevenir que los pesticidas contaminen a los animales que están produciendo leche, y evitar alimentar vacas con forrajes en los que insecticidas han sido aplicados recientemente. Los únicos pesticidas que deben de ser utilizados para ectoparásitos en vacas son aquellos que se están recomendados específicamente para este propósito.

### 3.1.5 Procesos industriales <sup>(10)</sup>

La vida útil de la leche puede prolongarse varios días mediante técnicas como el enfriamiento o la fermentación.

La pasteurización es un procedimiento por el que a través del tratamiento térmico se prolonga la vida útil de la leche y reduce el número de posibles microorganismos patógenos hasta niveles que no representan un serio peligro para la salud. La leche puede seguir elaborándose y transformarse en productos lácteos fácilmente transportables, concentrados y de alto valor, con un prolongado tiempo de conservación, como la mantequilla.

Los principales pasos a los que es sometida la leche cruda al llegar a la planta procesadora:

- Clarificación y separación: se llevan a cabo por centrifugación, un método que separa sólidos de líquidos de diferente densidad mediante una centrífuga, la cual imprime a la mezcla un movimiento rotatorio con una fuerza mayor que la de la gravedad que provoca la sedimentación de los sólidos o de las partículas de mayor densidad.
- Clarificación: es la remoción de las impurezas sólidas de la leche mediante centrifugación.
- Separación: es la separación de la grasa de la leche a partir de leche mediante el proceso de centrifugación.
- Estandarización: Después de la separación, la grasa se adiciona nuevamente a la leche descremada para obtener un producto con el contenido de grasa deseado. Así puede obtenerse leche entera, parcialmente descremada, semidescremada o leche descremada.
- Pasteurización: es un procedimiento por el que a través del tratamiento térmico se prolonga la vida útil de la leche.

- Homogeneización: El método se lleva a cabo sometiendo la leche a presiones elevadas que fuerzan el paso de la leche a través de pequeños orificios que rompen los glóbulos. El propósito de la homogeneización es reducir el tamaño de los glóbulos de grasa a menos de 1.0  $\mu$ .
- Adición de vitaminas: se efectúa con el fin de restablecer las concentraciones normales de vitaminas A y D en las leches con menor contenido de grasa, o bien para que la leche aporte una mayor cantidad de éstas.
- Envasado: El sistema de envasado depende del proceso de pasteurización al que fue sometida la leche.

### 3.1.6 Variaciones en la composición de la leche <sup>(10)</sup>

La composición de la leche puede variar considerablemente dentro de un rango normal. Algunos factores que afectan la composición de la leche son:

- Raza
- Alimentación
- Estado de lactancia
- Época del año
- Enfermedades

### 3.1.7 Beneficios para la salud <sup>(11, 12,13)</sup>

- Leche en la infancia y adolescencia

Una ingesta de 2-3 raciones diarias de leche de vaca contiene la mayor parte de las necesidades de calcio en el niño mayor de 2 años, ya que su concentración es alta (unos 110 mg/100 mL). También es una fuente importante de vitaminas del grupo B, además de proveer aportes relativamente altos de vitamina A, grasas, hidratos de carbono y magnesio.

- Leche en el deporte

Una de las principales ventajas de la leche como bebida para deportistas se encuentra en su composición: con un alto contenido en agua, contribuye a mantenerlos niveles de hidratación después del ejercicio para favorecer la termorregulación y el balance hídrico.

- Leche y salud de huesos y dientes

Los hábitos dietéticos que comporten un consumo lácteo regular durante la infancia conducen a un buen contenido mineral del esqueleto en los años posteriores, incluso en las edades más avanzadas. Así, los niños entre 3 y 13 años que no presentan un consumo adecuado de leche muestran un balance negativo de calcio, con una menor densidad ósea y un mayor riesgo de fracturas en edades posteriores que sus controles. Por otra parte, una ingesta alta de leche durante la adolescencia se ha asociado a un mayor contenido mineral óseo en la columna lumbar y en el radio durante la etapa del desarrollo en que se logra el pico de masa ósea.

### 3.1.8 Presentaciones en el mercado

La presentación de la leche en el mercado es variable, ya que se acepta por regla general la alteración de sus propiedades para satisfacer las preferencias de los consumidores. Una alteración muy frecuente es deshidratarla (lío-filización) como leche en polvo para facilitar su transporte y almacenaje tras su ordeño. También es usual reducir el contenido de grasa, aumentar el de calcio y agregar sabores.

Entre las presentaciones se encuentran:

- Entera
- Leche deslactosada
- Leche descremada
- Semidescremada

- Saborizada
- En polvo ó líquida

### 3.1.9 Leche en polvo <sup>(14)</sup>

Leche en polvo es la leche cruda obtenida de la vaca que ha sido evaporada hasta sequedad, esto mediante los procesos de deshidratación en tambores ó nebulización.

### 3.1.10 Elaboración de la leche en polvo <sup>(16)</sup>

- Recepción de la leche:

La materia prima se recibe de los tambos en camiones recolectores.

- Control de materia prima:

Antes de proceder a su descarga, se realiza una serie de análisis con el fin de controlar la calidad de la leche recibida.

- Descarga y acopio en silo:

En caso de que los resultados de los análisis determinen que la leche recibida es apta y responde a las normas de calidad exigidas, ésta se descarga, se filtra, se enfría y se acopia en silos de leche cruda.

- Higienizado, descremado y pasterización:

La leche se higieniza, se le ajusta el tenor graso y luego se le pasteriza.

- Contenedores de leche pasterizada:

La leche pasterizada y enfriada se almacena en silos refrigerados para ser procesada.



- Concentración:

La leche pasteurizada se calienta, se vuelve a pasteurizar y se concentra en equipos llamados evaporadores, que eliminan la mayor parte del agua que posee la leche.

- Homogeneización:

La leche concentrada se homogeneiza para evitar que se separe la materia grasa cuando se reconstituye la leche en polvo.

- Secado:

La leche concentrada y homogeneizada se atomiza en pequeñas gotitas dentro de una cámara llamada spray. Dentro de esta cámara las gotitas de leche entran en contacto con aire caliente que reduce notablemente su contenido de humedad.

- Separación de finos:

Dentro de la cámara spray se forman partículas de leche en polvo de distinto tamaño. Las partículas más pequeñas, llamadas nos, se separan del resto y se van incorporando al proceso en las etapas siguientes.

- Vibro-fluidificado:

Es la última etapa del secado. En esta etapa se ajusta la humedad final y la temperatura de la leche en polvo por agregado de nos y secado con una corriente de aire frío y seco.

- Fraccionado:

La leche en polvo se produce a granel y debe ser fraccionada en sus distintas presentaciones. Se envasa en sobres o bolsas de laminado plástico aluminizado, con baja concentración de oxígeno para retardar su alteración. Los sobres se colocan dentro de estuches de cartulina y éstos dentro de cajas de cartón.

- Control de producto terminado:

Se realizan controles físico-químicos, sensoriales y microbiológicos que determinan si la leche en polvo posee la calidad requerida y por lo tanto está en condiciones de ser entregada en el mercado.

- Paletizado:

Las cajas de leche en polvo se apilan sobre plataformas de madera para permitir la manipulación, traslado y almacenamiento del producto, en forma rápida y segura.

- Almacenamiento:

Para evitar su alteración la leche en polvo se almacena en depósitos frescos y oscuros, ya que no necesita mantenerse refrigerada hasta el momento de su consumo.

- Expedición:

La leche se carga en camiones para su traslado a los distintos centros de distribución y posterior entrega en los puntos de venta.

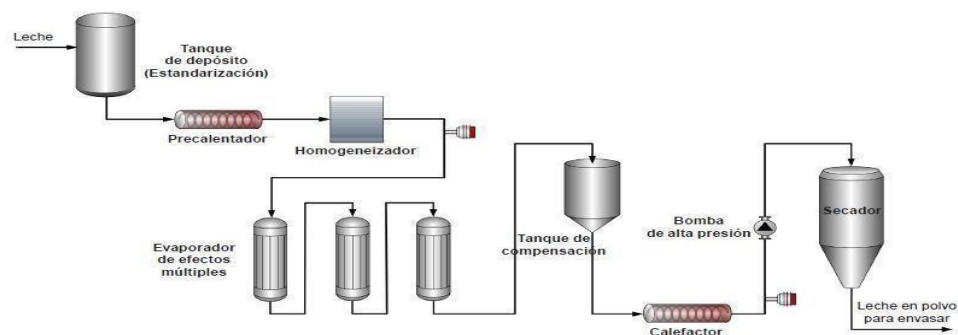


Figura N° 1. Proceso de elaboración de leche (16)

### 3.1.11 Ventajas leche en polvo respecto a la leche líquida <sup>(17)</sup>

- Vida útil

La leche en polvo dura mucho más tiempo que la leche líquida (alrededor de 18 meses), la leche líquida como promedio aguanta 7 días antes de empezar a cuajarse. Además, en comparación con la leche líquida que debe almacenarse en refrigeración una vez abierto su envase, la leche en polvo puede resistir diferentes variedades de temperaturas y condiciones ambientales.

- Beneficios de transporte y económicas

La leche líquida debe transportarse en camiones isotérmicos a una temperatura entre 1-8°C, mientras que la leche en polvo no necesita refrigeración para su transporte.

- Aporte nutricional de la leche en polvo

La leche en polvo brinda un gran aporte nutricional a niños y adultos debido a que posee un alto valor energético y una gran cantidad de proteínas que se dan por el efecto del proceso de concentración al que es sometida en su elaboración. Por lo anterior, es frecuente que las leches descremadas y semidescremadas se deben enriquecer con vitaminas para recuperar su aporte nutricional.

### 3.1.12 Desventajas de la leche en polvo

- Inversiones altas para la compra, montaje y puesta en funcionamiento de las plantas para obtenerla.
- Infraestructura gigante para la recolección y pre tratamiento de la leche cruda, necesaria para una planta mediana de deshidratación, 10 toneladas (10.000 litros) de leche por hora.
- Calificación tecnológica alta de sus pocos operarios.

### 3.1.13 Frescura de la leche en polvo

- Al momento de comprarla, es importante observar que la fecha de vencimiento no sea próxima, además que la etiqueta del producto pueda leerse, no esté tapada ni alterada.
- Revisar que el empaque primario se encuentre en condiciones óptimas, es decir que no se encuentre sumido, roto o averiado.
- También es importante verificar que el empaque no esté inflado porque esto es indicio que el producto se encuentra en descomposición microbiológica.

### 3.1.14 Duración de la leche en polvo

Siempre y cuando se mantenga a temperatura ambiente y bien tapada, durará hasta la fecha de vencimiento reflejada en el empaque. Ya preparada y en refrigeración, su duración es aproximadamente 3 días sin dejarla por períodos fuera de refrigeración. <sup>(19)</sup>

### 3.1.15 Características de la leche en polvo

- Color uniforme, blanco o cremoso claro, carente de color amarillento o pardo, característicos de un producto recalentado.
- Olor y sabor fresco y puro, antes y después de su reconstitución.
- Materia grasa, como mínimo 26% en peso para la leche entera
- Ausencia de impurezas macroscópicas.
- contenido mínimo de proteínas de la leche en el extracto seco magro de la leche de 34%.

## 3.2 Magnesio <sup>(19)</sup>

El magnesio es un mineral indispensable para la nutrición humana. El magnesio es necesario para más de 300 reacciones bioquímicas en el cuerpo. Ayuda a mantener el funcionamiento normal de músculos y nervios, brinda soporte a un sistema inmunitario saludable, mantiene constantes los latidos del corazón y

ayuda a que los huesos permanezcan fuertes. También ayuda a ajustar los niveles de glucosa en la sangre.

El magnesio no se encuentra en la naturaleza en estado libre (como metal), sino que forma parte de numerosos compuestos, en su mayoría óxidos y sales.

### 3.2.1 Papel biológico

El magnesio es un elemento químico esencial para el hombre; la mayor parte del magnesio se encuentra en los huesos y sus iones desempeñan papeles de importancia en la actividad de muchas coenzimas y en reacciones que dependen del ATP. También ejerce un papel estructural, ya que el ion de  $Mg^{2+}$  tiene una función estabilizadora de la estructura de cadenas de ADN y ARN. Interviene en la formación de neurotransmisores y neuromoduladores, repolarización de las neuronas, relajación muscular (siendo muy importante su acción en el músculo cardíaco).

### 3.2.2 Abundancia y obtención

El magnesio es el séptimo elemento más abundante en la corteza terrestre, sin embargo no se encuentra libre, aunque entra en la composición de más de 60 minerales.

Tabla N° 3. Propiedades del Magnesio <sup>(19)</sup>

General	
Nombre, símbolo, número	Magnesio, Mg, 12
Serie química	Metales alcalinotérreos
Grupo, período, bloque	2,3,s
Densidad, dureza	1738kg/m <sup>2</sup> , 2.5
Apariencia	Blanco plateado
Propiedades atómicas	
Masa atómica	24,305U
Radio medio	150ppm
Radio atómico calculado	145ppm

Tabla N° 3. (Continuación)

Radio covalente	130ppm
Radio de Van der Waals	173ppm
Configuración electrónica	(Ne)3s <sup>2</sup>
Estados de oxidación (óxido)	2 (base fuerte)
Estructura cristalina	Hexagonal
Propiedades físicas	
Estado de la materia	Sólido
Punto de fusión	923K
Punto de ebullición	1303K
Entalpía de vaporización	127.4KJ/mol
Entalpía de fusión	8.054KJ/mol
Presión de vapor	361 Pa a 923K
Velocidad del sonido	4602m/s a 293.15K
Información diversa	
Electronegatividad	1.51
Calor específico	1020 J/(kg*K)
Conductividad térmica	737.7KJ/mol

### 3.2.3 Fuentes alimenticias

La mayor parte del magnesio en la dieta proviene de vegetales de hoja verde oscura. Otros alimentos que son buena fuente de magnesio son:

- Frutas (como bananos, albaricoques o damascos secos y aguacates)
- Nueces (como almendras y anacardos)
- Arvejas (guisantes) y frijoles (leguminosas), semillas
- Productos de soya (como harina de soya y tofu)
- Granos enteros (como arroz integral y mijo)
- Leche

### 3.2.4 Efectos secundarios

Los efectos secundarios por una alta ingesta de magnesio no son muy comunes. El organismo generalmente elimina las cantidades en exceso. El exceso de magnesio se produce casi siempre cuando una persona está tomando demasiado del mineral en forma de suplemento, tomando ciertos laxantes

La falta de magnesio se puede presentar en personas que consumen alcohol en exceso o en aquellas que absorben menos magnesio incluyendo personas con enfermedades gastrointestinales, adultos mayores, personas que padecen diabetes tipo 2

Los síntomas debido a la falta de magnesio tienen tres categorías:

- Síntomas iniciales: Pérdida de apetito, náusea, vómitos, fatiga, debilidad.
- Síntomas de deficiencia moderada: Entumecimiento, hormigueo, contracciones musculares y calambres, convulsiones, cambios de personalidad, latidos cardíacos irregulares
- Deficiencia grave: Bajo nivel de calcio (hipocalcemia), bajo nivel de potasio en la sangre (hipocaliemia)

### 3.2.5 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.

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. Reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares e hipertensión.

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.

Sirve como antiácido . 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.

### 3.3 Titulaciones en química analítica <sup>(22)</sup>

Los métodos de titulación, también llamados métodos volumétricos, incluyen un gran número de poderosos procedimientos cuantitativos que se basan en medir la cantidad de un reactivo de concentración conocida que es consumido por un analito durante una reacción química o electroquímica.

#### 3.3.1 Titulaciones complejométricas <sup>(22)</sup>

Las reacciones en que se da la formación de complejos son ampliamente utilizadas en la química analítica. Uno de los primeros usos que se les dio fue titular cationes. Además, muchos complejos son coloridos o absorben radiación ultravioleta; la formación de estos complejos es, por lo tanto, comúnmente la base para las determinaciones espectrofotométricas. Algunos complejos son poco solubles y se pueden utilizar en análisis gravimétricos o para las valoraciones por precipitación. Los reactivos formadores de complejos más útiles son los compuestos orgánicos que contienen varios grupos donadores de electrones que forman enlaces covalentes múltiples con iones metálicos. Los agentes inorgánicos formadores de complejos también se utilizan para controlar la solubilidad, formar especies coloridas o precipitados.



### 3.3.2 Formación de complejos <sup>(22)</sup>

La mayoría de los iones metálicos reacciona con pares de electrones donadores para formar compuestos de coordinación o complejos. La especie donadora, o ligando, debe tener al menos un par de electrones no compartidos disponibles para la formación de enlaces. El agua, el amoníaco y los iones haluro son ligandos inorgánicos comunes. El número de enlaces covalentes que tiende a formar un catión con un donador de electrones se denomina número de coordinación. Los valores más comunes para los números de coordinación son dos, cuatro y seis. Las especies que se forman como resultado del proceso de coordinación pueden ser eléctricamente positivas, negativas o neutras.

Un ligando que tiene un solo grupo donador, como el amoníaco, se denomina monodentado (un solo diente), mientras que uno como la glicina, que tiene dos grupos disponibles para formar enlaces covalentes, se denomina bidentado. También se conocen agentes quelantes tridentados, tetradentados, pentadentados y hexadentados.

### 3.3.3 Curvas de valoraciones complejométricas <sup>(22)</sup>

Las curvas de valoración complejométrica son generalmente una gráfica de  $pM = -\log[M]$  en función del volumen de titulante adicionado. En las valoraciones complejométricas, el ligando es el titulante y el ion metálico es el analito, aunque en ocasiones los papeles se invierten. Los ligandos inorgánicos más simples son monodentados, lo que puede llevar a la formación de complejos de baja estabilidad y a puntos finales indistintos en la valoración. Como titulantes, los ligandos multidentados, de manera particular aquellos que tienen cuatro o seis grupos donadores como el EDTA, tienen dos ventajas sobre sus contrapartes monodentadas. Primera, su reacción con los cationes es más completa y, por lo tanto, producen puntos finales más nítidos. Segunda, generalmente reaccionan con los iones metálicos en un proceso de un solo paso.

Cada una de las valoraciones mostradas involucra una reacción que tiene una constante de equilibrio global de 1020. La curva A se calculó para una reacción donde un ion metálico M con un número de coordinación de cuatro reacciona con un ligando tetradentado D para formar el complejo MD (por conveniencia, de nuevo se omiten las cargas para ambos reactivos). La curva B es para una reacción de M con un ligando bidentado hipotético B para producir MB<sub>2</sub> en dos etapas. La constante de formación para la primera etapa es de 10<sup>12</sup> y para la segunda, de 10<sup>8</sup>. La curva C involucra un ligando monodentado, A, que forma MA<sub>4</sub> en cuatro pasos con constantes de formación sucesivas de 10<sup>8</sup>, 10<sup>6</sup>, 10<sup>4</sup> y 10<sup>2</sup>. Estas curvas demuestran que se puede obtener un punto final más nítido cuando la reacción se lleva a cabo en un solo paso. Por esta razón, los ligandos multidentados se usan de manera preferente en las valoraciones complejométricas.

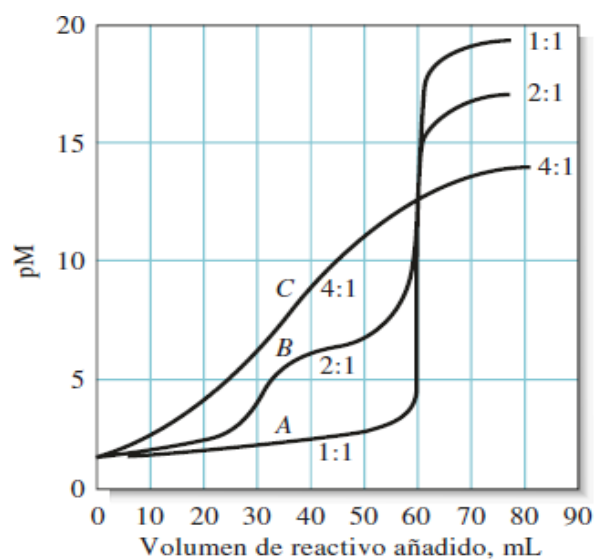


Figura N° 2. Curva de valoración complejométrica <sup>(22)</sup>

### 3.3.4 Valoraciones con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) <sup>(22)</sup>

El ácido etilendiaminotetraacético, que también es llamado ácido (etilendinitrilo) tetraacético y que comúnmente se abrevia como EDTA, es el titulante complejométrico más utilizado. El EDTA tiene la siguiente fórmula estructural:

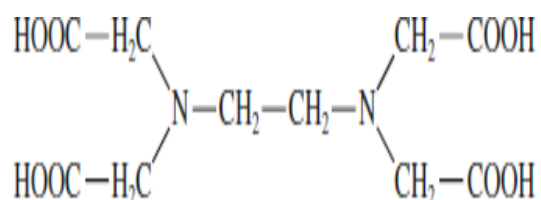
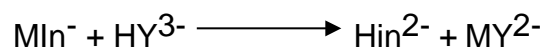


Figura N° 3. Fórmula estructural del EDTA <sup>(22)</sup>

### 3.3.5 Indicadores para las valoraciones con EDTA <sup>(22)</sup>

El eriocromo negro T es un indicador de iones metálicos típico, el cual se usa en la valoración de muchos cationes comunes. Los complejos metálicos de eriocromo negro T son rojos generalmente, como en el  $\text{H}_2\text{In}^{2-}$ . Por lo tanto, para la detección de iones metálicos es necesario ajustar el pH a 7 o más de tal manera que la manera azul de la especie,  $\text{HIn}^{2-}$ , sea la que predomine en la ausencia de un ion metálico. Hasta el punto de equivalencia en una valoración, el indicador forma complejos con el metal en exceso de tal manera que la disolución se vuelve roja. Con el primer exceso de EDTA, la disolución se vuelve azul como resultado de la reacción:



El eriocromo negro T forma complejos rojos con más de una docena de iones metálicos pero solo las constantes de formación de algunos metales son apropiadas para la detección de puntos finales.

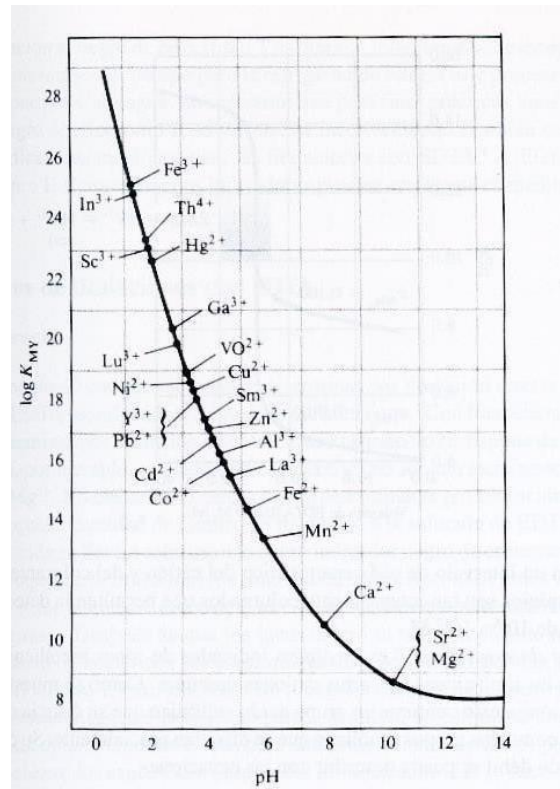


Figura N° 4. Gráfico de valoraciones de metales (22)

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 Tipo de estudio:

- Transversal: La investigación se realizó en el período de un año y analizó datos de diferentes marcas de leche entera en polvo y fluida.
- Experimental: Ya que se hizo uso de los laboratorios de la cátedra de Química Analítica, Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

### 4.2 Investigación bibliográfica: Se llevó a cabo en las siguientes bibliotecas:

- Central de la Universidad de El Salvador.
- “Dr. Benjamín Orozco”. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador.
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).
- Universidad CentroAmericana (UCA)
- Universidad Nueva San Salvador (UNSSA).
- Internet.

### 4.3 Investigación de campo:

- Universo: Todas las marcas de leche entera en polvo y leche entera fluida comercializada en Super Selectos y Walmart, elegidos por ser los dos supermercados más grandes del Área Metropolitana de San Salvador, ubicados en zona céntrica y con variedad de oferta.
- Muestra: Las muestras de leche fueron tomadas de los supermercados Walmart y Super Selectos; se optó por trabajar con estos supermercados

por ser los más grandes de la Zona Metropolitana de San Salvador, al alcance de la población y con mayor oferta y demanda en la población.

- Tipo de muestreo: puntual y dirigido a las ocho marcas de leche entera en polvo y dos marcas de leche entera fluida comercializadas en Super Selectos y Walmart.

- Instrumento de recolección de datos:

Previo a la recolección de muestras se realizó una visita a los supermercados en estudio, con el objetivo de reconocer las marcas que se encuentran dentro de la delimitación planteada (Ver Anexo N° 1), presentación entre 340-400g y precio accesible.

#### 4.4 Parte experimental

##### 4.4.1 Realizar un diagnóstico de las diferentes marcas de leche entera en polvo distribuidas en las dos cadenas de supermercados más grandes de la Zona Metropolitana de San Salvador.

Se realizó una visita a ambos supermercados y se evaluó marcas en existencia, presentación y precio (Ver Cuadro N° 1) posteriormente se eligieron 8 marcas de leche entera en polvo, tomando como criterio principal presentación entre 340-400 g, además se tomaron dos marcas de leche entera fluida, el criterio para seleccionar este tipo de leche es que fuera de la misma marca que la leche en polvo, y además ambos tipos de leche fueran enteras, entonces, solo dos marcas de leche líquida cumplían con los criterios establecidos. Además, es importante destacar, que para evitar mencionar directamente las marcas de leche durante el desarrollo de la investigación, a cada marca de leche en polvo y fluida, se le asignó un código para identificarla (Ver Anexo N° 1).

Cuadro N° 1. Instrumento de recolección de datos

LECHE ENTERA EN POLVO	
MARCA	PRESENTACION
LECHE ENTERA FLUIDA	
MARCA	PRESENTACION

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Cuantificar el magnesio contenido en la leche entera en polvo y leche enterafluida mediante el método de valoración complejométrica

En la investigación, fue necesario, realizar la cuantificación de magnesio en cada marca de leche entera en polvo y fluida, aplicando el método complejométrico, para ello, se establecieron los procedimientos para llevar a cabo el análisis, además el procedimiento analítico y su respectivo esquema.

4.4.2.1 Preparación de 250mL de solución valorante de sal disódica del ácido etilendiaminotetracético (EDTA) 0.1 M

- Disolver 7.3061 gramos de sal disódica del ácido etilendiaminotetracético para preparar 250 mL de solución 0.1 M
- Agregarle 0.01g de Cloruro de Magnesio Hexahidratado
- Agregar una porción de agua destilada, mezclar bien para disolver
- Aforar a 250 mL
- Determinación de gramos de EDTA para preparar una solución de 250ml al 0.1M

$$gEDTA: (VL) \times (PM) \times (M)$$

$$gEDTA: (0.25L) \times (292.2438g/mol) \times (0.1M)$$

$$gEDTA: 7.3061g$$



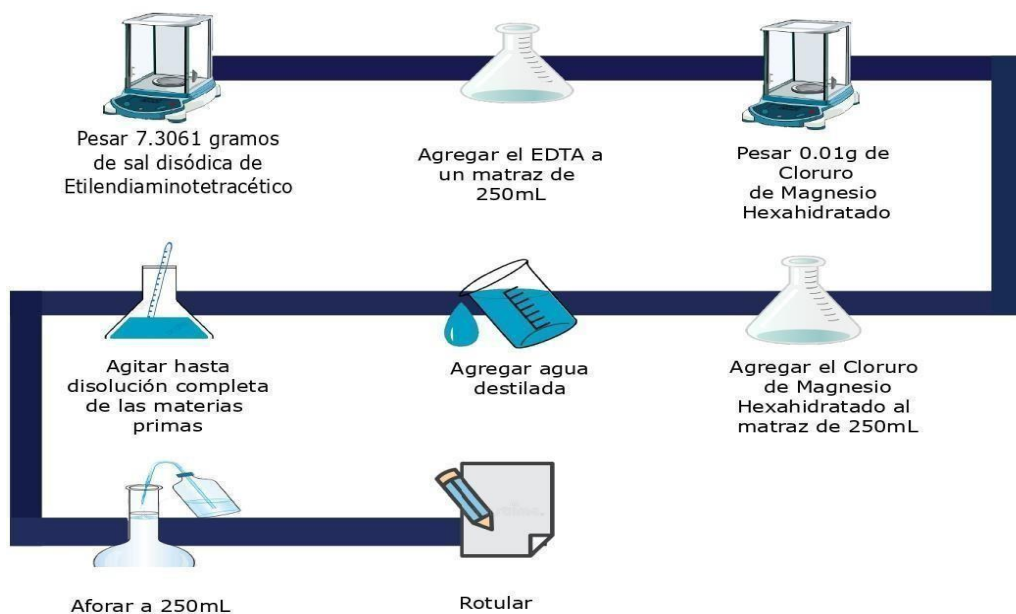


Figura N° 5. Preparación de la solución valorante de EDTA

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2.2 Preparación de la solución estándar primario de carbonato de calcio

0.1M

- Pesar 0.5004 gramos de Carbonato de Calcio reactivo analítico puro previamente desecado.
- Colocarlo en un beaker de 50 mL y disolverlo con 10 gotas de ácido clorhídrico 3N.
- Cuando se haya disuelto completamente diluir a 30mL con agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.
- Transferir a un balón de 50.0 mL y aforar con agua libre de CO<sub>2</sub>.

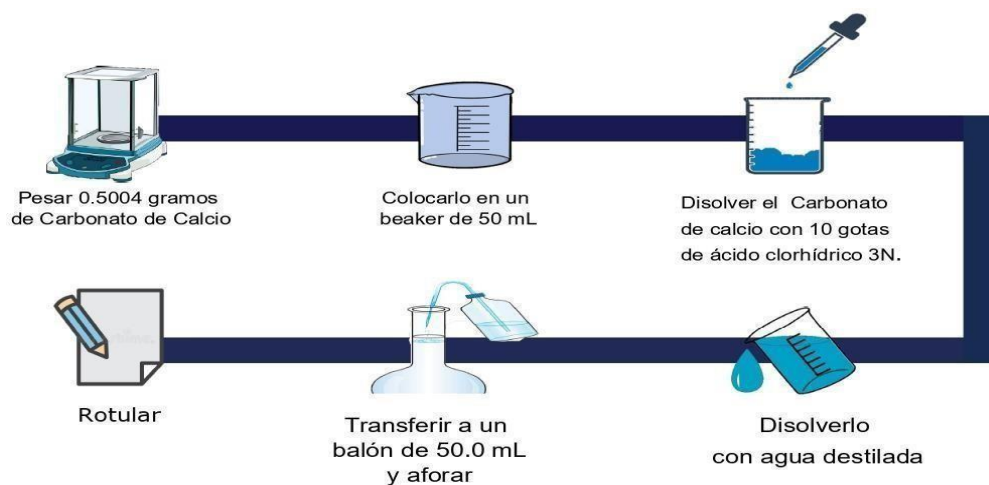


Figura N° 6. Preparación de la solución estándar primario.

Fuente: elaboración propia

- Determinación de gramos de  $\text{CaCO}_3$  para preparar una solución de 50ml al 0.1M

$$\text{gCaCO}_3: (\text{VL}) \times (\text{PM}) \times (\text{M})$$

$$\text{gCaCO}_3: (0.05\text{L}) \times (100.0869\text{g/mol}) \times (0.1\text{M})$$

$$\text{gCaCO}_3: 0.5004\text{g}$$

#### 4.4.2.3 Preparación de la muestra

Para el análisis, se preparó una muestra para cada marca de leche entera en polvo, según lo rotulado en el empaque primario, cada marca posee una forma de preparación diferente, por lo que, para manejarlo de manera estándar se decidió ajustar los cálculos para preparar 100mL de solución, el proceso se realizó según se muestra a continuación:

- Calcular los gramos de leche entera en polvo para preparar un vaso de 100mL

- Pesar en un beaker de 250mL y en balanza analítica los g de leche entera en polvo calculados, anotar
- Agregar al beaker que contiene la muestra 100mL de agua previamente medida
- Agitar hasta disolución completa
- Tapar y almacenar para la prueba de determinación de magnesio en leche entera en polvo (Ver 4.4.2.5).

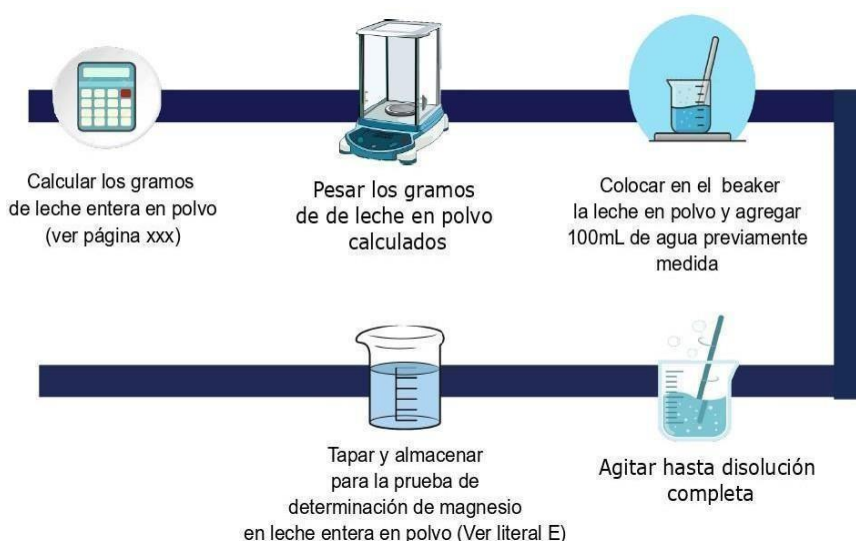


Figura N° 7. Preparación de la muestra  
Fuente: Elaboración propia

- Determinación de gramos de muestra para preparar un vaso de 100mL

Se presenta el ejemplo de cálculo para determinar los gramos de muestra para preparar un vaso de 100mL . El código LEP01 rotula que para preparar un vaso de leche de 180mL, se necesitan 26g de leche en polvo, entonces:

$$26\text{g leche en polvo} \times \frac{100\text{mL de leche a}}{\text{preparar } 180\text{mL}} \\ \text{rotulado}$$

= 14.4 g de leche en polvo para preparar un vaso de 100mL

#### 4.4.2.4 Estandarización de la solución valorante de EDTA 0.1M con CaCO<sub>3</sub> 0.1M

Con las soluciones preparadas en los literales 4.4.2.1 y 4.4.2.2 se realizó la estandarización de la solución valorante de EDTA 0.1M con solución de CaCO<sub>3</sub> 0.1M. El procedimiento se realizó como se describe a continuación:

- Medir con pipeta volumétrica 10mL de solución estándar de carbonato de calcio y colocarla en un Erlenmeyer de 250mL.
- Agregar lentamente 7 gotas de solución de hidróxido de sodio 4N para llevar la solución a pH 12.
- Agregar una mínima cantidad de indicador purpurato de amonio o murexida. Agitar la solución.
- Llenar la bureta previamente ambientada con solución estándar de EDTA 0.1M.
- Titular el patrón primario con la solución EDTA que está en la bureta hasta que el color de la solución vire de rosado a violeta.
- Anotar los mL gastados en la valoración
- Realizar tres valoraciones

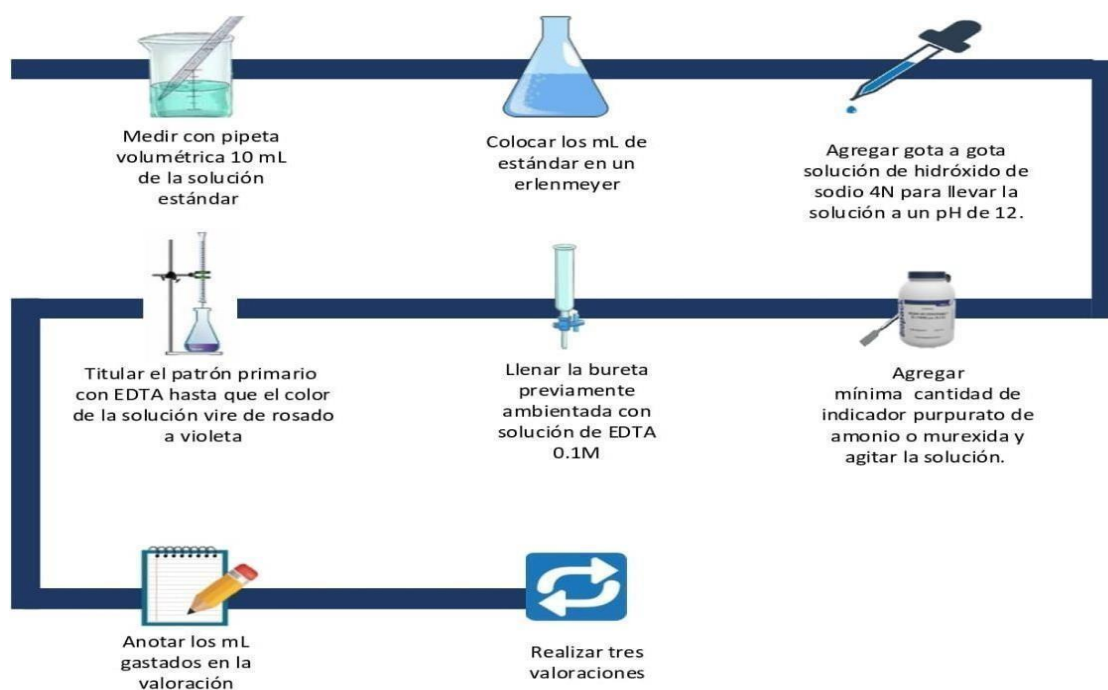


Figura N° 8. Estandarización de la solución valorante con  $\text{CaCO}_3$

Fuente: Elaboración propia

- Determinación de la concentración real de EDTA utilizando carbonato de calcio como estándar primario

Datos:

Peso teórico  $\text{CaCO}_3 = 0.05\text{L} \times 100.059\text{g/mol} \times 0.1\text{M} =$

$0.5002\text{g}$  Peso real  $\text{CaCO}_3 = 0.5053\text{g}/5 = 0.1011\text{g}$

Volumen gastado de EDTA: 9.4mL, 9.1 mL, 9.1 mL

Cálculos de molaridad (M):

$$M_1 = \frac{0.1011\text{g CaCO}_3}{9.4\text{mL} \times \frac{100.059\frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{CaCO}_3}{1000}} = 0.1075\text{M}$$

$$M_2 = \frac{0.1011 \text{ g CaCO}_3}{9.1 \text{ mL} \times \frac{100.059 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{CaCO}_3}{1000}} = 0.1110 \text{ M}$$

$$M_3 = \frac{0.1011 \text{ g CaCO}_3}{9.1 \text{ mL} \times \frac{100.059 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{CaCO}_3}{1000}} = 0.1110 \text{ M}$$

$$\frac{MT = M_1 + M_2 + M_3}{3}$$

$$MT = \frac{0.1075 \text{ M} + 0.1110 \text{ M} + 0.1110}{3} = 0.1098 \text{ M}$$

#### 4.4.2.5 Determinación de magnesio en leche entera en polvo

En la determinación de magnesio para leche entera en polvo se utilizó la muestra en polvo diluida en 100 mL preparada previamente (Ver literal 4.4.2.3), para cada marca se realizó como se presenta en el procedimiento siguiente:

- Tomar 25 mL de la solución de la muestra recién preparada
- Colocarla en un erlenmeyer
- Agregar gota a gota solución buffer Cloruro de Amonio- Hidróxido de sodio hasta que la solución tenga un pH de 10. (Verificar con papel indicador)
- Llenar la bureta con la solución de EDTA, teniendo la precaución de lavar con pequeñas porciones de la solución valorante
- Añadir la mínima cantidad de indicador de negro de eriocromo T en polvo
- Titular la solución con EDTA, procurando agitar suavemente cada vez que caigan las gotas del titulante sobre el erlenmeyer hasta que aparezca un color azul por toda la solución
- Anotar los mL gastados
- Realizar tres valoraciones

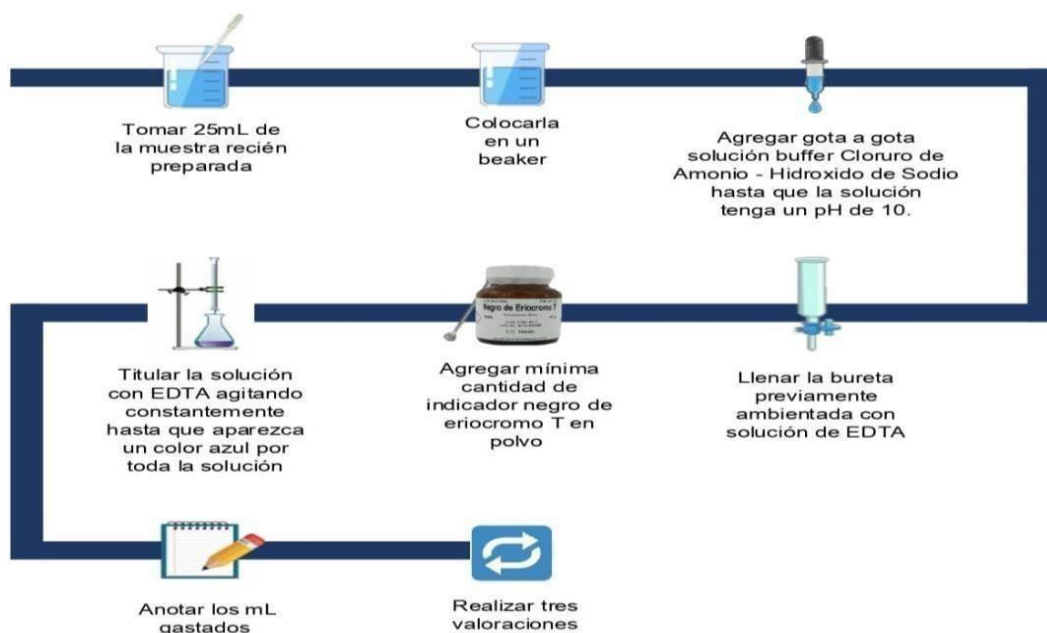


Figura N° 9. Determinación de magnesio en leche entera en polvo

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2.6 Determinación de magnesio en leche entera fluida

En la determinación de magnesio para leche entera fluida se utilizó 25mL de alícuota obtenida directamente del envase siguiendo el procedimiento a continuación:

- Tomar 25 mL directamente del envase
- Colocarla en un erlenmeyer
- Agregar gota a gota solución buffer Cloruro de Amonio- Hidróxido de Amonio hasta que la solución tenga un pH de 10. (Verificar con papel indicador).
- Llenar la bureta con la solución de EDTA, teniendo la precaución de lavar con pequeñas porciones de la solución valorante.
- Añadir la mínima cantidad de indicador de negro de eriocromo en polvo

- Titular la solución con EDTA, procurando agitar suavemente cada vez que caigan las gotas del titulante sobre el Erlenmeyer hasta que aparezca un color azul por toda la solución.
- Anotar los mL gastados.
- Realizar tres valoraciones

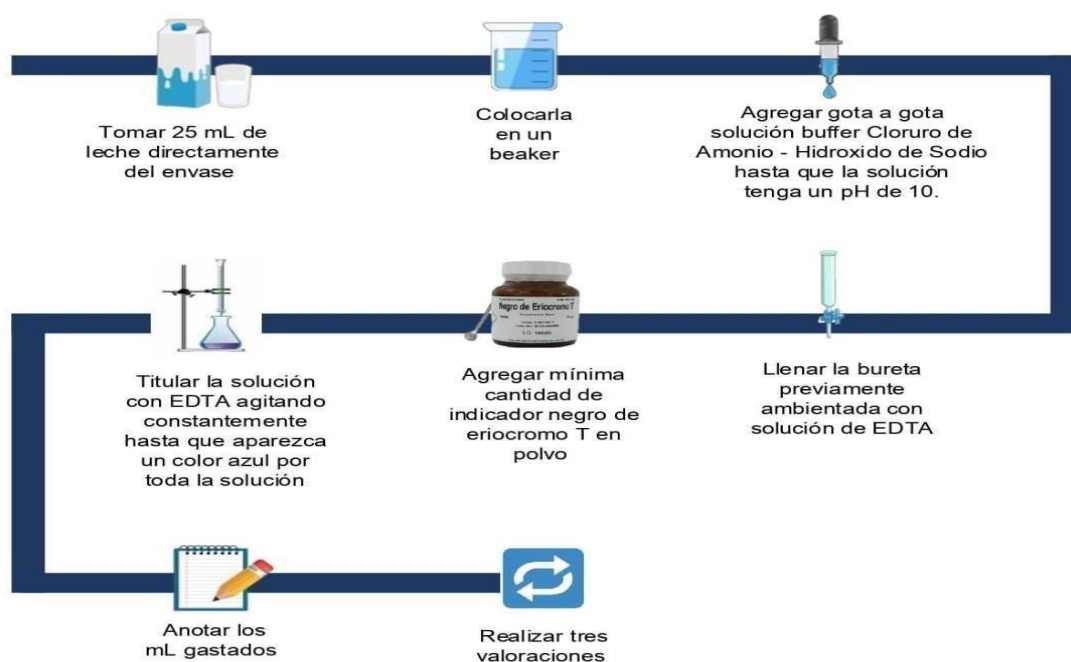


Figura N° 10. Determinación de magnesio en leche entera fluida

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.7 Comparar el magnesio presente en la leche entera en polvo y leche entera fluida UHT (sin refrigerar) de la misma marca, con lo establecido en el INCAP

Cada resultado obtenido del análisis de las muestras de leche entera en polvo y leche entera fluida se representó utilizando gráficos de dispersión, en los cuales se comparó la cantidad de Magnesio por porción obtenido en la parte experimental con la bibliografía establecida en el INCAP en la tabla de composición de alimentos por cada 100 g de porción comestible (Ver Literal 5.3 de Discusión de Resultados).



**CAPITULO V**  
**RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presenta los resultados de la parte experimental, en el análisis de ocho marcas de leche entera en polvo y leche entera fluida que son comunes a las marcas de leche en polvo y la discusión de los mismos. Además se presentan los cálculos de cantidad de magnesio por 100 gramos de muestra y se comparan con los datos reportados por el INCAP para leche entera en polvo y leche entera fluida.

5.1 Diagnóstico de las diferentes marcas de leche entera en polvo distribuidas en las dos cadenas de supermercado de la Zona Metropolitana de San Salvador.

El siguiente cuadro presenta los códigos que fueron asignados a las marcas de leche entera en polvo y leche entera fluida que fueron utilizadas en esta investigación, las columnas 2 y 3 indican en qué supermercado se encuentra en existencia la marca de leche (Ver Anexo N° 1)

Cuadro N° 2. Diagnóstico de las marcas de leche entera en polvo y leche entera fluida realizado en los supermercados Super Selectos y Walmart

*CÓDIGOS LECHE ENTERA EN POLVO	EXISTENCIA EN SUPER SELECTOS	EXISTENCIA EN WALMART
LEP01	X	X
LEP02	X	X
LEP03		X
LEP04	X	X
LEP05	X	
LEP06	X	
LEP07	X	X
LEP08		X

Cuadro N° 2 (Continuación)

<b>*CÓDIGOS LECHE ENTERA FLUIDA</b>	<b>EXISTENCIA EN SUPER SELECTOS</b>	<b>EXISTENCIA EN WALMART</b>
LLE01	X	X
LLE02	X	X

En el cuadro se marca con una X el supermercado en donde se encuentran disponibles los códigos de leche, cómo se observa no todas los códigos se comercializan en ambos supermercados; códigos que contaban con existencia en ambos supermercados, por ejemplo leche LEP01, sólo se compró la muestra en uno de los supermercados, eligiendo el supermercado más accesible económicamente.

5.2 Cuantificación del magnesio contenido en la leche entera en polvo y leche entera fluida mediante el método de valoración complejométrica.

5.2.1 Determinación de miligramos de magnesio en 100g de leche entera en polvo.

A continuación, se presenta la tabla número 4, que contiene la recopilación de datos teóricos y experimentales obtenidos en el análisis, además de los miligramos de magnesio encontrados en cada muestra de leche entera en polvo (Ver Anexo N° 3)

Tabla N° 4. Datos experimentales obtenidos en la cuantificación de magnesio en muestras de leche entera en polvo

CODIGO	PESO MUESTRA TEORICO (g)	PESO MUESTRA REAL (g)	VOLUMEN EDTA (mL)	MILIGRAMOS DE MAGNESIO EN PESO MUESTRA	*PROMEDIO DE MILIGRAMOS EN PESO MUESTRA
LEP01	14.4	14.39	9.0	96.05	96.76
			9.1	97.12	
			9.1	97.12	
LEP02	8.8	8.81	5.5	58.69	59.40
			5.6	59.76	
			5.6	59.76	
LEP03	10.4	10.40	6.4	68.30	69.01
			6.6	70.44	
			6.4	68.30	
LEP04	17.1	17.14	7.0	74.71	73.64
			6.8	72.57	
			6.9	73.64	
LEP05	15.0	15.11	7.6	81.11	81.82
			7.8	83.25	
			7.6	81.11	
LEP06	12.0	12.10	6.5	69.37	69.01
			6.4	68.30	
			6.5	69.37	
LEP07	12.8	12.83	7.6	81.11	82.18
			7.8	83.25	
			7.7	82.19	
LEP08	10.4	10.54	6.2	66.17	68.30
			6.6	70.44	
			6.4	68.30	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 4 se presentan los datos de peso de muestra teórico, el cual ha sido ajustado según lo rotulado en empaque primario para preparar un vaso de leche de 100mL, se presentan los valores de peso de muestra real obtenidos, los volúmenes gastados de titulante EDTA en cada valoración complejométrica, volúmenes con los cuales se calcularon los miligramos de magnesio (Ver Anexo N° 3) y posteriormente se obtuvo el promedio para cada muestra de 100mL de leche en polvo reconstituida, los valores obtenidos fueron, para LEP01 96.76mg, LEP02 59.40mg, LEP03 69.01mg, LEP04 73.64mg, LEP05 81.82mg, LEP06 69.01mg, LEP07 82.18 y LEP08 68.30mg respectivamente.

Un ejemplo de los datos teóricos y experimentales obtenidos en el laboratorio mediante los cuales se calculó la cantidad de magnesio contenido en cada muestra de leche entera en polvo, tomando como ejemplo los datos de la marca LEP07:

$$\text{Miligramos de Mg} = \text{mL gastados EDTA} \times \text{Mreal} \times \text{peso molar Mg} \times \text{FD} \quad (1)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (7.6\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 81.11\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (7.8\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 83.25\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (7.7\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 82.19\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{Promedio de miligramos de Mg} = \frac{(81.11+83.25+82.19)\text{mg}}{3}$$

$$\text{Promedio de miligramos de Mg} = 82.18\text{mg}/100\text{g}$$

### 5.2.2 Determinación de porcentaje de magnesio en leche entera en polvo

Para calcular el porcentaje de magnesio contenido en cada marca de leche entera en polvo, se divide el promedio de miligramos encontrados en 100g de porción (Ver tabla N° 4) entre los miligramos de porción reportados por el INCAP (85mg), y el resultado se multiplica por 100% (Ver Anexo N° 4), para el código LEP07 con 82.18mg de magnesio en 100g:

$$\% \text{Magnesio} = \frac{82.18 \text{mg}}{85 \text{mg}} * 100 = 97\%$$

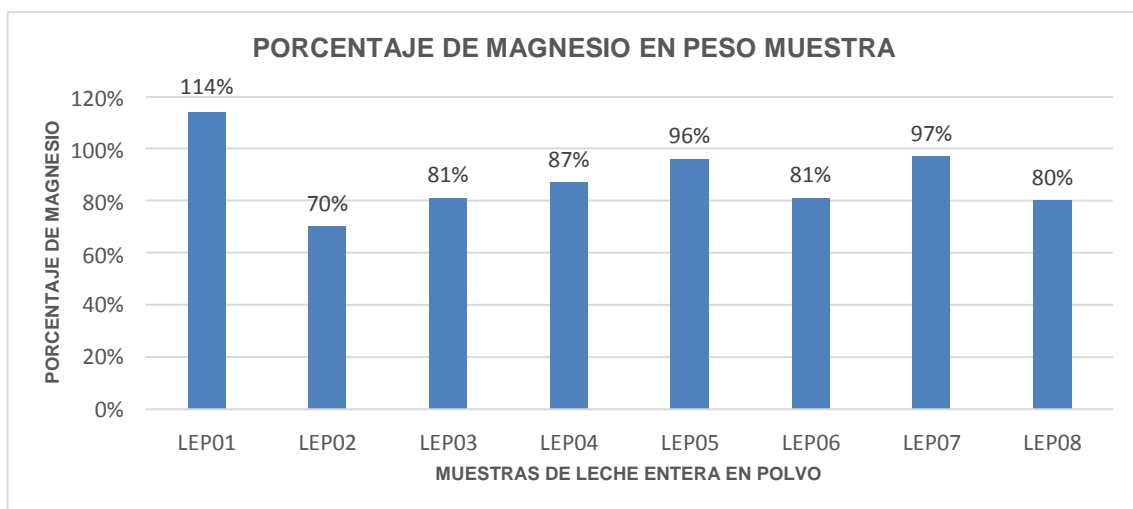


Figura N° 11. Representación gráfica del porcentaje de magnesio cuantificado en muestras de leche entera en polvo.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 11, se hace una representación gráfica del porcentaje de cuantificación de magnesio obtenido a través del método complejométrico en muestras de leche entera en polvo, en dónde, se observa que el código LEP01 es la marca de leche con mayor contenido de magnesio, sin embargo, el valor sobrepasa lo ideal (85 mg) en un 14%, además, los códigos LEP05 con 96% y

LEP07 con 97% son las muestras que más se acercan al valor establecido de acuerdo a las tablas del INCAP, seguido de LEP04 con 87%, LEP03 y LEP06 con 81% y LEP08 con 80%, por otro lado la marca con código LEP02 presenta el 70% de magnesio, siendo ésta la que se encuentra en menor porcentaje.

### 5.2.3 Determinación de miligramos de magnesio en 100g de leche entera fluida

En la siguiente tabla se muestran los datos teóricos y experimentales obtenidos en el laboratorio mediante los cuales se puede calcular la cantidad de magnesio contenido en cada muestra de leche entera fluida.

Tabla N° 5. Datos experimentales obtenidos en la cuantificación de magnesio en muestras de leche entera fluida.

CODIGO	VOLUMEN MUESTRA (mL)	VOLUMEN EDTA (mL)	MILIGRAMOS DE MAGNESIO EN VOLUMEN MUESTRA	*PROMEDIO DE MILIGRAMOS EN VOLUMEN MUESTRA
LLE01	100	9.0	9.60	9.71
		9.2	9.81	
		9.1	9.71	
LLE02	100	7.3	7.79	7.93
		7.6	8.11	
		7.4	7.89	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5 se presentan los datos para el cálculo de mg de magnesio en leche entera fluida, se presentan los volúmenes gastados del titulante EDTA utilizado en la valoración complejométrica, también, los miligramos de magnesio en el volumen de muestra (100mL) y su promedio, que mediante el cálculo de densidad de la leche se comprobó que es cercana a 1 mg/mL (Ver Anexo N° 2) por lo que, se puede asumir que equivale a 100g, esto debido a que el INCAP reporta los valores de magnesio para leche entera fluida en 100g.

Para determinar los mg de magnesio en 100g de leche entera fluida se presenta el siguiente ejemplo con datos del código leche LLE02, en dónde, se calculó los mg para cada valoración con EDTA (Ver Anexo N° 3) y luego se promediaron los mg para obtener un dato únicamente. Debido a que la densidad de la leche es cercana a 1 mg/mL se puede asumir que 100mL son equivalentes a 100g.

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (7.3\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{g/mol}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 77.91\text{mg}/1000\text{mL} \text{ ó } 77.91\text{mg}/1000\text{g}$$

Entonces, para 100mL ó 100g:

$$77.91\text{mg} \text{-----} 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ mg} \text{-----} 100\text{mL}$$

$$X = 7.79 \text{ mg}/100 \text{ mL} \text{ ó } 7.79 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (7.6\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{g/mol}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 81.11\text{mg}/1000\text{mL} \text{ ó } 81.11\text{mg}/1000\text{g}$$

Entonces, para 100mL ó 100g:

$$81.11\text{mg} \text{-----} 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ mg} \text{-----} 100\text{mL}$$

$$X = 8.11 \text{ mg}/100 \text{ mL} \text{ ó } 8.11 \text{ mg}/100 \text{ g}$$



Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.4mL) x (0.1098M) x (24.3g/mol) x (4)

Miligramos de Mg = 78.98mg/1000mL ó 78.98mg /1000g

Entonces, para 100mL ó 100g:

78.98mg----- 1000 mL

X mg ----- 100mL

X= 7.89 mg/100 mL ó 7.89 mg/100 g

Promedio de miligramos de Mg=  $\frac{(7.79+8.11+7.89)\text{mg}}{3}$

Promedio de miligramos de Mg= 7.93mg/100g

#### 5.2.4 Determinación de porcentaje de magnesio en leche entera fluida

Para calcular el porcentaje de magnesio contenido en cada marca de leche entera fluida, se divide el promedio de miligramos encontrados volumen muestra (Ver Tabla N° 5) entre los miligramos de magnesio en 100g de porción reportados por el INCAP (10mg), y el resultado se multiplica por 100% (Ver Anexo N° 4), para el código LLE02 con 7.93mg de magnesio en 100g:

$$\% \text{Magnesio en } 100\text{g} = \frac{7.93\text{mg}}{10\text{mg}} * 100 = 79\%$$

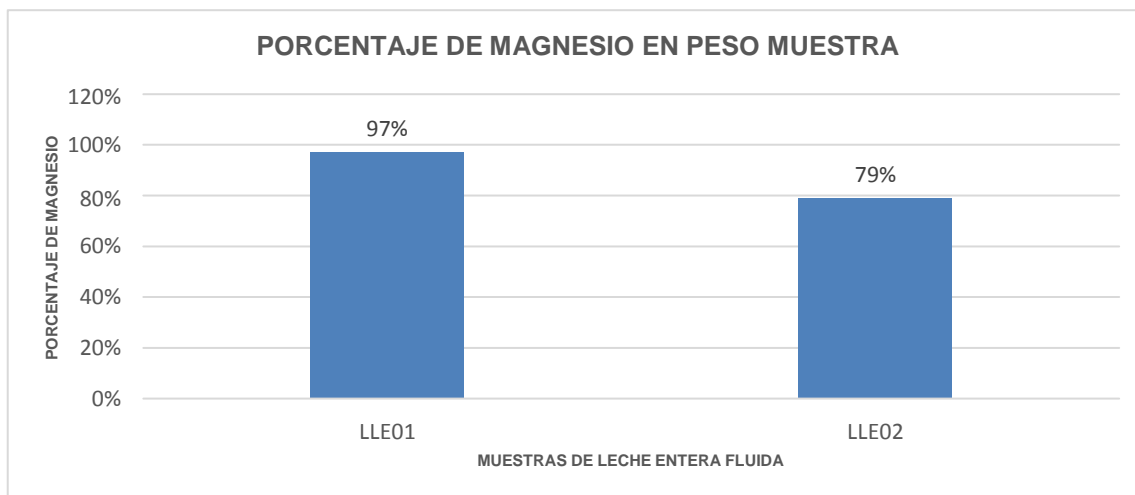


Figura N° 12. Representación gráfica del porcentaje de magnesio cuantificado en muestras de leche entera fluida.

Fuente: Elaboración propia

En la representación gráfica de los datos experimentales obtenidos en la cuantificación de magnesio a través del método complejométrico en muestras de leche entera fluida, se tiene que el código LLE01 refleja un porcentaje de 97% y es el código que más cerca se encuentra del valor reportado por el INCAP que son 10mg (100%), por otro lado, el código LLE02 es el código que se aleja al valor establecido en el INCAP y el cual reporta el 79% de este valor.

### 5.3 Comparación del magnesio presente en la leche entera en polvo y leche entera líquida UHT (sin refrigerar) de la misma marca, con lo establecido en el INCAP

En la Tabla N° 6, se representan las marcas de leche entera en polvo y la cantidad de magnesio encontrada en el peso muestra obtenido en laboratorio comparado con los 85mg de magnesio reportados en el INCAP por cada 100g de leche en polvo.

Tabla N° 6. Magnesio calculado para leche entera en polvo comparado con lo reportado en el INCAP.

<b>CÓDIGO</b>	<b>CANTIDAD DE MAGNESIO (mg) ENCONTRADO EN EL PESO REAL DE MUESTRA</b>	<b>CANTIDAD DE MAGNESIO (mg) REPORTADA POR EL INCAP POR CADA 100g</b>
LEP01	96.76	85
LEP02	59.40	
LEP03	69.01	
LEP04	73.64	
LEP05	81.82	
LEP06	69.01	
LEP07	82.18	
LEP08	68.30	

Fuente: Elaboración propia

En algunos códigos de las muestra de leche los datos obtenidos del análisis no varían tanto según lo establecido, códigos como LEP01, LEP07, incluso la LEP05, se acercan a los valores que indica el INCAP, en cambio otras marcas, como por ejemplo, la marca LEP02, presentando solamente 59mg de magnesio comparado con los 85mg que se establecen, es la marca más alejada de los valores de referencia. Esta variación de resultados se debe a que cada empresa formula y tiene procesos de manufactura diferentes, por esas razones, la composición de la leche podría variar de una marca a otra, de igual manera, la falta de regulación por parte de las Normas salvadoreñas u otro organismo que se encargue de verificar la cantidad de magnesio presente en las leches en polvo y fluidas, así como se hace con otros minerales como el calcio, permita que empresas que elaboran la leche no le den la suficiente importancia a las cantidades de magnesio que contienen sus productos, provocando que el magnesio en la leche no esté dentro de los valores de referencia.

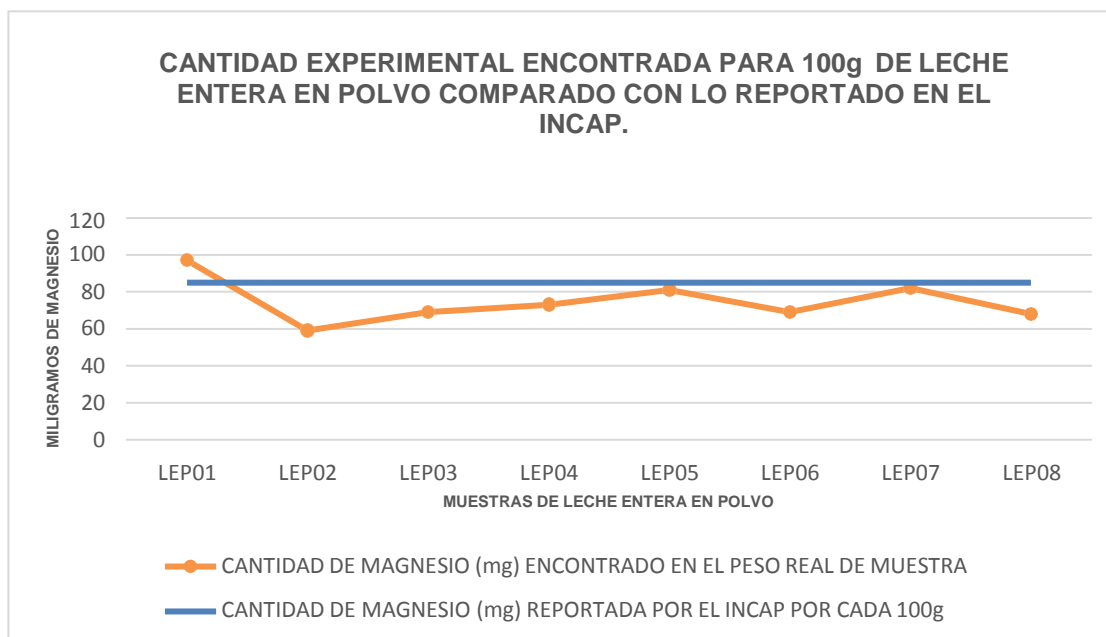


Figura N° 13. Gráfico de dispersión de los mg de magnesio para leche entera en polvoexperimental comparados con los mg reportados por el INCAP.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 13 se representa el gráfico de dispersión que contiene la relación que existe entre la variable (x) la cual representa los mg de magnesio encontrados de manera experimental para cada marca, la variable (y) representa los mg reportados por el INCAP (85mg), en los que se obtiene para el código LEP01 la mayor cantidad de magnesio, sin embargo sobrepasa lo establecido en el INCAP (97mg), seguido de los códigos LEP05 con 81mg y LEP07 con 82mg y el código LEP04 con 73mg. Los códigos LEP02, LEP03, LEP06, LEP0 obtienen los valores más bajos (59mg), (69mg), (69mg) y (68mg) respectivamente.

En la Tabla N° 7 se representan las marcas de leche entera fluida y la cantidad de magnesio encontrada en el peso muestra obtenido en laboratorio comparado con lo reportado en el INCAP que son 10 mg de magnesio por cada 100g ó 100mL de leche fluida.

Tabla N° 7. Cantidad de magnesio calculado por cada 100g de porción de leche entera fluida comparada con lo reportado en el INCAP.

CODIGO	CANTIDAD DE MAGNESIO (mg) ENCONTRADO EN EL VOLUMEN DE MUESTRA	CANTIDAD DE MAGNESIO (mg) REPORTADA POR EL INCAP PARA LECHE FLUIDA
LLE01	9.71	10
LLE02	7.93	

Fuente: Elaboración propia

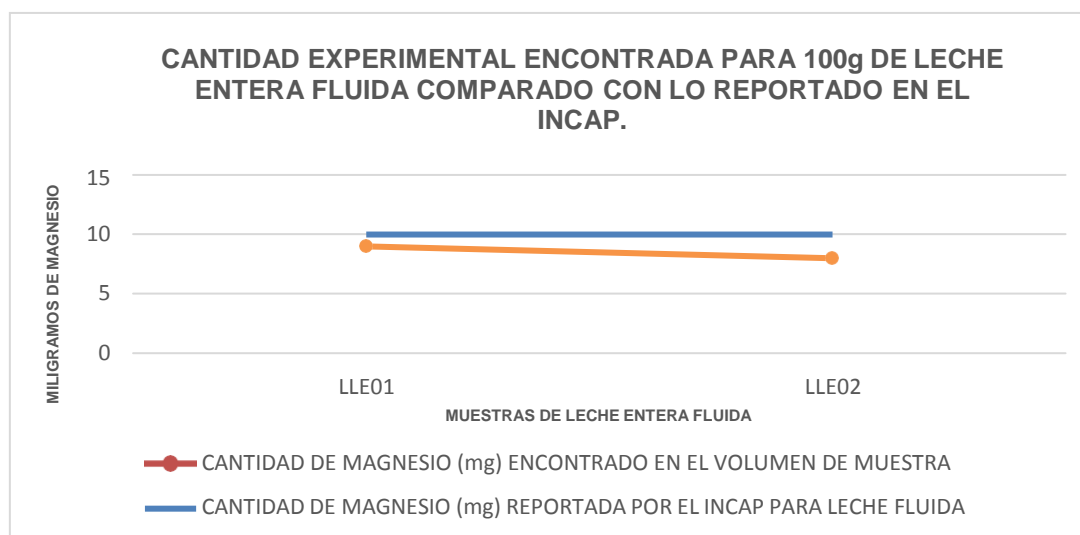


Figura N° 14. Gráfico de dispersión de los mg de magnesio para leche entera fluida experimental comparados con los mg reportados por el INCAP.

Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 14 contiene la relación que existe entre la variable (x) la cual representa los mg de magnesio encontrados de manera experimental para cada marca, la variable (y) representa los mg reportados por el INCAP (10mg), en los que se puede observar que el código LLE01 (9mg) es el valor que más se acerca a lo establecido con el INCAP, y el código LLE02 (8mg) es el que obtuvo menos mg de magnesio para leche entera fluida.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. El estudio permitió determinar que en las marcas analizadas de leche entera en polvo y fluida que se distribuyen en las dos cadenas de supermercados de la Zona Metropolitana de San Salvador se encuentra presente el magnesio, en diferentes cantidades.
2. El método de análisis titulación complejométrica es un método económico y fácil de realizar, capaz de cuantificar el magnesio en muestras de leche entera en polvo y fluida.
3. De las ocho muestras de leche entera en polvo analizadas, solo las muestras con códigos LEP05 y LEP07 con 82.1956 miligramos de magnesio por cada 100 gramos, son las muestras que más se acercan a lo establecido en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
4. De las muestras de leche entera fluida, únicamente el código LLE01 con 9.7140 miligramos de magnesio por cada 100 gramos, es el que más se acerca a lo establecido en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
5. La mayoría de las muestras analizadas no cumplen con lo establecido en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, y en algunas muestras sus valores están muy alejados de los valores de referencia; para leche entera en polvo, el código de muestra LEP01 contiene valores que sobrepasan los valores establecidos, caso contrario de la muestra de código LEP02, el cuál es el valor más bajo respecto a las demás muestras.
6. Las cantidades de magnesio en las muestras de leche varían según lo establecido en el INCAP, esto se atribuye a que cada empresa responsable de dar tratamiento a la leche tiene su propia fórmula, proceso de producción y almacenamiento, estas condiciones influyen en su estabilidad, concentración y contenido de nutrientes y minerales, incluido el magnesio.

7. El método de valoración complejométrica con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para cuantificar magnesio en leche entera en polvo y fluidas puede ser sustituido por otros métodos instrumentales oficiales, pero éste método puede ser usado para fines académicos, como una aplicación de las valoraciones complejométricas.



**CAPITULO VII  
RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. A los analistas se recomienda considerar el uso de indicador negro de eriocromo en polvo para una mejor visualización del punto final ya que en solución este indicador no es lo suficientemente estable y puede afectar al momento de realizar la titulación y la detección del punto final del análisis generando errores.
2. A las autoridades, que garanticen la cuantificación de los minerales en leches enteras en polvo y fluidas por el método de absorción atómica de todas las marcas que se comercializan en el país para ser tomados en cuenta y ser incluidos en las Normas Salvadoreñas Obligatorias para leches en polvo (NSO 67.01.02:96) y Norma Salvadoreña Obligatorias para leches fluidas pasteurizadas (NSO 67.01.02:96).
3. Al ser una propuesta para cuantificar el magnesio de leches en polvo y fluidas, se recomienda el uso de otros métodos experimentales, como por ejemplo, absorción atómica con el fin de comparar resultados entre cada método.
4. A las autoridades correspondientes, se recomienda el método de valoración complejométrica, para analizar la leche repartida en el Programa de Salud Alimentaria en las Escuelas de El Salvador.
5. Para futuras investigaciones se recomienda validar el método complejométrico en leche entera en polvo y leche entera fluida.
6. A los analistas, cumplir y mantener las Buenas Prácticas de Laboratorio para garantizar los resultados de la investigación.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ulibarry P. Codex alimentarius. Definición de leche y queso. Revista informativa. 2018. [Internet]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. [consultado 2 Abril 2022]. Disponible en: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=147097&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION#:~:text=Producto%20I%C3%A1cteo%20Es%20un%20producto,funcionalmente%20necesarios%20para%20la%20elaboración>
2. Chávez D. Métodos de obtención de la leche. Blog informativo. 2016. [Internet]. Centro Universitario del Sur. [consultado 2 de abril de 2022]. Disponible en: <https://prezi.com/6sz2-9r5t3w0/metodos-de-obtencionde-la-leche/>
3. Unión Ganadera Regional de Jalisco - Composición de la leche. Blog informativo. [Internet]. [consultado 3 de abril de 2022]. Disponible en: [http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=276&Itemid=138](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=276&Itemid=138)
4. Lerche M. Inspección veterinaria de la leche [Internet]. Zaragoza, España: Acribia; 1969. Disponible en: <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000390940>
5. Castilla F. ¿Qué es la Lactoferrina? Beneficios y propiedades. Blog informativo. 2021. [Internet]. [consultado 1 de abril de 2022]. Disponible en: <https://revistamedica.com/lactoferrina-beneficios-propiedades/>
6. Méndez L, Carillo C, Díaz L. La prolactina en el sistema inmunológico: aspectos de síntesis y efectos biológicos. Revista de investigación clínica; 2005. [Internet]. [consultado 1 de abril de 2022]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003483762005000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003483762005000300009)
7. Glauber C. Fisiología de la lactación en la vaca lechera. Revista informativa. 2007. [Internet]. Depto. De Producción Animal, Facultad

de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires, Argentina. [consultado 1 de abril de 2022]. Disponible en:

[https://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/131-fisiologia.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/131-fisiologia.pdf)

8. Agudelo D, Bedoya O. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista de investigación. 2005. [Internet]. Colombia: Corporación Universitaria Lasallista. [consultado 3 de abril de 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/26612999\\_Composicion\\_nutricional\\_de\\_la\\_leche\\_de\\_ganado\\_vacuno](https://www.researchgate.net/publication/26612999_Composicion_nutricional_de_la_leche_de_ganado_vacuno)
9. Jensen RG, Ferri AM, Lammi-Keefe CJ. The composition of milk fat. J Dairy Sci. 1991;62.
10. Proceso de industrialización de la leche. Blog informativo. [Internet]. [consultado 30 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://lecheyc.com/posicion.com/proceso-de-industrializacion-de-la-leche/>
11. Martínez Suárez V, Moreno Villares JM, Dalmau Serra J, Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Recomendaciones de ingesta de calcio y vitamina D: posicionamiento del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. An Pediatr (Barc) [Internet]. Disponible en : <https://www.analesdepediatria.org/index.php?p=revista&tipo=pdfsimple&pii=S1695403311006096>
12. Summary and outlook. European Journal Clinical Nutrition [Internet]. 2003. [consultado 3 de abril de 2022]; 57 Suppl 2(S2):S96-100. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/1601908>
13. Fernández Fernández E, Martínez Hernández JA, Martínez Suárez V, Moreno Villares JM, Collado Yurrita LR, Hernández Cabria M. Consensus document: nutritional and metabolic importance of cow's milk. Nutrition Hospital. [Internet]. 2014;31(1):92–101. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>

14. Leche en polvo. Revista ECURED. 2018. [Internet]. Biblioteca virtual de Argentina. [Internet]. [consultado 30 de marzo de 2022]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Leche\\_en\\_polvo#Envase\\_y\\_conservaci.C3.B3n](https://www.ecured.cu/Leche_en_polvo#Envase_y_conservaci.C3.B3n)
15. Diferencias entre la leche en polvo y la líquida. Blog informativo vitónica. 2015. [Internet]. [consultado 30 de Marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.vitonica.com/alimentosfuncionales/diferencias-entre-la-leche-en-polvo-y-la-liquida>
16. Bartolomé Bonet, Jaime Dalmau, Inmaculada Gil, Pedro Gil, Manuela Juárez, Pilar Matia y Rosa Ortega. Libro blanco de los lácteos. Federación Nacional de Industrias lácteas. 2014.
17. Leche en polvo vs leche líquida. Revista informatia infoAGRO. 2022. [Internet]. [consultado 30 de Marzo de 2022]. Disponible en: <https://infoagro.com.ar/leche-en-polvo-vs-leche-liquida-cualpreferis/>
18. Leche en polvo. Blog informativo FOOD HOME. 2018 [Internet]. [consultado 30 de Marzo de 2022]. Disponible en: <https://conservaciondealimentos.com/es/lacteos/leche-en-polvo/>
19. Magnesio. Artículo especializado QUIMICA. ES. 2016. [Internet]. [consultado 3 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Magnesio.html>
20. National Institutes of Health website. Magnesium: fact sheet for health professionals. 2017. [Internet]. [consultado 3 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-Health Professional/#h5>
21. Qué es el Magnesio, Propiedades y beneficios. Blog informativo FARMACIA ANGULO. [Internet]. [consultado 3 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://nutricionyfarmacia.es/blog/nutricion/minerales/que-es-el-magnesiopropiedades-y-beneficios/>
22. Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2015). Fundamentos de química analítica (9a. edición). México D.F.: Cengage Learning.

23. Navas AM, Saravia FM. Cuantificación de calcio por el método gravimétrico en leches pasteurizadas enteras, fluidas y en polvo, distribuidas en un supermercado en Antigua Cuscatlán [Internet]. Trabajo de graduación. [San Salvador, El Salvador, CentroAmérica]: Universidad de El Salvador; 2012. Disponible en: [https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2328/1/TRABAJO\\_DE\\_GRADUACION.pdf](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2328/1/TRABAJO_DE_GRADUACION.pdf)
24. Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP)/Menchú MT, Méndez H. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica [base de datos en línea]. Guatemala: INCAP/OPS, 2007 2a edición [23.2.2011]. Disponible en: <http://www.INCAP.com>
25. Dubón AR, Guadron AI. Determinación cuantitativa de elementos presentes en sales inorgánicas por métodos complejométricos no oficiales. [Internet]. Trabajo de graduación. [San Salvador, El Salvador, CentroAmérica]: Universidad de El Salvador; 2009. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2597/>

## **ANEXOS**

## ANEXO N°1

Tabla N° 8. Códigos utilizados para marcas de leche entera en polvo y fluida

<b>LECHE ENTERA EN POLVO</b>	
<b>MARCAS</b>	<b>CÓDIGOS UTILIZADOS</b>
ANCHOR	LEP01
AUSTRALIAN	LEP02
IRA 26	LEP03
NIDO	LEP04
DANY	LEP05
SELECTOS	LEP06
DOS PINOS	LEP07
RIO GRANDE	LEP08
<b>LECHE ENTERA FLUIDA</b>	
<b>MARCAS</b>	<b>CÓDIGOS UTILIZADOS</b>
AUSTRALIAN	LLE01
DOS PINOS	LLE02

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO N° 2

### DETERMINACION DE DENSIDAD PARA LECHE ENTERA FLUIDA A 22°C

Datos:

Peso picnómetro vacío: 16.0251g

Peso picnómetro con muestra: 26.0628g

Volumen picnómetro= 10mL

Cálculo:

$$\text{Densidad} = \frac{26.0628g - 16.0251g}{10mL}$$

$$\text{Densidad} = 1.0038g/mL$$

**ANEXO N° 3**

**DETERMINACION DE MILIGRAMOS DE MAGNESIO EN 100 g DE LECHE  
ENTERA EN POLVO Y LECHE ENTERA FLUIDA**

## LECHE ENTERA EN POLVO

### LEP01

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (9.0\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 96.05\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (9.1\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 97.12\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (9.1\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 97.12\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{mg de Mg para LEP01: } \frac{(96.05+97.12+97.12)\text{mg}}{3} = 96.76\text{mg}$$

### LEP02

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (5.5\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 58.69\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (5.6\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 59.76\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (\text{mL gastados EDTA}) \times (\text{Mreal}) \times (\text{peso molar Mg}) \times (\text{FD})$$

$$\text{Miligramos de Mg} = (5.6\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

Miligramos de Mg= 59.76mg/100g

$$\text{mg de Mg para LEP02: } \frac{(58.69\text{mg}+59.76\text{mg}+59.76\text{mg})}{3} = 59.40\text{mg}$$

### LEP03

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg= } (6.4\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

Miligramos de Mg= 68.30mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg= } (6.6\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

Miligramos de Mg= 70.44mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg= } (6.4\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

Miligramos de Mg= 68.30mg/100g

$$\text{mg de Mg para LEP03: } \frac{68.30\text{mg}+70.44\text{mg}+68.30\text{mg}}{3} = 69.01\text{mg}$$

### LEP04

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg= } (7.0\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

Miligramos de Mg= 74.71mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg= } (6.8\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

Miligramos de Mg= 72.57mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (6.9mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 73.64mg/100g

$$\text{mg de Mg para LEP04: } \frac{74.71\text{mg}+72.57\text{mg}+73.64\text{mg}}{3} = 73.64\text{mg}$$

### LEP05

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.6mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 81.11mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.8mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 83.25mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.6mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 81.11mg/100g

$$\text{mg de Mg para LEP05: } \frac{81.11\text{mg}+83.25\text{mg}+81.11\text{mg}}{3} = 81.82\text{mg}$$

### LEP06

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (6.5mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 72.57mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (6.4mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 68.30mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (6.5mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 69.37mg/100g

$$\text{mg de Mg para LEP06: } \frac{69.37\text{mg}+68.30\text{mg}+69.37\text{mg}}{3} = 69.01\text{mg}$$

### LEP07

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.6mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 81.11mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.8mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 83.25mg/100g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.7mL) x (0.1098M) x (24.3mol/g) x (4)

Miligramos de Mg= 82.19mg/100g

$$\text{mg de Mg para LEP07= } \frac{(81.11+83.25+82.19)\text{mg}}{3} = 82.18\text{mg/100g}$$

## LEP08

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg} = (6.2\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 66.17\text{mg}/100\text{g}$$

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg} = (6.6\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 70.44\text{mg}/100\text{g}$$

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg} = (6.4\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{mol/g}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 68.30\text{mg}/100\text{g}$$

$$\text{mg de Mg para LEP07} = \frac{66.17\text{mg} + 70.44\text{mg} + 68.30\text{mg}}{3} = 68.30\text{mg}/100\text{g}$$

## LECHE ENTERA FLUIDA

### LLE01

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg} = (9.0\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{g/mol}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 96.05\text{mg}/1000\text{mL}$$

Entonces, para 100mL ó 100g:

$$96.05\text{mg} \text{-----} 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ mg} \text{-----} 100\text{mL}$$

$$X = 9.60\text{mg}/100 \text{ mL} \text{ ó } 9.60\text{mg}/100 \text{ g}$$

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (9.2mL) x (0.1098M) x (24.3g/mol) x (4)

Miligramos de Mg = 98.18mg/1000mL

Entonces, para 100mL ó 100g:

98.18mg----- 1000 mL

X mg-----100mL

X= 9.81mg/100 mL ó 9.81mg/100 g

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (9.1mL) x (0.1098M) x (24.3g/mol) x (4)

Miligramos de Mg = 97.12mg/1000mL

Entonces, para 100mL ó 100g:

97.12mg----- 1000 mL

X mg-----100mL

X= 9.71mg/100 mL ó 9.71mg/100 g

Promedio de miligramos de Mg=  $\frac{(9.60+9.81+9.71)\text{mg}}{3}$

Promedio de miligramos de Mg= 9.71mg/100g

## LLE02

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

Miligramos de Mg= (7.3mL) x (0.1098M) x (24.3g/mol) x (4)

Miligramos de Mg = 77.91mg/1000mL ó 77.91mg /1000g

Entonces, para 100mL ó 100g:



$$\begin{aligned}
 &77.91\text{mg} \text{-----} 1000 \text{ mL} \\
 &X \text{ mg} \text{-----} 100\text{mL} \\
 &X = 7.79 \text{ mg}/100 \text{ mL} \text{ ó } 7.79 \text{ mg}/100 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg} = (7.6\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{g/mol}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 81.11\text{mg}/1000\text{mL} \text{ ó } 81.\text{mg} /1000\text{g}$$

Entonces, para 100mL ó 100g:

$$\begin{aligned}
 &81.11\text{mg} \text{-----} 1000 \text{ mL} \\
 &X \text{ mg} \text{-----} 100\text{mL} \\
 &X = 8.11 \text{ mg}/100 \text{ mL} \text{ ó } 8.11 \text{ mg}/100 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Miligramos de Mg= (mL gastados EDTA) x (Mreal) x (peso molar Mg) x (FD)

$$\text{Miligramos de Mg} = (7.4\text{mL}) \times (0.1098\text{M}) \times (24.3\text{g/mol}) \times (4)$$

$$\text{Miligramos de Mg} = 78.98\text{mg}/1000\text{mL} \text{ ó } 78.98\text{mg} /1000\text{g}$$

Entonces, para 100mL ó 100g:

$$\begin{aligned}
 &78.98\text{mg} \text{-----} 1000 \text{ mL} \\
 &X \text{ mg} \text{-----} 100\text{mL} \\
 &X = 7.89 \text{ mg}/100 \text{ mL} \text{ ó } 7.89 \text{ mg}/100 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\text{Promedio de miligramos de Mg} = \frac{(7.79+8.11+7.89)\text{mg}}{3}$$

$$\text{Promedio de miligramos de Mg} = 7.93\text{mg}/100\text{g}$$

**ANEXO N° 4**  
**DETERMINACION DE PORCENTAJE DE MAGNESIO EN LECHE ENTERA EN POLVO**  
**Y LECHE ENTERA FLUIDA**

## LECHE ENTERA EN POLVO

**LEP01**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{96.76\text{mg}}{85\text{mg}} * 100 = 114\%$$

**LEP02**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{59.40\text{mg}}{85\text{mg}} * 100 = 70\%$$

**LEP03**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{69.01\text{mg}}{85\text{mg}} * 100 = 81\%$$

**LEP04**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{73.64\text{mg}}{85\text{mg}} * 100 = 87\%$$

**LEP05**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{81.82\text{mg}}{85\text{mg}} * 100 = 96\%$$

**LEP06**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{69.01\text{mg}}{85\text{mg}} * 100 = 81\%$$

**LEP07**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{82.18}{85} * 100 = 97\%$$

**LEP08**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{68.30\text{mg}}{85\text{mg}} * 100 = 80\%$$

## LECHE ENTERA FLUIDA

**LLE01**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{9.71\text{mg}}{10\text{mg}} * 100 = 97\%$$

**LLE02**

$$\% \text{Magnesio} = \frac{7.93\text{mg}}{10\text{mg}} * 100 = 79\%$$

**ANEXO N° 5**  
**FOTOGRAFIAS**



Figura N° 15. Tratamiento, reconstitución y análisis de las muestras.  
Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°6 DOCUMENTO INCAP



Figura N° 16. Portada del documento INCAP (24)

Código	NOMBRE	Agua %	Energía Kcal	Proteína g	Grasa total g	Carbohidratos g	Fibra diet. total g	Cenizas g	Calcio mg	Fósforo mg	Hierro mg	Nitrógeno mg	Fluoruro mg	Magnesio mg	Marina mg	NaCl mg	Vit. A (UI) %	Alc. grasos monoinsaturados g	Alc. grasos poliinsaturados g	Alc. grasos saturados g	Carotenos mg	Retinol mg	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Alc. Biotico mg	Ácido Fólico mg	Enzimas mg	Componentes %	
<b>01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES</b>																													
1001	QUESO, ESPESA	57.71	346	2.05	37.00	2.70	0.00	0.45	65	62	0.03	0.02	0.11	0.04	1	411	10.09	1.17	23.03	137	75	38	0.23	7	0.03	0.15	0	4	1.00
1002	QUESO, BAJA	73.75	195	2.70	19.31	3.66	0.00	0.58	96	80	0.04	0.03	0.15	0.06	1	181	5.03	0.72	12.02	66	122	40	0.27	9	0.03	0.21	0	2	1.00
1003	QUESO, SUSTITUTO M/LACTO, EN POLVO	2.21	546	4.79	35.48	54.48	0.00	2.64	22	422	1.15	0.05	0.37	0.00	0	2	0.97	0.01	32.53	0	812	382	0.51	4	0.09	0.59	0	0	1.00
1004	LECHE DE BURRA, FLUIDA	90.20	61	1.70	3.00	6.50	0.00	0.40	126	57	0.30	0.02	0.09	0.00	0	2													1.00
1005	LECHE DE CABRA, FLUIDA	87.03	66	3.56	4.14	4.45	0.00	0.82	134	113	0.05	0.05	0.34	0.28	1	57	1.11	0.35	2.67	11	204	50	0.30	14	0.05	0.67	0	1	1.00
1008	LECHE DE VACA, CHOCOLADADA, FLUIDA, BAJA EN GRASA	82.17	71	2.30	1.90	12.13	0.70	0.81	100	78	0.24	0.05	0.56	0.16	0	66	0.45	0.09	1.11	8	125	61	0.39	14	0.02	0.31	0	2	1.00
1045	LECHE DE VACA, CON COCOA, FLUIDA	82.57	77	3.52	2.33	10.43	0.00	0.65	105	105	0.48	0.04	0.38	0.15	0	51	0.68	0.05	1.41	8	197	44	0.63	23	0.04	0.42	0	5	1.00
1009	LECHE DE VACA, CONDENSADA C/ZUCAR, ENLAT.	27.15	323	7.02	8.70	94.40	0.00	3.83	284	253	0.19	0.09	0.42	0.21	3	74	2.43	0.34	5.43	34	371	227	0.94	29	0.06	0.44	0	11	1.00
1012	LECHE DE VACA, DESCREMADA C/DT A, EN POLVO	3.16	382	36.16	0.77	51.98	0.00	7.93	1257	968	0.32	0.43	1.55	0.95	7	651	0.20	0.05	0.51	20	1794	535	4.08	110	0.36	4.01	0	50	1.00
1013	LECHE DE VACA, DESCREMADA C/DT A, EN POLVO INSTANTANEA	2.98	358	35.10	0.42	52.19	0.00	3.03	1231	985	0.31	0.42	1.74	0.89	8	709	0.19	0.05	0.47	18	1795	549	4.41	117	0.34	3.59	0	10	1.00
1046	LECHE DE VACA, DESCREMADA C/DT A, FLUIDA (1% GRASA)	89.02	41	3.37	0.27	4.90	0.00	0.75	110	95	0.03	0.02	0.19	0.00	0	58	0.28	0.04	0.63	5	150	44	0.42	11	0.04	0.44	0	5	1.00
1011	LECHE DE VACA, DESCREMADA S/DT A, EN POLVO	3.16	382	36.16	0.77	51.98	0.00	7.93	1257	968	0.32	0.43	1.55	0.95	7	6	0.20	0.05	0.51	20	1794	535	4.08	110	0.36	4.01	0	50	1.00
1007	LECHE DE VACA, CONDENSADA, EN POLVO (PL 480)	3.16	382	36.16	0.77	51.98	0.00	7.93	1257	968	0.32	0.42	1.55	0.95	7	901													1.00
1015	LECHE DE VACA, ENTERA, EN POLVO	2.47	406	26.32	26.71	38.42	0.00	6.06	912	776	0.47	0.28	1.23	0.65	9	257	7.92	0.57	16.74	97	1300	371	3.34	85	0.30	3.25	0	17	1.00
1014	LECHE DE VACA, ENTERA, EMPAQUADA C/DT A, ENLAT.	74.04	234	6.81	7.96	10.64	0.00	1.56	291	209	0.19	0.06	0.32	0.10	2	132	2.34	0.25	4.53	29	305	206	0.77	24	0.05	0.31	0	8	1.00
1015	LECHE DE VACA, ENTERA, FLUIDA (3.25% GRASA)	88.32	61	3.22	3.25	6.52	0.00	0.69	115	91	0.03	0.04	0.18	0.11	0	28	0.81	0.19	1.87	10	145	40	0.40	11	0.04	0.41	0	5	1.00
1010	LECHE DE VACA, SEMIDESCREMADA (2% GRASA), FLUIDA	89.23	51	3.30	2.07	4.48	0.00	0.71	117	94	0.03	0.04	0.19	0.09	0	56	0.56	0.07	1.21	8	150	41	0.43	11	0.04	0.41	0	5	1.00
1047	LECHE DE VACA, SEMIDESCREMADA (2% GRASA), FORTIFICADA, FLUIDA	87.31	56	3.38	1.98	5.40	0.00	0.87	145	112	0.06	0.05	0.10	0.10	1	0	0.57	0.07	1.21	8	182	58	0.45	11	0.05	0.43	0	6	1.00
1007	LECHE HUMANA, FLUIDA	87.50	45	1.00	3.50	6.90	0.00	32																					1.00
1020	QUESO AMARILLO, PASTRIZ B PROCES, PARA UNTAR	47.65	200	56.41	21.13	8.79	0.00	5.98	562	712	0.33	0.06	0.48	0.13	0	173	6.22	0.62	13.39	55	242	1345	2.59	23	0.12	0.40	0	7	1.00
1019	QUESO AMARILLO, PASTRIZ B PROCES, ROTAMAS	38.11	375	22.15	51.15	1.60	0.00	5.86	552	513	0.19	0.03	0.35	0.07	0	254	8.95	0.99	19.09	94	169	1409	2.84	27	0.07	0.70	0	8	1.00
1040	QUESO AMARILLO, PASTRIZ B PROCES, ROTAMAS BAJO EN GRASA	58.90	280	24.90	7.00	3.50	0.00	9.00	694	827	0.43	0.02	0.39	0.08	0	57	2.01	0.22	4.41	35	180	1410	3.32	24	0.08	0.77	0	9	1.00
1028	QUESO AMARILLO, PASTRIZ B PROCES, ROTAMAS C/PALMAYO	38.04	375	22.13	51.10	1.73	0.10	5.86	614	744	0.42	0.03	0.35	0.08	2	248	8.94	0.99	19.66	94	169	1408	2.88	27	0.07	0.70	0	8	1.00
1022	QUESO BLANCO (PANAMA)	53.80	278	17.10	23.10	4.50	0.00	4.00	543	367	2.00	0.03	0.59	0.10	0	252	5.75	0.45	15.26	72	187	842	2.38	21	0.23	1.19	82	1.00	

Figura N° 17. Tabla de composición de alimentos en 100g de porción (24)

**ANEXO N° 7**  
**LISTADO DE EQUIPO, CRISTALERIA Y REACTIVOS**

Equipo:

- Balanza analítica

Cristalería:

- Erlenmeyer 250 mL
- Probeta de 25 mL
- Balones Volumétricos de 50, 100 y 250 mL
- Agitador
- Pipeta volumétrica de 10mL y 25mL
- Soporte completo para bureta

Reactivos:

- Buffer de cloruro de amonio - hidróxido de sodio
- Carbonato de Calcio 0.1M
- Etilendiaminotetracético sal disódica (EDTA) 0.1 M
- Indicador negro de Ericromo T
- Indicador murexida o purpurato de Amonio
- Solución reguladora de Hidróxido de Sodio