

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**PROPUESTA DEL METODO TITRIMETRICO POR OXIDO REDUCCION  
CON PERMANGANATO DE POTASIO PARA DETERMINAR CALCIO EN  
TABLETAS Y EN LECHEs ENTERAS FLUIDAS PASTEURIZADAS.**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

DAYSI GUADALUPE DURAN VELASCO  
FATIMA LEONILA HERNANDEZ CASTILLO

**PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA**

OCTUBRE DE 2013

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

**SECRETARIA GENERAL**

**DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA**

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

**LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO**

**SECRETARIO**

**LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LÓPEZ**

## **COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACION**

### **CORDINADORA GENERAL**

Licda.: María Concepción Odette Rauda Acevedo.

### **ASESORA DE ÁREA DE ANALISIS DE ALIMENTOS Y QUIMICA**

#### **AGRICOLA:**

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

### **ASESORA DE ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS**

#### **FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS:**

MSc. Rocío Ruano de Sandoval.

### **DOCENTES DIRECTORES:**

Lic. Guillermo Antonio Castillo

Lic. Ramón Alberto Murcia

## AGRADECIMIENTOS

- **A Dios:** por habernos permitido culminar este trabajo de graduación porque él nos guió y nos dio la sabiduría necesaria para poder realizarlo.
- **A nuestros padres:** ya que ellos han sido nuestro apoyo y nunca nos han dado la espalda y a la vez nos incentivaron siempre para continuar nuestros estudios, a pesar de todas las dificultades.
- **A nuestros docentes directores:** Lic. Guillermo Castillo y Lic. Ramón Murcia, porque siempre nos dedicaron su tiempo durante la realización de nuestro trabajo de graduación y estuvieron incondicionalmente siempre que necesitábamos su ayuda, brindándonos su apoyo y motivación.
- **A nuestras asesoras de área:** por dedicarnos parte de su tiempo con su presencia en cada una de las defensas y brindar sus conocimientos para mejorar este trabajo de graduación.
- **A nuestros amigos:** Gracia, Johanna, Karen, Krissia, Laura, Magaly, Miguel, Mirella, Sandra, Sonia, WanChen y William. Por su comprensión en aquellos momentos difíciles y estresantes que hemos llevado a lo largo de la carrera, y por apoyarnos y hacernos reír en los momentos de angustia y desesperación.
- **Al área de laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia:** por permitirnos trabajar en la parte experimental y especialmente la colaboración de los laboratoristas don Luis, don Antonio y don Raúl.

Y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron con nosotras en la realización de este trabajo.

**Daysi Durán y Fátima Hernández**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso por bendecirme, darme fuerzas y guiarme en todo momento hasta culminar esta etapa tan importante de mi vida y por iluminar mí mente durante todos estos años y permitirme llegar a cumplir este sueño.

A mis padres Lucita y Toñito, por todo el esfuerzo que hicieron para ver a su hija una profesional; por aquellas noches de desvelo junto conmigo, por todo el apoyo, fuerza, consejos y sobre todo amor que me han dado en momentos de desesperación y porque siempre creyeron en mí que podía lograr este sueño, un sueño y logro no solo mío sino también de ustedes. Los amo muchísimo.

A mis hermanos Oscar y Heidi, que con su ejemplo de lucha, consejo y regaños me ayudaron para seguir adelante.

A mi compañera de tesis Fátima, que a demás de ser mi amiga es como una hermana, por apoyarme siempre en todos los aspectos de mi vida; por la paciencia y confianza puesta en mí para la realización de este trabajo. Por estar conmigo en las buenas y malas, y animarme en todo momento. Logramos llegar al final y cumplir este sueño. Te quiero mucho.

A mis amigos de siempre; Marce, Any, Rosy, Rodri y Fer que me dieron su apoyo, ánimos y siempre creyeron que yo podía llegar al final de esta etapa, los quiero muchísimo (ILY).

**Daysi Guadalupe Durán Velasco**

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios por haberme dado las fuerzas en los momentos más duros de mi vida, porque Él es autor de mi vida y de cada cosa que hago, a mi Madre del cielo mi virgencita porque siempre intercede por mí ante su hijo y escucho mis oraciones para poder culminar esta carrera, a mi papi Leo Hernández por cada uno de sus consejos y por no perder la fe de que algún día culminaría mis estudios, a mi mamita Lucy por ser esa mujer hermosa que siempre me apoyo y puso toda su confianza en mí cuando necesite su apoyo en los estudios, a Leo por haberme ayudado siempre en mate, cosas de números y compartir con migo sus conocimientos, a Saúl por siempre animarme a seguir y darme su apoyo, a Willito el angelito de la casa porque es nuestra alegría, a mi novio Jaimito que ha estado a mi lado apoyándome, siendo paciente cuando estudiaba y enseñándome en las materias más difíciles, te amo, a mis amigas que han estado durante mi formación desde el bachillerato hasta la Universidad, les dedico este triunfo y le doy gracias por cada momento en las noches de “estudio” y momentos de distracción, las quiero mucho; Claudia, Gracia, Johanna, Karen, Krissia, Laura, Magaly, Mirella, Nathaly, Sandra, Sonia y a mi amiga y compañera de tesis Daysi por tener ese don de la paciencia, porque juntas logramos el objetivo que nos planteamos, porque aparte de ser amigas supimos ser un equipo te quiero mucho gracias por tu apoyo y en fin dedico esta tesis a todas las personas bellas que han formado parte de mi caminar en mi iglesia y las que he conocido a lo largo de mis estudios y mi vida ¡¡¡Bendiciones a todos!!!

**Fátima Leonila Hernández Castillo**

## INDICE

### RESUMEN

1.0 INTRODUCCION	xix
2.0 OBJETIVOS	
2.1.OBJETIVO GENERAL	
2.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS	
3.0 MARCO TEORICO	23
3.1 CALCIO	23
3.1.1 Propiedades Químicas y Físicas del calcio	25
3.1.2 Toxicidad	25
3.2 CARBONATO DE CALCIO	25
3.2.1 Propiedades físicas y químicas	28
3.3 LA LECHE	29
3.3.1 Origen, historia, producción y consumo de la leche	29
3.3.2 Componentes de la leche	30
3.3.3 Beneficios de la leche en el organismo humano	31
3.3.4 Leche de vaca	31
3.3.5.Lече pasteurizada	32
3.4 ANALISIS VOLUMETRICO	33
3.4.1 Tipos de reacciones en volumetría	34
3.5 VALORACIONES OXIDO-REDUCCIÓN	34
3.5.1 Detección del punto final	34
3.5.2 Indicadores REDOX	36
3.6 PERMANGANATO DE POTASIO	37
3.6.1 Clasificación de las valoraciones oxido-reducción	37
4.0 DISEÑO METODOLOGICO	40
4.1 TIPO DE ESTUDIO	40
4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	40

4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO	40
4.4 PARTE EXPERIMENTAL	41
a) Determinación de Calcio en tabletas	41
b) Análisis de materia prima, Carbonato de calcio	43
c) Análisis en leches	45
5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	51
6.0 CONCLUSIONES	60
7.0 RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	



## INDICE DE ANEXOS

### Anexo N°:

1. Preparación de reactivos.
2. Estandarización de las soluciones valorantes.
3. Cálculo de la equivalencia del volumen de Permanganato de potasio para obtener gramos de Oxalato de calcio.
4. Procedimientos del análisis de tabletas y leches enteras fluidas pasteurizadas por el método complejométrico.
5. Cálculos por el método complejométrico.
  - Determinación de Carbonato de calcio y Calcio en tabletas por el método complejométrico.
  - Determinación del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio, materia prima por el método complejométrico.
  - Determinación de Calcio en leches enteras fluidas pasteurizadas por el método complejométrico.
6. Cálculos para determinar la cantidad teórica de precipitado de Oxalato de calcio y la concentración de la solución de Ácido oxálico a utilizar para el método óxido-reducción.
7. Cálculos del análisis de tabletas y leches enteras fluidas pasteurizadas por el método propuesto titrimétrico por óxido-reducción.
  - Determinación de Carbonato de calcio y Calcio por el método titrimétrico por óxido-reducción.

- Determinación del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio, materia prima por el método titrimétrico por óxido-reducción.
- Determinación de Calcio en leches enteras fluidas pasteurizadas por el método titrimétrico por óxido-reducción.

8. Tabla de potenciales eléctricos.

9. Guía de observación realizada a establecimientos que comercializan tabletas de Carbonato de calcio y leches enteras fluidas pasteurizadas.

10. Fotografías de la parte experimental.

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°:</b>	<b>N° pag</b>
1. Resultados de la determinación de Carbonato de calcio y de Calcio en tabletas.	54
2. Resultados del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio.	56
3. Resultados promedios de la determinación de calcio en dos marcas de leche enteras fluidas pasteurizadas de origen nacional.	57
4. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de las tabletas Kalman por su factor de corrección (Fc).	
5. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de las tabletas Kalman por su factor de corrección (Fc).	
6. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de Carbonato calcio, materia prima por su factor de corrección (Fc).	
7. Resumen de resultados de análisis por el método complejométrico con EDTA 0.05 M a tabletas y materia prima.	
8. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de leche entera fluida pasteurizada Salud por su factor de corrección (Fc).	

9. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de leche entera fluida pasteurizada Valle Blanco por su factor de corrección (Fc).
10. Resumen de análisis de leche Salud por el método complejométrico con EDTA 0.05 M.
11. Resumen de análisis de leche Valle Blanco con el método complejométrico con EDTA 0.05 M.
12. Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de tabletas KALMAN por su factor de corrección (Fc).
13. Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de tabletas TUMS por su factor de corrección (Fc).
14. Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de Carbonato de calcio, materia prima por su factor de corrección (Fc).
15. Resumen de resultados obtenidos por el método titrimétrico por óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1 N realizado a tableas y materia prima.
16. Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de leche entera fluida pasteurizada Salud por su factor de corrección (Fc).

17. Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de leche entera fluida pasteurizada Valle Blanco por su factor de corrección (Fc).
18. Resumen de resultados del análisis de leche salud por el método óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1 N.
19. Resumen de resultados del análisis de leche Valle Blanco por el método óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1N.

## INDICE DE TABLAS

### Tabla N°:

1. Indicadores REDOX más utilizados.	35
2. Resultados de la guía de observación de farmacias	50
3. Resultados de la guía de observación de supermercados.	51
4. Tabla de potenciales eléctricos.	
5. Recomendaciones dietéticas diarias de vitaminas y minerales según el INCAP.	

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>		<b>N°pág.</b>
1.	Imagen de un hueso normal y uno con osteoporosis	23
2.	Imagen radiología de un hueso	24
3.	Ordeño manual de leche de vaca	30
4.	Ordeño mecánico de leche de vaca	32
5.	Equipo utilizado en la pasteurización de la leche	33
6.	Color del punto final en una titulación óxido-reducción	35
7.	Representación gráfica del punto final en la valoración	35

## RESUMEN

El Calcio es el ion inorgánico más abundante en el organismo humano, en un adulto de 70 kg se puede encontrar 1.2Kg lo que representa 1.5 y 2% de su peso; aproximadamente del 95% a 99% de Calcio total está en los dientes y los huesos. El Calcio es un componente esencial para la preservación del esqueleto y dientes y también interviene en funciones nerviosas y musculares; por esto es necesaria la ingesta diaria de la cantidad recomendada de Calcio según la edad y por tanto, es importante cuantificar el contenido de Calcio en alimentos y medicamentos que se consumen para suplir los requerimientos del organismo.<sup>(3)</sup>

En los Métodos oficiales de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC) no existe el método para la cuantificación de Calcio por valoración óxido-reducción en leches y para las formas farmacéuticas en tabletas, la Farmacopea de los Estados Unidos de América edición USP 34, recomienda la valoración complejométrica; la presente investigación tuvo como objeto proponer el método de valoración óxido-reducción (REDOX) con Permanganato de potasio 0.1N, para determinar Calcio en leches enteras fluidas pasteurizadas y tabletas de Carbonato de calcio, llevando como estándar de trabajo Carbonato de calcio, materia prima, el cual fue utilizado como referencia para darle validez al método óxido-reducción.

La investigación se realizó con dos marcas de leche entera fluida pasteurizada comercializadas en el supermercado Super Selectos y dos marcas de tabletas de Carbonato de Calcio comercializadas en Farmacias Virgen de Guadalupe, ambas sucursales pertenecientes al centro del Municipio de Mejicanos, del departamento de San Salvador, seleccionados por medio de una guía de observación.

La determinación de Calcio se llevó a cabo mediante una valoración óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1 N, realizando por triplicado cada muestra en análisis; en las muestras de leche previamente se separó el Calcio



precipitándolo en forma de Oxalato de calcio, luego de una serie de procesos se valoró y a partir del volumen gastado se determinó el contenido de Calcio y los resultados se compararon con el cálculo obtenido en base a lo rotulado de Calcio en su etiqueta y las recomendaciones dietéticas diarias de la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP); para el análisis de las tabletas de Carbonato de calcio, al igual que en la leche se determinó el contenido de Calcio y éste se comparó con un estándar de trabajo de Carbonato de Calcio, materia prima. Al mismo tiempo se llevó a cabo el análisis por el método complejométrico con EDTA 0.05 M en cada producto analizado para comprobar que estos contenían la cantidad de Calcio que especifica su etiqueta por ser el método de elección para este tipo de determinación.

La parte experimental se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador durante el año 2013.

Los resultados obtenidos en la determinación de Calcio por el método titrimétrico por óxido-reducción en el análisis de tabletas, no fueron conformes de acuerdo a lo que rotula cada marca de tabletas; de igual forma para el análisis de Calcio en leches enteras fluidas pasteurizadas, los valores de Calcio no son los que se esperaban; por lo tanto se dice que el método titrimétrico por óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1 N determina Calcio en leches y tabletas pero no puede cuantificar el Calcio total de cada producto, por esta razón no podría utilizarse como una alternativa al método complejométrico, para esto se recomienda aplicar y validar el método complejométrico al trabajar con estos productos.

CAPITULO I  
INTRODUCCION

## 1.0 INTRODUCCION

La leche es el alimento más completo debido a que aporta muchos nutrientes necesarios en la dieta del ser humano <sup>(13)</sup>; sin embargo, en algunos casos no es suficiente la ingesta diaria de leche o productos lácteos para suplir la ingesta diaria recomendada de nutrientes como el Calcio, por lo que es necesario administrar suplementos como el Carbonato de calcio disponible en diferentes formas farmacéuticas como las tabletas. La deficiencia de Calcio en el cuerpo humano es una de las principales causas de osteoporosis, de ahí la importancia de su determinación en productos comúnmente consumidos por las personas.

En este trabajo de investigación se realizó la determinación de Calcio por el método de valoración óxido-reducción (REDOX) con Permanganato de Potasio 0.1 N, como una alternativa al método complejométrico que es el de elección para este tipo de determinación; a dos marcas de tabletas y a dos marcas de leche entera fluida pasteurizada de origen Nacional, se realizó el ensayo por triplicado; llevando un estándar de trabajo de Carbonato de calcio, materia prima, el cual fue utilizado como referencia.

La parte experimental se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Los resultados obtenidos de la determinación de Calcio se compararon con el estándar de trabajo y lo rotulado en cada producto, esto es para el caso de las tabletas y para las leches se comparó con el cálculo obtenido en base a lo rotulado de Calcio en su etiqueta y a las recomendaciones dietéticas diarias de la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP).

El desarrollo de toda la investigación se realizó en el periodo del año 2013.

Los resultados obtenidos en la determinación de Calcio por el método titrimétrico por óxido-reducción en el análisis de tabletas de Carbonato de calcio y leches, mostraron que dicho método no puede utilizarse como una alternativa al método complejométrico.

CAPITULO II  
OBJETIVOS

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL.**

Proponer el método titrimétrico por oxidación - reducción con Permanganato de potasio para determinar Calcio en tabletas y en leches enteras fluidas pasteurizadas.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- 2.2.1. Realizar una guía de observación de las diferentes marcas de leche entera fluida pasteurizada de origen nacional y de tabletas de calcio.
- 2.2.2. Seleccionar dos muestras de leche entera fluida pasteurizada y dos marcas de tabletas, en los establecimientos seleccionados.
- 2.2.3. Determinar el calcio en las muestras por el método de valoración oxidación-reducción con permanganato de potasio.
- 2.2.4. Comparar los resultados obtenidos con respecto a un estándar de trabajo de carbonado de calcio.
- 2.2.5. Comparar los resultados obtenidos en las leches analizadas con respecto a la reportada en la tabla del INCAP.

CAPITULO III  
MARCO TEORICO

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1. CALCIO <sup>(17,11)</sup>

El Calcio comúnmente es conocido con el nombre de cal, se encuentra en casi todas las áreas terrestres del mundo, este elemento es esencial para la vida de las plantas y animales, ya que está presente en el esqueleto de los animales, en los dientes, en la cáscara de los huevos, en el coral y en muchos suelos, es el principal componente mineral de los huesos, juega un importante papel biológico en la actividad muscular y es necesario para el buen funcionamiento del corazón y el sistema nervioso.

La falta de Calcio es una de las causas principales de la osteoporosis. La osteoporosis es una enfermedad caracterizada por una fragilidad de los huesos producida por una menor cantidad de sus componentes minerales, lo que disminuye su densidad.



Fig. N° 1. Imagen de un hueso normal y uno con osteoporosis.

Dentro de los huesos se desarrolla una gran actividad biológica, continuamente los huesos se están renovando y el tejido óseo viejo se está reemplazando por tejido nuevo. Durante la niñez y la adolescencia se crea más tejido óseo del que se destruye y entre las edades comprendidas de 30 a 35 años, el proceso se invierte y se empieza a perder más tejido óseo del que se puede reemplazar, en

las mujeres al llegar la menopausia (cesación natural de la menstruación) se acelera este proceso porque los ovarios dejan de producir la hormona femenina conocida como estrógeno, hormona femenina encargada de preservar la masa ósea.

Las personas en condiciones normales de Calcio requerido en su organismo, necesitan consumir alrededor de 1,000 miligramos (mg) diarios de Calcio para preservar la masa ósea, tanto para hombres como para mujeres que no han llegado a la menopausia, al llegar y al pasar de esta etapa se necesitan aproximadamente 1,500 mg de Calcio diarios.

En una dieta de 2000 calorías, el valor porcentual diario de Calcio se basa en una necesidad de 1000 mg al día. Si un elemento de un alimento proporciona el 25 por ciento del valor diario de calcio, éste contiene 250 mg de Calcio por porción.<sup>(15)</sup>

El hueso es el lugar de almacenamiento del Calcio del organismo y cede continuamente Calcio a la sangre, que lo distribuye al corazón, al músculo y al sistema nervioso. Cuando no hay suficiente Calcio en la sangre, el organismo lo toma del hueso; el Calcio del hueso es repuesto al tomar alimentos ricos en Calcio en la dieta y así se mantiene el equilibrio entre la sangre y el hueso.



Fig. Nº 2. Imagen radiología de un hueso



### **Principales fuentes de Calcio** <sup>(17)</sup>

Dentro de las principales fuentes de Calcio se encuentran los productos lácteos, fuentes de origen vegetal como vegetales verdes entre ellos el brócoli y las espinacas, también contienen calcio la coliflor, las habichuelas, las lentejas y las nueces.

#### **3.1.1. Propiedades Químicas y Físicas del Calcio.**<sup>(17)</sup>

El elemento químico Calcio con simbología Ca y número atómico 20; es el quinto elemento y el tercer metal más abundante en la corteza terrestre. Los compuestos de Calcio constituyen 3.64% de la corteza terrestre, químicamente, el Calcio es menos reactivo que los metales alcalinos por lo que no causa quemaduras sobre la piel.

#### **Propiedades físicas:**

- Masa atómica (g/mol) 40.08
- Densidad (g/mL) 1.55
- Punto de ebullición (°C) 1440
- Punto de fusión (°C) 838

#### **3.1.2. Toxicidad.**<sup>(18)</sup>

Ingerir cantidades mayores de 2500 mg diarios de Calcio puede neutralizar la absorción de otros minerales necesarios para el organismo como el Hierro o el Zinc; al exceder la ingesta de Calcio, este elemento se deposita en los riñones produciendo cálculos renales.

### **3.2. CARBONATO DE CALCIO** <sup>(7,10)</sup>

Es un compuesto químico, cuya fórmula es  $\text{CaCO}_3$ , que se presenta como polvo blanco o cristales incoloros, inodoros e insípidos. Es una sustancia común que se encuentra en las rocas en todas partes del mundo, y es el principal

componente de las conchas de organismos marinos, caracoles, perlas y cáscaras de huevo.

Es utilizado medicinalmente como un suplemento de Calcio o como antiácido, pero su consumo en exceso puede ser peligroso.

Sinónimos: Calcita, Mármol, Aragonita, Piedra caliza, Sal de calcio del ácido carbónico.

Las personas que no pueden consumir suficiente Calcio por medio de la alimentación, y que no son capaces de hacer cambios en sus costumbres dietéticas, necesitan añadir un suplemento de Calcio en la dieta para lograr una ingesta de Calcio adecuado.

Los suplementos de Calcio son necesarios en estados carenciales de Calcio, como hipoparatiroidismo, osteomalacia, raquitismo, insuficiencia renal, dieta inadecuada o aumento de los requerimientos de Calcio, como embarazo, lactancia, pacientes ancianos, niños en crecimiento o en mujeres en la menopausia, osteoporosis junto con otros medicamentos.

La forma de administración oral es como Carbonato cálcico (sobres, comprimidos recubiertos, comprimidos masticables y suspensión oral).

La dosis adecuada de Calcio puede ser diferente para cada paciente, las más frecuentes recomendadas por los médicos son (expresadas como ion Calcio):

-Dosis oral en adultos: de 500 a 1200 mg al día. (En pacientes con niveles de Calcio bajos debido a insuficiencia renal puede ser necesario administrar de 1800 a 3600 mg de Calcio al día)

-Dosis oral en niños: será establecida por el especialista de manera individual dependiendo del peso, edad y dieta.

Las recomendaciones de dosis para las presentaciones multicomponentes pueden variar en función del resto de componentes del preparado.

### Recomendaciones:

La dosis diaria de Carbonato de calcio se aconseja tomarla entre las comidas, se recomienda ingerir los comprimidos enteros con un vaso de agua. En el caso de los comprimidos masticables se masticarán en la boca y posteriormente se tragarán acompañados de un vaso de agua. Los sobres se recomiendan disolverlos completamente en agua.

### Precauciones.

- Respetar el horario de dosificación (si falta poco tiempo para la próxima dosis no duplicarla y continuar tomando el medicamento según las indicaciones).
- Tener precaución si el medicamento se administra durante períodos prolongados y el paciente presenta insuficiencia renal o recibe simultáneamente altas dosis de vitamina D.
- En el caso de presentar las siguientes enfermedades: diarrea, problemas intestinales, enfermedad del corazón, enfermedad de riñón, o enfermedad de huesos, hipertiroidismo o hipoparatiroidismo, es necesario consultar a un médico.
- No tomar otros medicamentos o suplementos dietéticos que contengan grandes cantidades de calcio, magnesio o vitamina D, a menos que el médico lo indique.
- No tomar grandes cantidades de alcohol o de bebidas que contengan cafeína (no más de 8 tazas de café al día) y no fumar.
- Cuando hay presencia de algún tipo de reacción alérgica se debe dejar de tomar el medicamento.
- No utilizar en caso de presentar niveles de Calcio en sangre o en orina por encima de lo normal o fibrilación ventricular o cálculos renales (piedras en el riñón).

Algunos medicamentos que interaccionan con el Carbonato de calcio son:

Acidoalendrónico, antiepilépticos como fenitoína, levotiroxina, sales de hierro (sulfato de hierro), sales de zinc (sulfato de zinc), fármacos para eliminar exceso de líquidos (hidroclorotiazida), digoxina, antibióticos del tipo de fluorquinolonas (Ciprofloxacina, ofloxacino, norfloxacino) y tetraciclinas (minociclina, doxiciclina).

Efectos adversos:

En general son leves y transitorios, puede producir estreñimiento, gases y aumento leve de los niveles de Calcio en sangre, el cual puede no presentar síntomas o ir acompañado de pérdida de apetito, náuseas, vómitos, dolor abdominal, sequedad de boca y aumento del volumen de orina.

En caso de administrar una dosis excesiva de Carbonato de calcio, puede producirse una elevación severa de los niveles de Calcio en sangre, que se manifieste con confusión, delirio, estupor y coma.

Embarazo y lactancia.

Es muy importante recibir la cantidad de Calcio necesaria durante el embarazo y lactancia ya que es fundamental para el correcto desarrollo del feto y del niño. Sin embargo, tomar una cantidad excesiva de calcio puede ser perjudicial para la madre y para el niño.

### **3.2.1. Propiedades físicas y químicas de Carbonato de calcio:** <sup>(7)</sup>

-Peso molecular: 100.0 g/mol

-Densidad: 2.930 g/mL

-Gravedad Específica: 2.7 - 2.95 / 20°C.

-Punto de Fusión (°C): Descompone (825-1339)

-Índice de refracción: 1.530

-pH: 8 - 9 (Solución acuosa)

-Solubilidad: Moderadamente soluble en agua (1-2 mg/100 mL). Soluble en Ácidos diluidos y Cloruro de amonio. Insoluble en alcohol.

### **3.3. LA LECHE** <sup>(18)</sup>

Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y pH cercano a la neutralidad

La leche es el líquido segregado por las hembras de los mamíferos a través de las glándulas mamarias, cuya finalidad básica es alimentar a sus crías durante un determinado tiempo, su importancia se basa en su alto valor nutritivo, de tal manera que cada una de las leches representa el alimento más balanceado y propio para sus correspondientes crías.

La leche presenta tres fases; una es una emulsión de materia grasa bajo forma globular; la segunda una suspensión de de materias proteicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene, principalmente, lactosa y la tercera las sales minerales.

#### **Propiedades físicas de la leche:**<sup>(18)</sup>

Tipo de fluido: Newtoniano

Viscosidad: 2cps

Peso específico: 1.032 a 15 °C

Temperatura de congelación: -0.52 a -0.57 °C

Temperatura de ebullición: 100.17 °C a 760 mm de Hg

pH: 6.5 a 6.7

#### **3.3.1. Origen, historia, producción y consumo de la leche.** <sup>(12)</sup>

El origen del consumo de leche se remonta hasta hace 11,000 años, cuando los humanos sedentarios empezaron a ser ganaderos y a ordeñar sus animales, obteniendo este alimento de ellos.



Fig. N°3. Ordeño manual de leche de vaca .

Los primeros animales que los ganaderos ordeñaron fueron las ovejas y las cabras, años más tarde también se implanto el consumo de la leche de vaca y de algunos derivados que de este alimento se obtenían como las leches fermentadas.

### **3.3.2. Componentes de la leche:**<sup>(12)</sup>

La lactosa es el hidrato de carbono mayoritariamente (98%) que contiene la leche y por causa de la acción de algunas bacterias acidificantes se transforma en ácido láctico, obteniendo como producto final leches fermentadas y yogur.

Para poder ser digerido necesita la lactasa, una enzima que se secreta en el intestino delgado. Si hay déficit o disminución de la producción de esta enzima, no se absorberá ni se digerirá correctamente la lactosa, hasta el punto en el que pueden aparecer diarreas características, que son la manifestación primordial de la intolerancia a la lactosa.

La leche contiene proteínas de alto valor biológico como la caseína (78% del total de proteínas) de donde se obtiene el cuajo, y seroproteínas (17% del total de proteínas) como lactoglobulina, lactoalbumina o inmunoglobulinas de donde se obtienen la cuajada o el queso fresco.

También contiene enzimas, como la lipasa (responsable del sabor y olor a rancio), proteasas (responsables de la formación de la cuajada) y fosfatasas alcalinas (indicador de una correcta pasteurización).

Contiene vitaminas A, D, E y las vitaminas del grupo B sobre todo la B<sub>2</sub> y B<sub>12</sub>, (pero es pobre en vitamina C) y un alto contenido de Calcio, (para conseguir una correcta absorción del Calcio es necesaria la vitamina D<sub>3</sub>).

### **3.3.3. Beneficios de la leche en el organismo humano.** <sup>(12)</sup>

La leche es el alimento más completo debido a que aporta muchos nutrientes necesarios en la dieta del ser humano pero es deficiente en hierro, fibra y en algunas vitaminas como la vitamina C.

La leche es nutritivamente lo contrario a un alimento que aporta “calorías vacías”. Es un alimento muy apropiado, por su alto contenido en nutrientes, para situaciones en que se estén formando nuevos tejidos en el organismo, como: crecimiento en los niños y adolescentes, embarazo y periodo de lactancia, intervenciones quirúrgicas no digestivas, heridas graves y traumas o fracturas óseas.

### **3.3.4. Leche de vaca.** <sup>(5)</sup>

Es el producto íntegro, no alterado ni adulterado, de la secreción de las glándulas mamarias de las hembras del ganado bovino obtenida por el ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y libre de calostro; que no ha sido sometida a ningún tratamiento a excepción del filtrado y/o enfriamiento, y está exento de color, olor, sabor y consistencia anormales.

Se clasifica entre los alimentos animales y se distingue de estos porque sólo ella contiene una cantidad relativamente grande de un hidrato de carbono, la lactosa. Forma parte de los alimentos más fácilmente tolerables y digeribles, y atendiendo a su valor nutritivo y poder calorífico corresponde a los alimentos más económicos; no precisa para su consumo ninguna preparación anterior, si

no que sale de las ubres, disponible para ser consumida. Es alimento y bebida al mismo tiempo y contiene todas las sustancias nutritivas indispensables en relación siempre a la edad de los jóvenes mamíferos, para los niños de pecho, la leche de vaca es el más importante y más empleado sustituto de la leche materna.



Fig. N°4. Ordeño mecánico de leche de vaca

### **Propiedades de la leche de vaca.** <sup>(5)</sup>

La leche obtenida en las circunstancias usuales es de color blanco intenso, completamente opaca, transparente en capas muy delgadas y presenta una fluidez uniforme, siendo menos movible que el agua. Posee un olor débil, sabor suave, pastoso y débilmente azucarado.

### **3.3.5. Leche pasteurizada.**<sup>(5,9)</sup>

Es el proceso aplicado con el objetivo de minimizar los posibles riesgos para la salud que producen los microorganismos patógenos asociados a la leche, mediante un tratamiento térmico que produzca los mínimos cambios químicos, físicos y organolépticos en el producto.

Los tratamientos mínimos permitidos son de 62.8 °C durante 30 minutos o de 71.7 °C durante 15 segundos.



La pasteurización se fundamenta en el descubrimiento de Pasteur que demuestra que una gran parte de los microbios que descomponen la materia orgánica, es destruida a temperaturas inferiores a la de ebullición del agua, de 62.8 para arriba, mediante se haga actuar esta temperatura el tiempo suficiente.



Fig. N° 5 Equipo utilizado en la pasteurización

#### **3.4. ANALISIS VOLUMETRICO <sup>(1)</sup>**

En el análisis volumétrico la cantidad de sustancia que se busca se determina en forma indirecta midiendo el volumen de una disolución de concentración conocida, que se necesita para que reaccione con el constituyente que se analiza o con otra sustancia químicamente equivalente. El proceso de adición de un volumen medido de la disolución de concentración conocida para que reaccione con el constituyente buscado se denomina valoración. La disolución de concentración conocida es una disolución patrón, que puede prepararse de forma directa o por normalización mediante reacción con un patrón primario, el punto final de la valoración se aprecia por un cambio brusco de alguna propiedad del sistema reaccionante, estimado mediante un indicador; este cambio se presenta en el momento que se haya añadido una cantidad de

reactivo equivalente a la de sustancia buscada, es decir el punto estequiométrico de la reacción.

### **3.4.1. Tipos de reacciones en volumetría.**<sup>(1)</sup>

Los tipos de reacciones en que se basan los métodos volumétricos son:

- Reacciones ácido-base.
- Reacciones de oxidación-reducción (REDOX).
- Reacciones de precipitación.
- Reacciones complejométrica

### **3.5. VALORACIONES OXIDO-REDUCCIÓN.**<sup>(20,1)</sup>

Una valoración REDOX está basada en una reacción de oxidación-reducción entre el analito y la sustancia valorante.

Las reacciones en que se transfieren electrones de un átomo, ion o molécula a otro se llaman reacciones de óxido-reducción o REDOX. La oxidación es el proceso en que un átomo, ion o molécula pierde uno o más electrones; la reducción implica ganancia de uno o más electrones por parte de un átomo, ion o molécula. Un agente reductor es una sustancia que pierde uno o más electrones y en este proceso se oxida; un agente oxidante gana uno o más electrones y por ello se reduce, en otras palabras un reductor es un donador de electrones y un oxidante es un receptor de electrones.

La oxidación y la reducción no pueden tener lugar de forma independiente, sino simultánea por transferencia de electrones desde el donador hasta el receptor.

#### **3.5.1. Detección del punto final.**<sup>(1)</sup>

El punto final de una valoración se puede detecta mediante un cambio brusco de alguna propiedad de la mezcla reaccionante o de alguna sustancia que se añade a dicha mezcla. Existen métodos de indicación del punto final que, en

general consiste en una observación visual del cambio (Métodos visuales) o en la medida de alguna propiedad física del sistema (Métodos eléctricos).

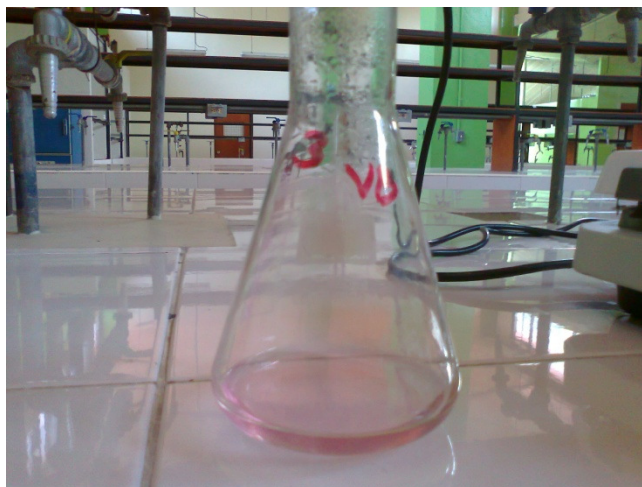


Fig. Nº 6. Color del punto final en una titulación óxido-reducción

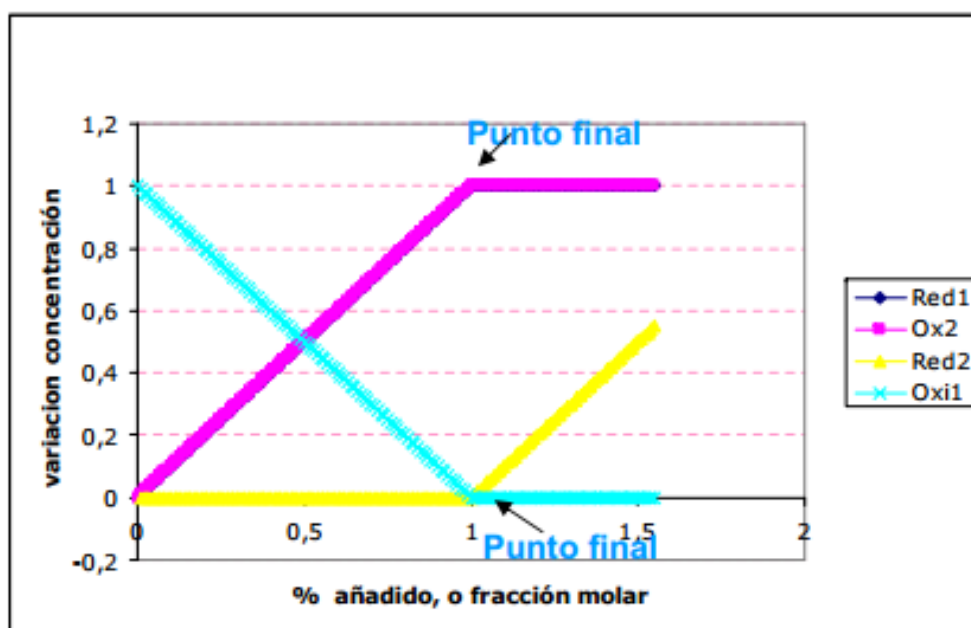


Fig. Nº 7. Representación gráfica del punto final en la valoración<sub>(19)</sub>

### 3.5.2. Indicadores REDOX <sup>(1)</sup>

Los indicadores REDOX están dentro de los métodos visuales, para poder percibir el punto final de una valoración, los indicadores REDOX son sustancias intensamente coloreadas capaces de sufrir oxidación o reducción a potenciales característicos.

En la tabla N° 1 se indican los colores y los potenciales normales de algunos indicadores REDOX. Algunas de las semirreacciones de los indicadores involucran al ion hidrogeno y los potenciales están en las semireacciones influenciados por el pH.

Tabla N° 1. Indicadores REDOX más utilizados.(7)

Indicador	Color		Potencial de transición, V	Condiciones
	Oxidado	Reducido		
Complejo de 5-nitro-1,10-fenantrolina con hierro(II)	Azul pálido	Rojo violáceo	+1.25	1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Ácido 2,3'-difenilamino dicarboxílico	Azul violeta	Incoloro	+1.12	7-10 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Complejo de 1,10-fenantrolina con hierro(II)	Azul pálido	Rojo	+1.11	1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Complejo de 5-metil-1,10-fenantrolina con hierro(II)	Azul pálido	Rojo	+1.02	1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Erioglaucina A	Azul rojizo	Verde amarillento	+0.98	0.5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Ácido difenilamino-sulfónico	Rojo violáceo	Incoloro	+0.85	Ácido diluido
Difenilamina	Violeta	Incoloro	+0.76	Ácido diluido
<i>p</i> -Etoxicrisoidina	Amarillo	Rojo	+0.76	Ácido diluido
Azul de metileno	Azul	Incoloro	+0.53	Ácido 1 M
Tetrasulfonato índigo	Azul	Incoloro	+0.36	Ácido 1 M
Fenosafranina	Rojo	Incoloro	+0.28	Ácido 1 M

### 3.6. PERMANGANATO DE POTASIO.<sup>(1)</sup>

Es un oxidante fuerte y autoindicador. En la mayor parte de sus aplicaciones, el permanganato se utiliza en disolución acida, dando  $Mn^{++}$  como producto de su reducción.

#### **Reactivo autoindicador:**<sup>(1)</sup>

El Permanganato de potasio se reduce a ion manganeso (II) casi incoloro cuando se utiliza como reactivo volumétrico en medio acido. Cuando se completa la reacción REDOX, la primera gota o fracción de gota de la disolución de Permanganato que se añade en exceso comunica a la disolución una tonalidad rosácea.

#### 3.6.1. Clasificación de las valoraciones oxido-reducción.<sup>(19)</sup>

Las valoraciones REDOX, se clasifican en dos grupos:

**1) Oxidimetrías:** Son las valoraciones, en las cuales el agente oxidante es la sustancia valorante. Así, los agentes de carácter oxidante, pueden ser cualquier sal que tenga iones Permanganato, Bromato, Yodato, Cerio o Dicromato.

**Las oxidimetrías** pueden ser:

- **Permanganometría:** reacción que tiene lugar en medio ácido, siendo una de las valoraciones más usadas. Tiene un característico color violáceo debido al ión Permanganato que pasa a ser ión Manganeso (II), hecho que hace inútil el uso de indicador de color.
- **Yodimetría:** Reacción donde participa el Yodo como agente oxidante, siendo útil para la valoración de sustancias del tipo de los Tiosulfatos.
- **Cerimetría:** Realizada en medio ácido, las sales de Cerio (IV) tienen un fuerte carácter oxidante. Esta reacción es de gran simplicidad lo que la hace útil para muchas y distintas valoraciones.
- **Bromatometría:** En este caso, el agente oxidante es el ión Bromato y se trabaja en medio ácido.

- **Dicromatometría:** El agente oxidante, en éste tipo de valoraciones, es el ión Dicromato, también en medio ácido.
- **Iodatometría:** Reacción con participación del ión Yodato. Se suele usar para estandarizar disoluciones de tiosulfato.

**2) Reductometrías:** En éste tipo de valoraciones, la sustancia que actúa como agente reductor, es el agente valorante, como por ejemplo, los iones Yoduro, o de Hierro (III). Estas valoraciones son mucho menos utilizadas que las oxidimetrías.

CAPITULO IV  
DISEÑO METODOLOGICO

## **4.0 DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1. TIPO DE ESTUDIO.**

Retrospectivo: La investigación retoma información bibliográfica anterior.

Prospectivo: A medida que se obtienen los resultados, estos se tabulan y guardan para futuras investigaciones.

Experimental: Porque la parte práctica de la investigación se realizó en los laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

### **4.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Se realizó en las diferentes bibliotecas:

- Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de el Salvador
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer.
- Universidad Nueva San Salvador.
- Internet.

### **4.3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.**

#### **Universo**

Formas farmacéuticas tabletas de Calcio y leches enteras fluidas pasteurizadas comercializadas en El Salvador.



### **Muestra**

Dos marcas de formas farmacéuticas tabletas: TUMS presentación frasco de 100 tabletas de Carbonato de calcio de origen de Estados Unidos (un frasco de tabletas) y KALMAN presentación frasco de 30 tabletas de Carbonato de calcio de origen de El Salvador (un frasco de tabletas); y dos marcas de leches enteras fluidas pasteurizadas nacionales: Salud presentación cartón de 473 mL (seis cartones de leche) y Valle blanco presentación envase plástico de 1/2 galón (un envase).

### **Tipo de muestreo**

Se realizó un muestreo dirigido y puntual, ya que por medio de una guía de observación (Ver Anexo N° 9) se seleccionaron leches enteras fluidas pasteurizadas nacionales que se comercializan en Super Selectos y tabletas de calcio comercializadas en Farmacias Virgen de Guadalupe, en las sucursales ubicadas en el centro del Municipio de Mejicanos del departamento de San Salvador.

## **4.4. PARTE EXPERIMENTAL.**

Por medio de una guía de observación se seleccionaron las muestras antes mencionadas y se llevó a cabo la determinación de Calcio por el método titrimétrico por óxido-reducción y al mismo tiempo se realizó el análisis por el método complejométrico (ver Anexo N° 5) ya que éste es el método de elección para dicha determinación y así conocer si las muestras analizadas contienen la cantidad de calcio que rotulan en su etiqueta.

A las muestras seleccionadas de tabletas y leches por el método de valoración titrimétrico por óxido-reducción se le realizaron los siguientes procedimientos.

**a) Determinación de Calcio en tabletas:**

Tratamiento de la muestra:

1. Pesar 20 tabletas juntas
2. Pulverizar las 20 tabletas en un mortero
3. Pesar un equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio
4. Trasferir el polvo a un beaker de 100 mL y agregarle HCl 3 M hasta disolución, agitando.
5. Filtrar con papel filtro corriente si fuera necesario.
6. Adicionar solución de Ácido oxálico al 2% hasta obtener precipitado de Oxalato de calcio.
7. Adicionar Amoniacó hasta pH básico (comprobándolo con papel litmus) y agitar.
8. Calentar en baño maría por 30 min., agregando Amoniacó para recuperar el volumen perdido en el proceso de calentamiento.
9. Filtrar en vacío con papel whatman N° 40
10. Realizar tres lavados al precipitado con Agua destilada.
11. Colocar el precipitado obtenido en desecador por un día

Análisis de la muestra:

1. Pesar el precipitado de Oxalato de calcio obtenido
2. Pesar un equivalente del precipitado obtenido del paso anterior, para gastar aproximadamente 10.0 mL del titulante.
3. Adicionar aproximadamente 10.0 mL de Agua destilada.
4. Adicionar 8.0 mL de Ácido sulfúrico 2N
5. Calentar hasta observar gotas en la parte superior del erlenmeyer.
6. Valorar con Permanganato de potasio 0.1N hasta coloración rosa.
7. Anotar el volumen de Permanganato de potasio gastado.
8. Realizar dos valoraciones más.

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio. (Ver Anexo N°3)

Nota: los procedimientos por el método complejométrico se encuentran en el Anexo N° 4

Planteamiento de cálculos:

Cálculo de peso muestra equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

Peso promedio ( $P_{\square 20}$ ) ----- mg de  $\text{CaCO}_3$ / tableta

**X** ----- mg de  $\text{CaCO}_3$

**X = peso muestra equivalente a 200 mg de  $\text{CaCO}_3$**

Cálculo de la cantidad del Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) por cada mL gastado:

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio.

1.0 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N ----- 6.4 mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

(mL gastados de  $\text{KMnO}_4$  0.1 N) ( $F_c^*$ ) ----- **Y**

**Y = mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado en el ensayo**

\* $F_c$ = Factor de corrección (ver anexo N°2)

Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) en el precipitado total

g de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  (Y) ----- Peso de porción de precipitado de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

**Z** ----- Peso de precipitado total de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

**Z = g de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en el precipitado total**

Cálculo de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) por tableta.

g de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en el precipitado total (Z) ----- Peso muestra (X)

**W** -----  $P_{\square 20}$

**W = mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  / tableta**

Cálculo para encontrar Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) a partir de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) por tableta:

Peso molecular de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  ----- Peso molecular de  $\text{CaCO}_3$   
 mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  / tableta (W) ----- **Q**

**Q = mg de  $\text{CaCO}_3$  encontrado / tableta**

Cálculo del porcentaje sobre lo rotulado de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) por tableta:

mg de  $\text{CaCO}_3$  /tableta ----- 100 %  
 mg de  $\text{CaCO}_3$  encontrado / tableta (Q) ----- **P**

**P = % de  $\text{CaCO}_3$  Sobre lo rotulado/tableta**

Cálculo de calcio (Ca) por tableta:

Peso molecular de  $\text{CaCO}_3$  ----- Peso atómico de Ca  
 % de  $\text{CaCO}_3$  Sobre lo rotulado/tableta (P) ----- **K**

**K = mg de Calcio/tableta**

Nota: El planteamiento de cálculos y cálculos por el método complejométrico se encuentran en el Anexo N° 5

## **b) Análisis de materia prima, Carbonato de calcio:**

Tratamiento de la materia prima.

1. Secar la materia prima a 200 °C durante 4 horas.
2. Dejar enfriar en un desecador por dos horas.
3. Pesar un equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio
4. Trasferir el polvo en un beaker de 100 mL y agregarle HCl 3 M hasta disolución agitando.

5. Adicionar solución de Ácido oxálico al 2% hasta obtener un precipitado de Oxalato de calcio.
6. Adicionar Amoniacó hasta pH básico (comprobándolo con papel litmus) y agitar.
7. Calentar en baño maría por 30 min. Agregando Amoniacó para recuperar el volumen perdido.
8. Filtrar en vacío con papel whatman N°40
9. Realizar tres lavados con agua destilada
10. Colocar el precipitado obtenido en desecador por un día
11. Pesar el precipitado de Oxalato de calcio obtenido.

#### Análisis de la materia prima.

1. Pesar un equivalente del precipitado obtenido del paso anterior, para gastar aproximadamente 10.0 mL del titulante.
2. Adicionar aproximadamente 10.0 mL de agua destilada.
3. Adicionar 8.0 mL de Ácido sulfúrico 2 N
4. Calentar hasta observar gotas en la parte superior del erlenmeyer.
5. Valorar con Permanganato de potasio 0.1 N hasta coloración rosa.
6. Anotar el volumen de Permanganato de potasio gastado.
7. Realizar dos valoraciones más.

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1 N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio. (Ver ANEXO N°3)

Nota: los procedimientos por el método complejométrico se encuentran en el Anexo N° 4

**Planteamiento de cálculos.**

Cálculo de la cantidad del Oxalato de calcio por cada mL gastado:

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1 N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio.

1.0 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N ----- 6.4 mg de Oxalato de calcio  
 (mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N) (Fc) ----- **X**

**X = mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrados en el ensayo.**

\*Fc= Factor de corrección (ver anexo N°2)

Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) en el precipitado total.

g de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  (X) ----- Peso de porción de precipitado de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   
**Y** ----- Peso de precipitado total de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

**Y = mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en precipitado total**

Cálculo para encontrar Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) a partir del precipitado de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ):

Peso molecular de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  ----- Peso molecular de  $\text{CaCO}_3$   
 mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en precipitado total (Y) ----- **Z**

**Z = mg de  $\text{CaCO}_3$  encontrados en precipitado total de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$**

Cálculo del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), materia prima.

Peso muestra de materia prima  $\text{CaCO}_3$  ----- mg de  $\text{CaCO}_3$  (Z)  
 100.0 % ----- **P**

**P = % pureza de  $\text{CaCO}_3$**

Nota: El planteamiento de cálculos y cálculos por el método complejométrico se encuentran en el Anexo N° 5

### c) Análisis en leches

Tratamiento de la muestra.

1. En un recipiente mezclar 3 litros de leche de una misma marca.
2. Tomar 500 mL de leche y colocarlos en un beaker de 1000 mL
3. Adicionar 250 mL de HCl 0.1N
4. Dejar en reposo por 3 días, bien cerrado con papel parafilm a temperatura ambiente.
5. Retirar la grasa separada con la ayuda de una espátula.
6. Filtrar con papel filtro whatman N° 40.
7. Al suero obtenido agregar solución de Ácido oxálico al 2% para obtener el precipitado de Carbonato de calcio.
8. Adicionar Amoniacó hasta pH básico (comprobándolo con papel litmus) y agitar.
9. Calentar por 15 minutos en baño maría.
10. Adicionar 5 mL de Amoniacó y seguir calentando por 15 minutos más para recuperar el volumen perdido.
11. Filtrar al vacío con papel whatman N° 40.
12. Colocar el precipitado en desecador por un día.
13. Pesar el precipitado de Oxalato de calcio obtenido.
14. Realizar por triplicado desde el paso número 2.

Análisis de la muestra

1. Pesar un equivalente del precipitado obtenido del paso anterior, para gastar 10.0 mL del titulante.
2. Transferirlo a un erlenmeyer de 250mL.
3. Agregar aproximadamente 10.0 mL de Agua destilada.
4. Adicionar 10.0 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 N y agitar.
5. Calentar hasta observar gotas en la parte superior del erlenmeyer.

6. Valorar con Permanganato de potasio 0.1 N hasta observar una coloración rosa.
7. Anotar el volumen de Permanganato de potasio gastado.
8. Realizar cada paso por triplicado.

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1 N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio. (Ver ANEXO N°3)

Nota: Los procedimientos por el método complejométrico se encuentran en el Anexo N° 4.

Planteamiento de cálculos:

Cálculo de la cantidad del oxalato de calcio por cada mL gastado:

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ).

$$\begin{array}{rcl} 1.0 \text{ mL KMnO}_4 \text{ 0.1 N} & \text{-----} & 6.4 \text{ mg de Oxalato de calcio} \\ \text{mL KMnO}_4 \text{ 0.1 N (Fc}^*) & \text{-----} & \mathbf{X} \end{array}$$

**X = mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado/ensayo**

\*Fc= Factor de corrección (ver anexo N°2)

Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) presente en porción de precipitado de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ):

$$\begin{array}{rcl} \text{mg de CaC}_2\text{O}_4 \text{ (X)} & \text{-----} & \text{Peso de CaC}_2\text{O}_4 \text{ usado en la valoración} \\ \mathbf{Y} & \text{-----} & \text{Peso de porción de precipitado de CaC}_2\text{O}_4 \end{array}$$

**Y = mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en porción de precipitado**



Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  presente precipitado total equivalente a 500.0 mL de leche:

mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  (Y) ----- Peso de porción de precipitado  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

**Z** ----- Peso del precipitado total de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

**Z = g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en precipitado total equivalente a 500.0 mL de leche**

Conversión de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) a Calcio (Ca):

Peso molecular de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  ----- Peso atómico de Ca

g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en precipitado total (Z) ----- **Q**

**Q = g Ca encontrados en 500.0 mL de leche**

Cantidad de Calcio presente en 240.0 mL de leche (un vaso)

g de Ca (Q) ----- 500.0 mL de leche (muestra)

**W** ----- 240.0 mL de leche (un vaso)

**W = mg de Ca / vaso de leche.**

Nota: El planteamiento de cálculos y cálculos por el método complejométrico se encuentran en el Anexo N° 5

CAPITULO V  
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

## **5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.**

Para la selección de los establecimientos y las muestras se realizó una guía de observaciones (Ver Anexo N° 9) en Supermercados y Farmacias de diferentes zonas de San Salvador, observando que los establecimientos ubicados en diferentes zonas poseen los mismos productos, por lo tanto se eligió el centro del Municipio de Mejicanos por ser muy populoso y por poseer Supermercados y Farmacias de competencia en la misma zona. Para la selección de muestras, los Supermercados observados solo contaban con una marca de Leche entera fluida pasteurizada de origen nacional, con la excepción de Super Selectos que comercializa dos marcas nacionales de leches, es por esta razón que se seleccionó éste supermercado; de igual forma para las tabletas de Carbonato de calcio, se seleccionó las Farmacias Virgen de Guadalupe, ya que solo esta Farmacia comercializa más de una marca de tabletas de Carbonato de calcio como monofarmaco.

En las siguientes tablas se dan a conocer los resultados de la guía de observación realizada en los establecimientos visitados de Farmacias y Supermercados para poder realizar la selección de las muestras analizadas.

**Tabla N°2. Resultados de la guía de observación realizada en farmacias del centro del Municipio de Mejicanos y otras zonas de San Salvador**

<b>Farmacias</b>	<b>Marca de Medicamentos con Carbonato de calcio</b>	<b>Forma Farmacéutica</b>	<b>Laboratorio fabricante</b>	<b>País de origen</b>
San Nicolás	Calciplus + vitamina D	Tabletas	Laboratorios Suizos	El Salvador
San Benito	Calsioken	Capsulas	Mediken	El Salvador
Económicas	Calsioken	Capsulas	Mediken	El Salvador
	Biocal 600 (vitaminado)	Tabletas	Bioquemical	El Salvador
<b>**Virgen de Guadalupe</b>	Caltrate 600 + vitamina D	Tableta	Wyeth	México
	Kalman	Tableta	Arsal	El Salvador
	Biocal 600 (Vitaminado)	Tableta	Bioquemical	El Salvador
	Tums	Tableta	GlaxoSmitKline	Estados Unidos

\*\* Farmacia seleccionada para la toma de muestras.

En la tabla anterior se muestran los resultados de la guía de observación realizada en las sucursales de Farmacias del centro del Municipio de Mejicanos y otras zonas de San Salvador que distribuyen medicamentos de Carbonato de calcio, donde se refleja su forma farmacéutica, país de origen y el laboratorio fabricante que cada una de las farmacias comercializa, se observa que la Farmacia Virgen de Guadalupe comercializa cuatro marcas diferentes de tabletas de Carbonato de calcio, dos de ellas no contienen otros suplementos como vitaminas que pudieran afectar los resultados en el análisis.

**Tabla N° 3. Resultados de la guía de observación realizadas en Supermercados del centro del Municipio de Mejicanos y otras zonas de San Salvador.**

<b>Supermercado</b>	<b>Marca de la leche enteras fluidas pasteurizadas</b>	<b>País de origen</b>
Super Selectos	Leche Salud	El Salvador
	Centrolac	Nicaragua
	Dos pinos	Costa Rica
	Sula	Honduras
	Eskimo	Nicaragua
	Valle Blanco	El Salvador
Despensa de Don Juan	Leche Salud	El Salvador
	Dos pinos	Costa Rica
Despensa Familiar	Leche Salud	El Salvador
	Eskimo	Nicaragua

En la tabla anterior se muestran los resultados de la guía de observación realizada en los Supermercados del centro del Municipio de Mejicanos y otras zonas de San Salvador, que distribuyen leche entera fluida pasteurizada, se observa que Super Selectos posee variedad de marcas de leche y a diferencia de los demás supermercados, posee dos marcas de leche entera fluida pasteurizada de origen nacional, las cuales son de interés de análisis por ser de origen nacional, por lo tanto es importante comprobar que la cantidad de calcio presente en la leche es la indicada en la dieta diaria de las personas, cálculo obtenido en base a lo rotulado de Calcio en su etiqueta (30 % de Calcio para leche Salud) y las recomendaciones dietéticas diarias de la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP).

**Cuadro N°1. Resultados de la determinación de Carbonato de calcio y de Calcio en tabletas.**

<b>METODO COMPLEJOMETRICO</b> % sobre lo rotulado de carbonato de calcio en tabletas según USP 34: 90%-110%				<b>METODO OXIDO-REDUCCION</b>			
<b>MARCA</b>	<b>mg CaCO<sub>3</sub> por tableta</b>	<b>% sobre lo rotulado</b>	<b>mg Ca<sup>2+</sup></b>	<b>mg CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> por tableta</b>	<b>mg CaCO<sub>3</sub> por tableta</b>	<b>% sobre lo rotulado</b>	<b>mg Ca<sup>2+</sup></b>
<b>TUMS</b> (500 mg de CaCO <sub>3</sub> ) (200 mg de Ca)	*			**			
	531.1	106.2	212.2	552.6	432.2	86.4	172.7
	543.6	108.7	217.2	519.0	405.9	81.2	162.2
	518.6	103.7	207.2	531.3	415.5	83.1	166.0
	<b>X̄=531.1</b>	<b>X̄=106.2</b>	<b>X̄=212.2</b>	<b>X̄=534.3</b>	<b>X̄=417.9</b>	<b>X̄=83.6</b>	<b>X̄=167.0</b>
<b>KALMAN</b> (1500 mg de CaCO <sub>3</sub> ) 600 mg de Ca)	*			**			
	1463.8	97.6	585.0	1607.2	1256.9	83.9	502.3
	1445.0	96.3	577.4	1565.9	1224.6	81.6	489.4
	1482.6	98.8	592.4	1655.9	1295.0	86.3	517.5
	<b>X̄=1463.8</b>	<b>X̄=97.6</b>	<b>X̄=585.0</b>	<b>X̄=1609.7</b>	<b>X̄=1258.8</b>	<b>X̄=83.9</b>	<b>X̄=503.1</b>

\* ver anexo N°5

\*\*ver anexo N°7

En el cuadro N° 1 se presenta un resumen de los resultados finales de las valoraciones por el método complejométrico y óxido-reducción en las tabletas TUMS y KALMAN, observando que por el método complejométrico con EDTA 0.05 M las dos marcas se encuentra dentro del rango que especifica la USP 34, y esto es un parámetro para corroborar que los productos analizados tienen la cantidad de principio activo que rotulan en su etiqueta, con lo mencionado anteriormente decimos que los resultados obtenidos por el método titrimétrico por óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1N se encuentran por debajo de lo que rotulan en la etiqueta de las dos marcas de tabletas de Carbonato de calcio analizadas.

Cabe hacer mención que con el método titrimétrico por óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1 N el proceso para la determinación del Carbonato de calcio, requiere una serie de pasos para convertir el Carbonato de calcio en Oxalato de calcio por precipitación, esto puede dar como resultados perdidas del analito y producir errores en el proceso, por lo que no se obtuvieron los resultados esperados así como también pudo haber interferido el no separar los excipientes de manera adecuada (ver Anexo N° 2).

**Cuadro N°2. Resultados del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio, materia prima.**

METODO COMPLEJOMETRICO % sobre lo rotulado decarbonato de calcio en materia prima según USP 34: 98%-105%			METODO OXIDO-REDUCCION		
MATERIA PRIMA	mg de CaCO <sub>3</sub> en el ensayo	Porcentaje de pureza (%) de CaCO <sub>3</sub>	mg CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> en precipitado total	mg de CaCO <sub>3</sub> /en el precipitado total	Porcentaje de pureza (%) de CaCO <sub>3</sub>
	*39.0	97.5	**195.5	152.9	76.4
	38.0	95.0	199.0	155.6	77.7
	39.5	98.8	199.0	155.6	77.7
	<b>X̄= 38.8</b>	<b>X̄= 97.1</b>	<b>X̄= 197.8</b>	<b>X̄= 154.7</b>	<b>X̄=77.3</b>

\* ver anexo N°5

\*\*ver anexo N°7

Para la Materia prima el resultado del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio por el método complejométrico fue de 97.1% este valor se sale de la especificación de la USP que dice que el Carbonato de Calcio, secado a 200° durante 4 horas, contiene la cantidad de calcio equivalente a no menos de 98.0 por ciento y a no más de 100.5 por ciento de CaCO<sub>3</sub>, se observa que el valor obtenido no se encuentra lejano al valor especificado por la USP 34, en cambio el análisis por el método titrimétrico por óxido-reducción, los valores obtenidos se encuentran lejanos al porcentaje de pureza que rotula la materia prima. Esto pudo ocurrir debido a que el precipitado obtenido de Carbonato de calcio no se seco de manera adecuada.



**Cuadro N°3. Resultados promedios de la determinación de calcio en dos marcas de leches enteras fluidas pasteurizadas de origen nacional.**

Marca	Muestras	METODO COMPLEJO-METRICO	METODO OXIDO-REDUCCION		Cantidad de calcio en mg recomendado por el INCAP en la dieta diaria, en adultos	Cálculo de los mg de Calcio en un vaso de Leche según la etiqueta
		mg de calcio en una porción (240 mL de leche)	mg de oxalato de calcio en porción de precipitado	mg de calcio en una porción (240 mL de leche)		
Leche SALUD  (30% de porción diaria de Ca)	* Muestra 1	307.2 mg	** 160.3 mg	64.8 mg	1000 mg	300 mg
	Muestra 2	276.8 mg	156.0 mg	63.2 mg		
	Muestra 3	321.6 mg	161.0 mg	64.2 mg		
		<b>X= 301.9 mg</b>	<b>X= 159.1 mg</b>	<b>X= 64.1 mg</b>		
Leche Valle Blanco  No posee etiqueta	* Muestra 1	321.6 mg	** 137.3 mg	52.5 mg	1000 mg	N/A
	Muestra 2	353.6 mg	135.2 mg	61.2 mg		
	Muestra 3	307.2 mg	136.2 mg	52.1 mg		
		<b>X=327.5 mg</b>	<b>X=136. 2 mg</b>	<b>X= 55.3 mg</b>		

\* ver anexo N°5

\*\*ver anexo N°7

En el cuadro No.3 se muestran los resultados obtenidos de los análisis de las leches enteras fluidas pasteurizadas de dos marcas nacionales por el método complejométrico y el método titrimétrico por óxido-reducción, comparada con el cálculo obtenido en base a lo rotulado de Calcio en su etiqueta (30 % de Calcio en leche Salud) y las recomendaciones dietéticas diarias de la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), para conocer la cantidad de Calcio que realmente tiene un vaso de leche.

En El Salvador no se existe una normativa que especifique la cantidad de calcio que deben tener las leches enteras fluidas pasteurizadas, por lo sé tomo de parámetro las recomendaciones dietéticas diarias de la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) que indica que la cantidad de Calcio recomendada en personas adultas es de 1000 mg de Calcio) (Ver ANEXO N°10).

La leche Salud en su etiqueta indica que contiene el 30% de calcio por porción (un vaso de leche) recomendada, su cálculo sería  $0.30 \times 1000 = 300$  mg; por el método complejométrico, los resultados se aproximan cantidad calculada en base a la dieta diaria que indica las tablas del INCAP<sub>(15,21)</sub>. En cambio para la leche valle blanco no se puede comparar la cantidad de Calcio obtenido con respecto a lo etiquetado en el producto, ya que éste no posee etiqueta del contenido nutricional.

Considerando lo declarado por el fabricante en la etiqueta de leche salud con respecto al Calcio, el método titrimétrico por óxido-reducción no refleja la cantidad indicada, se infiere que las condiciones para que el Ácido oxálico reaccione con el Calcio no son adecuadas y por lo tanto este parámetro es una limitante para la cantidad de Calcio obtenido en la valoración óxido-reducción.

CAPITULO VI  
CONCLUSIONES

## 6.0 CONCLUSIONES

1. Por medio de una guía de observación realizada en los establecimientos de diferentes zonas de San Salvador fue posible la selección de los establecimientos y de las muestras de tabletas de Carbonato de calcio y Leches enteras fluidas pasteurizadas.
2. En el método óxido-reducción es necesario convertir el Calcio en Oxalato de calcio ya que es el que participa en la reacción; y este se encuentra en relación uno a uno con respecto al Calcio.
3. En una valoración con Permanganato de potasio se utiliza Ácido sulfúrico diluido antes de la valoración ya que para que transcurra la reacción, se necesitan iones  $H^+$  que pueden ser suministrados por un ácido no oxidable (Ácido sulfúrico) por el Permanganato de potasio.
4. Al realizar el análisis de tabletas de Carbonato de calcio por el método titrimétrico por óxido-reducción y tomando como referencia el estándar de trabajo de Carbonato de calcio, los resultados obtenidos se encuentran por debajo de la cantidad que rotula la etiqueta de cada producto, posiblemente a que durante el proceso de precipitación de Calcio en forma de Oxalato de calcio se pudo haber perdido parte del analito.
5. La cantidad de Calcio encontrada en la muestra de leche que presenta etiqueta, por el método titrimétrico por óxido-reducción, fue menor a 300 mg, cantidad de Calcio que debe tener una porción (un vaso de leche), calculado en base lo rotulado de Calcio en su etiqueta y según las recomendaciones dietéticas diarias de la tabla del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP, para la leche que no posee etiqueta, no se puede asegurar

que la cantidad encontrada de Calcio sea mayor o menor a la cantidad que debe tener una porción diaria (un vaso de leche), este resultado menor de Calcio pudo obtenerse debido a la serie de pasos que se realizan en el tratamiento previo donde pueden haber pérdidas del analito.

6. El método titrimétrico por óxido reducción no puede utilizarse como una alternativa al método complejométrico para la cuantificación de Calcio en tabletas de Carbonato de calcio y Leches enteras fluidas pasteurizadas.
7. El pH es un parámetro muy importante en la determinación de Calcio para el método complejométrico ya que este es cuantitativo a pH arriba de 8, de lo contrario puede haber interferencia en el análisis y no podría definir el punto de equivalencia y el valor de Calcio encontrado no sería el real.
8. Para la determinación de Calcio en leche con el método complejométrico, no es necesario que sea tratada con HCl 0.1 N para separar la grasa ya que esta no interfiere en la valoración, únicamente se le agrega NaOH 4 M para lograr un pH básico (pH=13).
9. El método complejométrico es el método de elección para la determinación de Calcio en tabletas de Carbonato de calcio, ya que se ha demostrado que el porcentaje sobre lo rotulado calculado experimentalmente se encuentra dentro de los parámetros recomendados en la USP 34.

CAPITULO VII  
RECOMENDACIONES

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Utilizar el método titrimétrico por óxido-reducción para fines de enseñanza debido a que la determinación de Calcio es un método indirecto, convirtiendo el Calcio en Oxalato de calcio para su posterior valoración.
2. Utilizar Ácido sulfúrico diluido ( $H_2SO_4$ ) en la valoración con Permanganato de potasio debido a que este ácido no interfiere en dicha valoración, ya que éste es un ácido no oxidable.
3. Realizar un proceso de digestión agregando Ácido clorhídrico (HCl) 0.1 N de acuerdo a la cantidad de muestra y dejarlo en reposo tres días para la separación total de la grasa y así determinar Calcio en leches por el método óxido-reducción con Permanganato de potasio.
4. Secar en estufa el precipitado obtenido en el método titrimétrico por óxido-reducción, debido a que la humedad puede ser un factor de error y obtener bajos resultados.
5. Llevar a un pH básico (aproximadamente 12) a la muestra analizada por el método complejométrico con EDTA utilizando NaOH 4 M, con el fin de eliminar interferencias con otros elementos y facilitar el viraje de color en el punto final de la valoración para cuantificar el Calcio presente.
6. Sustituir otro indicador en el método pero antes se debe validar el procedimiento, este cambio se puede hacer al no contar con el que indique el procedimiento a utilizar.

7. Disolver la muestra de Carbonato de calcio con Ácido clorhídrico 3 M, esto se hace para que el Calcio quede liberado y se pueda determinar al ser valorado con EDTA 0.05 M.
8. Realizar en futuras investigaciones más ensayos del método titrimétrico por óxido-reducción, para tener la seguridad de poder utilizarlo para fines de enseñanza cuando no se cuenten con los reactivos necesarios en otros métodos de elección.
9. Verificar los valores de Calcio presentes en leches fluidas pasteurizadas para posteriormente incluirlos dentro de la norma N° NSO 67. 01. 02: 06 por las autoridades competentes.



## BIBLIOGRAFIA

1. Ayres G., Análisis Químico Cuantitativo, segunda edición, Editorial Harper, New York, 1968. Pg.: 285, 376.
2. Chang Raymond, C. W., Química, séptima edición, Editorial Mc Graw-Hill, 2002, México, pág.: 116.
3. Esquivel Hernández, R.I. y otros, Nutrición y salud, editorial El Manual Moderno 2ª edición, México. Pag. 53.
4. Franco Baires, G. R. y Meléndez Ramírez, E. M. "Elaboración de una guía práctica para la preparación de Reactivos químicos y estándares de uso frecuente en el Análisis químico", trabajo de graduación, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, 2003, pág.: 44, 46, 64.
5. Fleischmann, W. Tratado de lechería, 6ª Edición, editorial Gustavo Gill, S.A. Barcelona 1945. Págs.: 8, 32, 227, 252, 578-579.
6. Harris, D., Análisis Químico Cuantitativo, tercera Edición, Editorial Reverté S.A., 2007, España, pág.: 258, 347, 680.
7. Skoog D. A., West D. M., Holler F. C., Stanly R. Química Analítica 7a edición, editorial Mc Graw-Hill, 2001, México, pág.: 452, 470, 471, 765.
8. The United States Pharmacopeial Convention, trigésima revisión y Formulario Nacional vigesimoquinta edición, Rockville MD, 2007, Estados Unidos de América, volumen 2 pág.: 1734, 1735.

9. Varnam, A.H.; Sutheland, J. P. Leche y productos lácteos: Tecnología, Química y Microbiología. Series Alimentos básicos 1, editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza España 1995.
10. <http://ceramicdictionary.com/es/c/1769/carbonato-de-calcio-creta>. fecha de consulta: 21/12/ 2012.
11. <http://quimica.laguia2000.com/reacciones-quimicas/valoraciones-redox-#ixzz2HPQ2qRFx> Fecha de consulta: 04/01/13
12. <http://ssfe.itorizaba.edu.mx/securetec/webext/secure/hoja/GUSTAVO%20A%20COMPLETO/MSDS%20CARBONATO%20DE%20CALCIO%20GA.pdf> fecha de consulta: 21/12/ 2012
13. [http://www.botanical-online.com/leche\\_clases.htm](http://www.botanical-online.com/leche_clases.htm). fecha de consulta: 22/12/2012.
14. <http://www.educacionincap.org/wp-content/uploads/Modulo-IV-anexo-1-tablas.pdf>. fecha de consulta: 30/06/13
15. [http://www.ehowenespanol.com/porcentual-diario-basado-dieta-2000-calorias-info\\_129269/](http://www.ehowenespanol.com/porcentual-diario-basado-dieta-2000-calorias-info_129269/) Fecha de consulta: 25/08/2013
16. [http://www.incap.int/index.php/es/component/docman/doc\\_download/80-tabla-de-composicion-de-alimento...](http://www.incap.int/index.php/es/component/docman/doc_download/80-tabla-de-composicion-de-alimento...) Fecha de consulta: 15/02/2013
17. <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/ca.htm>. Fecha de consulta: 23/12/ 2012.

18. <http://www.oocities.org/grupoindustrialaisa/leche.html> Fecha de consulta:  
03/06/2013

19. [http:// www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/lhh345a/volumetriasredox2.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/lhh345a/volumetriasredox2.pdf).  
Fecha de consulta: 04/01/13

20. [http: // www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_  
finales\\_Investigacion/Julio\\_2011/IF\\_BARRETO\\_PIO\\_FIARN/CAP.%20X.  
PDF](http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_finales_Investigacion/Julio_2011/IF_BARRETO_PIO_FIARN/CAP.%20X.PDF) Fecha de consulta: 03/06/2013

21. [ri.ues.edu.sv/2328/](http://ri.ues.edu.sv/2328/)

**ANEXOS**

## **ANEXO N° 1**

### **Preparación de reactivos.**

**Acido clorhídrico 0.1N** <sup>(4)</sup>

- 1) Medir con bureta 8.24 mL de Ácido clorhídrico al 37 % P/P de pureza y  $\rho = 1.18 \text{ g/mL}$ .
- 2) Colocar un beaker en baño de hielo y adicionar aproximadamente 500 mL de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante.
- 3) Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 mL de capacidad y completar volumen.
- 4) Envasar en frasco de vidrio y rotular como HCl 0.1 N.
- 5) Calculo:

$$g = N \cdot V(\text{mL}) \cdot \text{Meq}$$

$$\text{Meq} = \frac{\text{PM}}{1000} = \frac{36\text{g/mol}}{1000} = 0.036$$

$$g = (0.1\text{N})(1000 \text{ mL})(0.036)$$

$$g = 3.6 \text{ g de HCl}$$

Relacionando con la pureza:

$$37 \text{ g} \text{ ----- } 100 \text{ g}$$

$$3.6 \text{ g} \text{ ----- } X$$

$$X = 9.73 \text{ g de HCl}$$

Relacionando con la densidad

$$\rho = m / v$$

Despejando:

$$V = m / \rho = 9.73\text{g} / 1.18 \text{ g/mL} = 8.4 \text{ mL de Ácido clorhídrico para preparar } 1000 \text{ mL de HCl } 0.1 \text{ N.}$$

### **Ácido clorhídrico 3 N** <sup>(4)</sup>

- 1) Medir 61.84 mL de Ácido clorhídrico al 37 % P/P de pureza y  $\rho = 1.18$  g/mL.
- 2) Colocar un beaker en baño de hielo y adicionar aproximadamente 500 mL de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante.
- 3) Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 mL de capacidad y completar volumen.
- 4) Envasar en frasco de vidrio y rotular como HCl 3N.
- 5) Cálculo:

$$g = N \cdot V(\text{mL}) \cdot \text{Meq}$$

$$\text{Meq} = \frac{\text{PM}}{1000} = \frac{36 \text{ g/mol}}{1000} = 0.036$$

$$g = (3\text{N})(250 \text{ mL})(0.036)$$

$$g = 27 \text{ g de HCl}$$

Relacionando con la pureza:

$$37 \text{ g} \text{ ----- } 100 \text{ g}$$

$$27 \text{ g} \text{ ----- } X$$

$$X = 72.97 \text{ g de HCl}$$

Relacionando con la densidad

$$\rho = m / v$$

Despejando:

$$V = m / \rho = 72.97\text{g} / 1.18 \text{ g/mL} = 61.84 \text{ mL de Ácido clorhídrico para preparar } 250 \text{ mL de HCl } 3 \text{ N.}$$

### **Ácido sulfúrico 2 N** <sup>(4)</sup>

- 1) Medir 27.17 mL de Ácido sulfúrico al 98 % P/P de pureza y  $\rho = 1.84$  g/mL.
- 2) Colocar un beaker en baño de hielo y adicionar aproximadamente 250 mL de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante.

- 3) Transferir a un balón volumétrico de 500 mL de capacidad, completar volumen.
- 4) Envasar en frasco de vidrio y rotular como H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 N.
- 5) Cálculo.

$$g = N \cdot V(\text{mL}) \cdot \text{Meq}$$

$$\text{Meq} = \frac{\text{PM}}{2000} = \frac{98 \text{ g/mol}}{2000} = 0.049$$

$$g = (2\text{N})(500\text{mL})(0.049)$$

$$g = 49 \text{ g de H}_2\text{SO}_4$$

Relacionando con la pureza:

$$98 \text{ g} \text{ ----- } 100 \text{ g}$$

$$49 \text{ g} \text{ ----- } X$$

$$X = 50 \text{ g de H}_2\text{SO}_4$$

Relacionando con la densidad

$$\rho = m / v$$

Despejando:

$$V = m / \rho = 50 \text{ g} / 1.84 \text{ g/mL} = 27.17 \text{ mL de ácido sulfúrico para preparar 500 mL de H}_2\text{SO}_4 \text{ 2 N}$$

### **Edetato disódico (EDTA) 0.05 M <sup>(8)</sup>**

- 1) Pesa 18.6002 g de Edetato disódico.
- 2) Disolver con 30 mL de agua en un beaker de 50 mL
- 3) Transferir la solución a un balón volumétrico de 500 mL y aforar con agua destilada.
- 4) Rotular como EDTA 0.05 M.

**Nota:** ver estandarización en anexo N° 2



### **Permanganato de potasio 0.1 N <sup>(8)</sup>**

- 1) Pesar cuidadosamente 4.7412g de la sal 100% pura en un beaker adecuado.
- 2) Disolver la sal en una pequeña cantidad de agua destilada hasta ebullición.
- 3) Trasferir a un balón volumétrico de 1500 mL y lavar el beaker arrastrando residuos.
- 4) Llevar a volumen de aforo y envasar en frasco de vidrio ámbar.
- 5) Cálculo.

**Reacción:**  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^-$  (Ver ANEXO N° 8)

$$g = N \cdot V(\text{mL}) \cdot \text{Meq}$$

$$\text{Meq} = \frac{\text{PM}}{5000} = \frac{158 \text{ g/mol}}{5000} = 0.03161$$

$$g = (0.1)(1500)(0.03161)$$

$$g = 4.7412\text{g de Permanganato de potasio para preparar 1500 mL.}$$

**Nota:** ver estandarización en Anexo N° 2

### **Oxalato de sodio (patrón primario) <sup>(8)</sup>**

- 1) Secar el Oxalato de sodio a 110 °C durante una hora
- 2) Colocar en desecador por 30 minutos para enfriar.
- 3) Pesar cuidadosamente 0.335g de Oxalato de sodio en un beaker adecuado.
- 4) Disolver el patrón primario en una pequeña cantidad de agua destilada.
- 5) Trasferir a un balón volumétrico de 50.0 mL y lavar el beaker arrastrando residuos.
- 6) Llevar a volumen de aforo y envasar.
- 7) Cálculo

$$g = N \cdot V(\text{mL}) \cdot \text{Meq}$$

$$\text{Meq} = \frac{\text{PM}}{2000} = \frac{134 \text{ g/mol}}{2000} = 0.067$$

$$g = (0.1N)(50\text{mL})(0.067)$$

$g = 0.335$  g de Oxalato de sodio para preparar 50 mL.

**Carbonato de calcio (patrón primario)** <sup>(6)</sup>

- 1) Secar el Carbonato de calcio a 200 °C durante 4 horas
- 2) Colocar en desecador por 30 minutos para enfriar.
- 3) Pesar cuidadosamente 0.25 g de Carbonato de calcio en un beaker adecuado.
- 4) Disolver el patrón primario en una pequeña cantidad de agua destilada.
- 5) Trasferir a un balón volumétrico de 50.0 mL y lavar el beaker arrastrando residuos.
- 6) Llevar a volumen de aforo y envasar.
- 7) Cálculo:

$$g = N \cdot V(\text{mL}) \cdot \text{Meq}$$

$$\text{Meq} = \frac{\text{PM}}{1000} = \frac{100 \text{ g/mol}}{1000} = 0.1$$

$$g = (0.1N)(50 \text{ mL})(0.1)$$

$g = 0.25$  g de Carbonato de calcio para preparar 50 mL.

## **ANEXO N° 2**

**Estandarización de las soluciones valorantes.**

### Estandarización de Permanganato de Potasio 0.1N

- 1) Pesar 0.335g de Oxalato de sodio previamente seco.
- 2) Colocar en un balón de 50.0 mL y aforar con agua destilada.
- 3) Colocar en un erlenmeyer de 250 mL una alícuota de 10.0 mL de la solución anterior.
- 4) Adicionar 7.0 mL de Ácido sulfúrico 2 N, calentar hasta 60 °C.
- 5) Titular con Permanganato de potasio 0.1 N
- 6) Observar una coloración rosa que persiste por unos segundos.

Resultados:

V1= 9.9 mL

V2= 9.8 mL

V3= 9.8 mL

Peso real de patrón primario: 0.3354g

0.3354g ----- 50.0 mL

X ----- 10.0 mL

X = 0.067g de Oxalato de sodio

### FORMULA PARA EL CÁLCULO DE LA NORMALIDAD

$$N = \frac{\text{g (patrón primario/ alícuota)}}{V_{\text{(valorante)}} * \text{Meq (patrón primario)}}$$

### PRIMERA VALORACION

$$N_1 = \frac{0.067 \text{ g}}{(9.9 \text{ mL}) * (134/2000)} = 0.1010 \text{ N}$$

N<sub>2</sub>= 0.1020 N (Segunda valoración)

N<sub>3</sub>= 0.1020 N (Tercera valoración)

**N<sub>□</sub> = 0.1017 N (Normalidad promedio)**

### **Estandarización de Edetato disódico (EDTA) 0.05 M.**

- 1) Pesar 0.250 g de Oxalato de sodio previamente seco.
- 2) Colocar el patrón primario en un bolón de 50 mL y aforar con agua destilada.
- 3) Tomar una alícuota de 10.0 mL de la solución y colocarla en un erlenmeyer de 250 mL.
- 4) Adicionar 8 gotas de NaOH 4 M hasta pH básico y murexida como indicador.
- 5) Valorar con EDTA 0.05 M.

Resultados:

V1= 9.9 mL

V2= 9.9 mL

V3= 9.9 mL

Peso real de patrón primario: 0.2505 g

0.2505 g ----- 50.0 mL

X ----- 10.0 mL

X = 0.0501 g de Carbonato de calcio

### **FORMULA PARA EL CALCULO DE LA MOLARIDAD**

$$M = \frac{\text{g (patrón primario)/ alícuota}}{V_{\text{(valorante)}} * \text{Meq (patrón primario)}}$$

### **PRIMERA VALORACION**

$$M_1 = \frac{0.0501 \text{ g}}{(9.9 \text{ mL}) * (100/1000)} = 0.0506 \text{ M}$$

M<sub>2</sub>= 0.0506 M (Segunda valoración)

M<sub>3</sub>= 0.0506 M (Tercera valoración)

**M□= 0.0506 M (Molaridad promedio)**

**ANEXO N° 3. Cálculo de la equivalencia del volumen de Permanganato de potasio para obtener gramos de Oxalato de calcio.**

FORMUA DE LA NORMALIDAD:

$$g_{(Mx)} = N_{(titulante)} * V_{(titulante)} * Meq_{(Mx)}$$

DONDE:

Mx = Oxalato de calcio ( $CaC_2O_4$ )

Titulante = Permanganato de potasio 0.1 N ( $KMnO_4$ )

Peso molecular de ( $CaC_2O_4$ ) = 128 g/mol

$$Meq = \frac{PM_{(Mx)}}{2000} = \frac{128 \text{ g/mol}}{2000} = 0.064$$

SUSTITUYENDO LOS DATOS EN FORMULA:

$$g = (0.1N) (1.0mL) (0.064)$$

$$g = 6.4 \times 10^{-3} \text{ g de Oxalato de calcio (6.4 mg)}$$

Equivalencia:

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1 N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio

**ANEXO N° 4**  
**Procedimientos del análisis de tabletas y leches por el método  
complejométrico**

## 1) Análisis de calcio en tabletas<sup>(8)</sup>\*\*

**Especificación:** Las Tabletas de Carbonato de Calcio contienen no menos de 90.0 por ciento y no más de 110.0 por ciento de la cantidad declarada de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Las Tabletas etiquetadas para usos distintos del antiácido, o para otros usos además del antiácido, contienen no menos de 90,0 por ciento y no más de 115.0 por ciento de la cantidad declarada de Carbonato de calcio.

### Procedimiento:

1. Pesar 20 tabletas juntas
2. Pulverizar las 20 tabletas en un mortero
3. Pesar un equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio
4. Trasferir el polvo en un beaker de 30.0 mL y agregarle HCl 3 M (15gotas) y agitar.
5. Agregarle aproximadamente 15.0 mL de agua destilada y agitar
6. Trasferir la solución en un balón volumétrico de 50.0 mL y aforar.
7. Tomar una alícuota de 10.0 mL y transferirla a un erlenmeyer de 250 mL
8. Adicionar NaOH hasta  $\text{pH} = 13$  (8 gotas).
9. Agregar una pequeña cantidad de murexida como indicador.
10. Valorar con EDTA 0.05 M hasta una coloración purpura.
11. Anotar mL de EDTA 0.05 M gastados.
12. Realizar cada paso por triplicado
13. Cada mL de EDTA 0.05 M equivale a 5.004 mg de Carbonato de calcio.

**NOTA:** \*\* No se uso tal cual el procedimiento de la USP 34 debido a que se cambio el indicador.



## **2) Análisis de Carbonato de calcio, materia prima por el método complejométrico<sup>(8)</sup>\*\***

**Especificación:** El Carbonato de Calcio, secado a 200° durante 4 horas, contiene la cantidad de Carbonato de calcio equivalente a no menos de 98.0 por ciento y a no más de 100.5 por ciento.

### **Procedimiento:**

1. Pesar un equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio
2. Trasferir el polvo en un beaker de 30.0 mL y agregarle HCl 3 M (15gotas) y agitar.
3. Agregar aproximadamente 15.0 mL de agua destilada y agitar.
4. Trasferir la solución en un balón volumétrico de 50.0 mL y aforar.
5. Tomar una alícuota de 10.0 mL y transferirla a un erlenmeyer de 250 mL.
6. Adicionar NaOH hasta pH = 13 (8 gotas).
7. Agregar una pequeña cantidad de murexida como indicador.
8. Valorar con EDTA 0.05 M hasta una coloración purpura.
9. Anotar el volumen de EDTA 0.05 M gastados.
10. Realizar cada paso por triplicado.

Cada mL de EDTA 0.05 M equivale a 5.004 mg de Carbonato de calcio.

**NOTA:** \*\* No se uso tal cual el procedimiento de la USP 34 debido a que se cambio el indicador.

## **3) Análisis de leches por el método complejométrico**

1. Tomar 5.0 mL de la mezcla de los 3 litros de leche.
2. Transferirlos en un balón de 50 mL y aforar con agua destilada.
3. Tomar una alícuota de 10.0 mL y transferirlos en un erlenmeyer de 250 mL.
4. Adicionar NaOH 4 N (8 gotas)
5. Adicionar una pequeña cantidad de murexida y agitar.

6. Valorar con EDTA 0.05 M hasta coloración purpura.
7. Anotar el volumen de EDTA 0.05 M gastados.
8. Realizar cada paso por triplicado.

Cada mL de EDTA 0.05 M equivale a 5.004 mg de Carbonato de calcio.

## **ANEXO N 5**

**Cálculos del análisis de tabletas y leches enteras fluidas  
pasteurizadas por el método complejométrico.**

**DETERMINACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO Y CALCIO EN TABLETAS POR EL MÉTODO COMPLEJOMÉTRICO.**

**1) Tableta Kalman. (1500 mg CaCO<sub>3</sub>)**

Peso de 20 tabletas juntas= 32.3542g

Peso promedio. (P<sub>20</sub>) = 1.6177 g

$$\begin{array}{r} 1617.7\text{mg P}_{20} \text{ ----- } 1500 \text{ mg de CaCO}_3 / \text{tableta} \\ X \quad \text{----- } 200 \text{ mg de CaCO}_3 \end{array}$$

X= 215.7 mg polvo de tableta equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio.

De la muestra de 215.7 mg de polvo equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio se diluyó a 50.0 mL donde se tomaron 3 alícuotas de 10.0 mL para cada valoración.

Cálculo de la cantidad de Carbonato de calcio por alícuota de 10.0 mL.

$$\begin{array}{r} 215.7 \text{ mg equivalente a } 200 \text{ mg de CaCO}_3 \text{ ----- } 50.0 \text{ mL (aforo de dilución)} \\ X \quad \text{----- } 10.0 \text{ mL (alícuota tomada)} \\ X = 43.1\text{mg de CaCO}_3/10.0 \text{ mL} \end{array}$$

**Cuadro N°4. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de las tabletas KALMAN por su factor de corrección (Fc)**

Volúmenes gastados de EDTA 0.05 M	Factor de corrección de EDTA 0.05 M	Volúmenes de EDTA 0.05 M corregidos
V1= 7.7 mL	Fc.: 1.012 *	V1= 7.79 mL
V2= 7.6 mL		V2= 7.69 mL
V3= 7.8 mL		V3= 7.89 mL

\* ver anexo N° 2

Cada mL de EDTA 0.05 M equivale a 5.004 mg de Carbonato de calcio.

1.0 mL EDTA 0.05 M ..... 5.004 mg de CaCO<sub>3</sub>

7.79 mL EDTA 0.05 M ----- X<sub>1</sub>

**X<sub>1</sub> = 39.0 mg de Carbonato de calcio encontrado en peso muestra**

Cálculo de Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) por tableta:

mg de CaCO<sub>3</sub> encontrado ----- Peso muestra (en alícuota)

Y ----- Peso promedio de 20 Tabletas (P<sub>20</sub>)

39.0 mg de CaCO<sub>3</sub> encontrado----- 43.1 mg Peso muestra (en alícuota)

Y<sub>1</sub> ----- 1,617.7 mg (P<sub>20</sub>)

**Y<sub>1</sub> = 1,463.8 mg de Carbonato de calcio / tableta**

Cálculo del porcentaje sobre lo rotulado de Carbonato de calcio por tableta:

1,500.0 mg de CaCO<sub>3</sub>.....100.0%

1,463.8 mg de CaCO<sub>3</sub>----- P<sub>1</sub>

**P<sub>1</sub> = 97.6% sobre lo rotulado de CaCO<sub>3</sub>**

Cálculo de Calcio por tableta:

Peso molecular de CaCO<sub>3</sub> ----- Peso atómico de Ca

Peso de CaCO<sub>3</sub> ----- C

100.1 g PM de CaCO<sub>3</sub> ----- 40 g Peso atómico de Ca

1,463.8 mg de CaCO<sub>3</sub>/tableta ----- C<sub>1</sub>

**C<sub>1</sub> = 585.0 mg de Calcio / tableta**

**2) Tabletás TUMS (500 mg de CaCO<sub>3</sub>)**

Peso de 20 tabletás = 26.1168 g

Peso promedio. (P<sub>20</sub>) = 1.3058 g

1305.8 mg ----- 500 mg de CaCO<sub>3</sub> / tableta

X ----- 200 mg de CaCO<sub>3</sub>

X= 522.3 mg de polvo de tableta equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio.

De la muestra de 522.3 mg de polvo de tableta equivalente a 200 mg de carbonato de calcio se diluyo a 50.0 mL donde se tomaron 3 alícuotas de 10.0 mL para cada valoración.

Cálculo de la cantidad de Carbonato de calcio por alícuota de 10.0mL.

522.3 mg peso Mx (polvo de tableta) ----- 50.0 mL (aforo de dilución)

X ----- 10.0 mL (alícuota tomada)

X= 104.5 mg de CaCO<sub>3</sub> / 10.0 mL

**Cuadro N° 5. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de las tabletás TUMS por su factor de corrección (Fc)**

Volúmenes gastados de EDTA 0.05 M	Factor de corrección de EDTA 0.05 M	Volúmenes de EDTA 0.05 M corregidos
V1=8.4 mL	FC.: 1.012 *	V1= 8.50 mL
V2= 8.6 mL		V2= 8.70 mL
V3= 8.2 mL		V3= 8.30 mL

\* ver anexo N°2

Cada mL de EDTA 0.05M equivale a 5.004 mg de Carbonato de calcio.

1.0 mL EDTA 0.05 M ----- 5.004 mg de CaCO<sub>3</sub>

8.50 mL EDTA 0.05 M ----- X<sub>1</sub>

**X<sub>1</sub>= 42.5 mg de Carbonato de calcio encontrados en peso muestra.**

Cálculo de Carbonato de calcio por tableta:

mg de  $\text{CaCO}_3$  encontrados ----- Peso muestra (en alícuota)  
Y ----- Peso promedio de 20 Tabletas ( $P_{20}$ )

42.5 mg de  $\text{CaCO}_3$  encontrados ----- 104.5 mg Peso muestra (en alícuota)  
 $Y_1$  ----- 1305.8 mg ( $P_{20}$ )

**$Y_1 = 531.1$  mg de  $\text{CaCO}_3$  / tableta**

Cálculo del porcentaje sobre lo rotulado de Carbonato de calcio por tableta:

500 mg de  $\text{CaCO}_3$  ----- 100.0%  
531.1 mg de  $\text{CaCO}_3$  -----  $P_1$

**$P_1 = 106.2\%$  sobre lo rotulado de  $\text{CaCO}_3$**

Cálculo de calcio por tableta:

Peso molecular de  $\text{CaCO}_3$  ----- Peso atómico de Ca  
Peso de  $\text{CaCO}_3$  ----- C

100.1 g/mol de  $\text{CaCO}_3$  ----- 40 g/mol de Ca  
531.1 mg de  $\text{CaCO}_3$  -----  $C_1$

**$C_1 = 212.4$  mg de Calcio / tableta**

### **DETERMINACIÓN DEL PORCENAJE DE PUREZA DE CARBONATO DE CALCIO, MATERIA PRIMA POR EL MÉTODO COMPLEJOMÉTRICO.**

De la muestra equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio se peso 0.2001 g el cual se diluyo a 50.0 mL donde se tomaron 3 alícuotas de 10.0 mL para cada valoración obteniendo los siguientes datos:

**Cuadro N° 6. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de Carbonato de calcio, materia prima por su factor de corrección (Fc)**

Volúmenes gastados de EDTA 0.05M	Factor de corrección de EDTA 0.05 M	Volúmenes de EDTA 0.05M corregidos
V1=7.0 mL	FC.: 1.012 *	V1= 7.79 mL
V2= 7.5 mL		V2= 7.59 mL
V3= 7.8 mL		V3= 7.89 mL

\* Ver Anexo N° 2

Cálculo de la cantidad de Carbonato de calcio por alícuota de 10.0 mL.

200.1 mg peso Mx ----- 50.0 mL (aforo de dilución)

X ----- 10.0 mL (alícuota tomada)

X= 40.02 mg de CaCO<sub>3</sub>/10.0 mL

Cada mL de EDTA 0.05 M equivale a 5.004 mg de Carbonato de calcio.

1.0 mL EDTA ----- 5.004 mg de Carbonato de calcio

7.79 mL EDTA ----- X

**X<sub>1</sub>= 39.0 mg de Carbonato de calcio encontrados.**

Cálculo del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>):

40.02 mg de CaCO<sub>3</sub> -----100.0%

39.0 mg de CaCO<sub>3</sub> encontrados ----- P

**P<sub>1</sub>= 97.5 % porcentaje de pureza**



**Cuadro N°7. Resumen de resultados de análisis por el método complejométrico con EDTA a tabletas y materia prima.**

<b>(Normalidad<sub>real</sub> del EDTA = 0.0506 M, Normalidad<sub>teórica</sub> del EDTA = 0.05 M, Fc=1.012)</b>								
<b>Volumen real</b>	<b>Volumen corregido</b>	<b>mg CaCO<sub>3</sub> por M<sub>x</sub></b>	<b>P<sub>mx</sub> Mg</b>	<b>P<sub>□20</sub> mg</b>	<b>mg CaCO<sub>3</sub> por tab</b>	<b>mg Ca<sup>2+</sup></b>	<b>mg CaCO<sub>3</sub> que rotula</b>	<b>% sobre lo rotulado</b>
<b>KALMAN</b>								
7.7mL	7.79mL	39.0	43.1	1617.7	1463.8	585.5	1500.0	97.6
7.6mL	7.69mL	38.5			1445.0	577.4		96.3
7.8mL	7.89mL	39.5			1482.6	592.4		98.9
<b>TUMS</b>								
8.4mL	8.50mL	42.5	104.5	1305.8	531.1	212.2	500.0	106.2
8.6mL	8.70mL	43.5			543.6	217.2		108.7
8.2mL	8.30mL	41.5			518.6	207.2		103.7
<b>MATERIA PRIMA</b>								
7.7mL	7.79mL	39.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	97.5
7.5mL	7.59mL	38.0						95.0
7.8mL	7.89mL	39.5						98.8

Donde:

Fc= Factor de corrección. (Fc= N<sub>real</sub> / N<sub>teórica</sub>)

P<sub>mx</sub>= peso muestra

P<sub>□20</sub>= peso promedio de 20 tableta

**DETERMINACION DE CALCIO EN LECHEs ENTERAS FLUIDAS PASTEURIZADAS POR EL MÉTODO COMPLEJOMÉTRICO CON EDTA 0.05 M**

**1) Leche entera pasteurizada Salud.**

Cantidad de muestra: 500 mL de leche

Muestra de leche tomada: 5.0 mL de leche

Dilución: 50.0 mL

Alícuota: 10.0 mL

**Cuadro N° 8. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de leche entera fluida pasteurizada Salud por su factor de corrección (Fc)**

Volúmenes gastados de EDTA 0.05M	Factor de corrección de EDTA 0.05M	Volúmenes de EDTA 0.05M corregidos
V1= 0.7 mL	FC.: 1.012 *	V1= 0.71 mL
V2= 0.6 mL		V2= 0.61 mL
V3= 0.6 mL		V3= 0.61 mL

\*ver ANEXO N° 2

Cada mL de EDTA 0.05 M equivale a 2.0 mg de Calcio.

1.00 mL EDTA 0.05 M -----2.0 mg de Calcio

0.71 mL EDTA 0.05 M ----- X<sub>1</sub>

**X<sub>1</sub>= 1.4 mg de Calcio encontrados en muestra**

Cálculo de los mg de Calcio en la alícuota de 5.0 mL

mg de Calcio/muestra ----- volumen de muestra (alícuota de leche)  
Y ----- volumen de aforo de dilución

1.4 mg de Ca/muestra ----- 10.0 mL (alícuota de leche)  
Y<sub>1</sub> ----- 50.0 mL (aforo de dilución)

**Y<sub>1</sub> = 7.0 mg de Calcio en 5.0 mL de leche.**

Cantidad de Calcio presente 500.0 mL de leche

7.0 mg de Ca ----- 5.0 mL leche (alícuota)  
Z ----- 500.0 mL leche (muestra)

**Z<sub>1</sub> = 700.0 mg de calcio en 500.0 mL de leche.**

Cantidad de Calcio presente un una porción (un vaso de leche)

700.0 mg de Ca ----- 500.0 mL leche (muestra)  
Q ----- 240.0 mL leche (un vaso)

**Q<sub>1</sub> = 336.0 mg de leche en 240.0 mL (un vaso)**

## **2) Leche entera pasteurizada Valle banco.**

Cantidad de muestra: 500 mL de leche

Muestra de leche tomada: 5.0 mL de leche

Dilución: 50.0 mL

Alícuota: 10.0 mL

**Cuadro N° 9. Volúmenes de EDTA 0.05 M gastados en el ensayo de leche Entera fluida pasteurizada Valle Blanco por su factor de corrección (Fc)**

Volúmenes gastados de EDTA 0.05 M	Factor de corrección de EDTA 0.05 M	Volúmenes de EDTA 0.05 M corregidos
V1= 0.7 mL	FC.: 1.012 *	V1= 0.71 mL
V2= 0.7 mL		V2= 0.71 mL
V3= 0.6 mL		V3= 0.61 mL

Cada mL de EDTA 0.05M equivale a 2.0 mg de Calcio.

1.00 mL EDTA 0.05 M ----- 2.0 mg de calcio

0.71 mL EDTA 0.05 M ----- X<sub>1</sub>

**X<sub>1</sub>= 1.4 mg de Calcio encontrado en muestra**

Cálculo de los mg de Calcio en la alícuota de 5.0 mL

mg de Calcio/ muestra ----- volumen de muestra (alícuota de leche)

Y ----- volumen de aforo de dilución

1.4 mg de Ca/muestra ----- 10.0 mL (alícuota de leche)

Y<sub>1</sub> ----- 50.0 mL (aforo de dilución)

**Y<sub>1</sub>= 7.0 mg de calcio en 5.0 mL de leche.**

Cantidad de calcio presente en 500.0 mL de leche

7.0 mg de Ca ----- 5.0 mL leche

Z<sub>1</sub> ----- 500.0 mL leche

**Z<sub>1</sub>= 700.0 mg de calcio en 500.0 mL de leche.**

Cantidad de Calcio presente en una porción (vaso de leche)

700.0 mg de calcio ----- 500.0 mL leche (muestra)

$Q_1$  ----- 240.0 mL leche (vaso)

**$Q_1 = 336.0$  mg de leche en 240.0 mL (un vaso)**

**Cuadro N°10. Resumen de análisis de leche Salud por el método complejométrico con EDTA 0.05 M.**

<b>LECHE SALUD</b>	<b>METODO COMPLEJOMETRICO (EDTA 0.05M)</b>					
	<b>Volumen gastado</b>	<b>Volumen Corregido</b>	<b>Mg Calcio por muestra</b>	<b>mg calcio en 5.0 mL</b>	<b>Mg calcio en 500.0 mL</b>	<b>Mg calcio en 240.0 mL</b>
<b>Muestra 1</b>	V <sub>1</sub> = 0.7 mL	0.71 mL	1.4	7.0	700.0	336.0
	V <sub>2</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.2	6.1	610.0	292.8
	V <sub>3</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.2	6.1	610.0	292.8
	<b>Promedios</b>		<b>1.3 mg</b>	<b>6.4 mg</b>	<b>640.0 mg</b>	<b>307.2 mg</b>
<b>Muestra 2</b>	V <sub>1</sub> = 0.5 mL	0.51 mL	1.0	5.1	510.0	244.8
	V <sub>2</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.2	6.1	610.0	292.8
	V <sub>3</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.2	6.1	610.0	292.8
	<b>Promedios</b>		<b>1.1 mg</b>	<b>5.8 mg</b>	<b>576.7 mg</b>	<b>276.8 mg</b>
<b>Muestra 3</b>	V <sub>1</sub> = 0.7 mL	0.71 mL	1.4	7.0	700.0	336.0
	V <sub>2</sub> = 0.7 mL	0.71 mL	1.4	7.0	700.0	336.0
	V <sub>3</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.2	6.1	610.0	292.8
	<b>Promedios</b>		<b>1.3 mg</b>	<b>6.7 mg</b>	<b>670.0 mg</b>	<b>321.6 mg</b>
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			<b>1.2 mg</b>	<b>6.3 mg</b>	<b>628.9 mg</b>	<b>301.9 mg</b>

\* Factor de corrección (FC) =  $N_{\text{real}} \text{ del EDTA} / N_{\text{teórica}} \text{ del EDTA} = 0.0506\text{M} / 0.05\text{M} = 1.012$

**Cuadro N°11. Resumen de análisis de leche Valle Blanco con el método complejométrico con EDTA 0.05 M.**

LECHE VALLE BLANCO	METODO COMPLEJOMETRICO (EDTA 0.05M)					
	Volúmenes gastados	Volúmenes Corregidos	Mg Calcio por muestra	mg calcio en 5.0 mL	Mg calcio en 500.0 mL	Mg calcio en 240.0 mL
<b>Muestra 1</b>	V <sub>1</sub> = 0.7 mL	0.71 mL	1.40	7.00	700.0	336.0
	V <sub>2</sub> = 0.7 mL	0.71 mL	1.40	7.00	700.0	336.0
	V <sub>3</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.22	6.10	610.0	292.8
	<b>Promedios</b>		<b>1.3 mg</b>	<b>6.7 mg</b>	<b>670.0 mg</b>	<b>321.6 mg</b>
<b>Muestra 2</b>	V <sub>1</sub> = 0.8 mL	0.51 mL	1.6	8.1	810.0	388.8
	V <sub>2</sub> = 0.7 mL	0.61 mL	1.4	7.0	700.0	336.0
	V <sub>3</sub> = 0.7 mL	0.71 mL	1.4	7.0	700.0	336.0
	<b>Promedios</b>		<b>1.5 mg</b>	<b>7.4 mg</b>	<b>736.7 mg</b>	<b>353.6 mg</b>
<b>Muestra 3</b>	V <sub>1</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.2	6.1	610.0	292.8
	V <sub>2</sub> = 0.7 mL	0.71 mL	1.4	7.0	700.0	336.0
	V <sub>3</sub> = 0.6 mL	0.61 mL	1.2	6.1	610.0	292.8
	<b>Promedios</b>		<b>1.3 mg</b>	<b>6.4 mg</b>	<b>640.0 mg</b>	<b>307.2 mg</b>
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			<b>1.4 mg</b>	<b>6.8 mg</b>	<b>682.2 mg</b>	<b>327.5 mg</b>

\* Factor de corrección (FC) =  $N_{\text{real}} \text{ del EDTA} / N_{\text{teórica}} \text{ del EDTA} = 0.0506\text{M} / 0.05\text{M} = 1.012$

**ANEXO N 6**  
**CALCULO DE OBTENCION DE PRECIPITADO DE OXALATO DE**  
**CALCIO TEORICAMENTE Y DE LA CONCENTRACION DE LA**  
**SOLUCION DE ACIDO OXALICO A UTILIZAR PARA EL METODO**  
**TITRIMETRICO POR OXIDO – REDUCCION.**



**a) CALCULO DE PRECIPITADO DE OXALATO DE CALCIO TEORICO  
PARA LA LECHE SALUD**

Datos:

- Según etiqueta el cartón de leche posee: 30% de una porción diaria de Calcio
- Según la tabla del INCAP una porción diaria es de: 1000 mg de Calcio
- Un vaso contiene: 240.0 mL
- Cantidad de muestra a analizar: 500.0 mL de leche

Cálculo teórico de la cantidad de Calcio que debe tener en un vaso de leche:

$$X = (1000 \text{ mg de Ca}^*) (0.30)$$

**X = 300 mg de Calcio en un vaso de leche (porción recomendada)**

\* Porción diaria recomendada según la tabla del INCAP (ver anexo N° 10)

Cálculo teórico de la cantidad de Calcio en la muestra a analizar (500 mL de leche)

240.0 mL leche (un vaso) ----- 300 mg Calcio

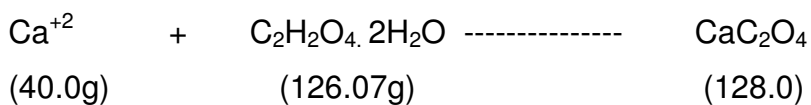
500.0 mL leche (muestra) ----- Y

**Y = 625 mg Calcio en 500.0 mL de Leche (muestra)**

Cálculo estequiométrico para obtener el precipitado de Oxalato de calcio teórico en la muestra a analizar (500 mL de leche)

Al reaccionar el Calcio (Ca, peso atómico = 40) mas la solución de Ácido oxálico ( $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$ , peso molecular = 126.07) dará como resultado el precipitado de Oxalato de calcio ( $CaC_2O_4$ , peso molecular = 128)

Ecuación de reacción:



( Y )

Relación para obtener el precipitado de Oxalato de calcio teórico:

$$\text{Precipitado de CaC}_2\text{O}_4 = \frac{(0.625 \text{ g Ca encontrado/muestra}) (128.0 \text{ g CaC}_2\text{O}_4)}{40 \text{ g de Ca}}$$

**Precipitado = 2.0g de CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> a obtener por muestra de Leche**

Relación para obtener la concentración de Ácido Oxálico:

$$\begin{array}{l} \text{Concentración} \\ \text{De Ácido oxálico} \end{array} = \frac{(0.625 \text{ g Ca encontrado/muestra})(126.07 \text{ g C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{40 \text{ g de Ca}}$$

**Concentración de Acido oxálico = 1.97 % (aproximando = 2 %)**

### **b) CALCULO DE PRECIPITADO DE OXALATO DE CALCIO TEORICO PARA TABLETAS.**

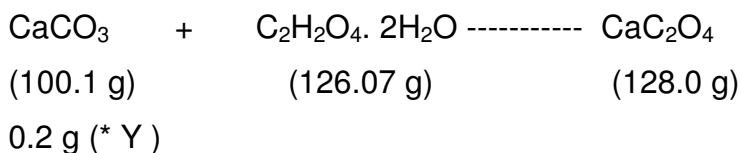
Datos:

- Equivalente de Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) a pesar: 200 mg de CaCO<sub>3</sub> (\* Y) por tableta (basado en la farmacopea de los Estados Unidos USP 34)

Cálculo estequiométrico para obtener el precipitado de Oxalato de calcio teórico en tabletas de Carbonato de calcio.

Al reaccionar el Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>, peso molecular = 100.1) mas la solución de Acido oxálico (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O, peso molecular = 126.07) dará como resultado el precipitado de Oxalato de calcio (CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, peso molecular = 128)

Ecuación de reacción:



Relación para obtener el precipitado de Oxalato de calcio teórico:

$$\text{Precipitado de CaC}_2\text{O}_4 = \frac{(0.2 \text{ g de CaCO}_3 / \text{tableta}) (128.0 \text{ g de CaC}_2\text{O}_4)}{(100.1 \text{ g de CaCO}_3)}$$

**Precipitado = 0.251g de CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> a obtener por muestra de tableta**

Relación para obtener la concentración de Ácido Oxálico:

$$\begin{array}{l} \text{Concentración} \\ \text{De Acido oxálico} \end{array} = \frac{(0.2 \text{ g Ca encontrado/muestra})(126.07 \text{ g C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{100.1 \text{ g de Ca}}$$

**Concentración de Ácido oxálico = 0.2519 % (aproximando = 1 %)**

**NOTA:** La parte experimental tanto para leches como para tabletas se realiza con una solución al 2% para utilizar igual concentración en el análisis.

## **ANEXO Nº 7**

**Cálculos del análisis de tabletas y leches enteras fluidas  
pasteurizadas por el método titrimétrico por óxido-reducción.**

**DETERMINACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO Y CALCIO EN TABLETAS POR EL MÉTODO TITRIMETICO POR OXIDO- REDUCCIÓN.**

1) **Tableta Kalman**, 1500 mg de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

Peso de 20 tabletas juntas = 32.3542 g

Peso promedio de una tableta ( $P_{\square_{20}}$ ) = 1.6177 g

Cálculo de peso muestra equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

1.6177 g  $P_{\square_{20}}$  ----- 1500 mg de  $\text{CaCO}_3$  / tableta

X ----- 200 mg de  $\text{CaCO}_3$

**X = 0.2157 g peso muestra equivalente a 200 mg de  $\text{CaCO}_3$**

Al peso muestra equivalente encontrado (0.2157 g), se le siguió el tratamiento respectivo hasta obtener un precipitado de Oxalato de calcio (0.2115g) del cual se tomaron tres porciones diferentes para la valoración con Permanganato de potasio 0.1 N y gastar aproximadamente 10.0 mL de valorante, obteniendo los siguientes datos:

**Cuadro N° 12.** Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de tabletas KALMAN por su factor de corrección (Fc)

Pesos del precipitado de oxalato de calcio	Volúmenes gastados de Permanganato de potasio 0.1N	Factor de corrección de Permanganato de potasio 0.1 N	Volúmenes del Permanganato de potasio 0.1 N corregidos
P1= 0.0426 g	V1= 6.6 ml	FC.: 1.017*	V1= 6.71 mL
P2=0.0425 g	V2= 6.4 mL		V2= 6.50 mL
P3=0.0426 g	V3= 6.8 mL		V3= 6.91 mL

\* ver anexo N° 2.

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1 N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio.

1.0 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N ----- 6.4 mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   
6.71 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N -----  $Y_1$

**$Y_1 = 42.9$  mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado en el ensayo.**

Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) en el precipitado total

0.0426 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  porción precipitado ----- 0.2128 g precipitado total de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   
0.0429 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado en ensayo -----  $Z_1$

**$Z_1 = 0.2143$  g de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en el precipitado total**

Cálculo de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) por tableta.

0.2143 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en el precipitado total ----- 0.2157 g peso muestra  
 $W_1$  ----- 1.6177g ( $P_{20}$ )

**$W_1 = 1.6072$ g (1607.2mg)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /tableta**

Cálculo para encontrar Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) a partir de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) por tableta:

128.0 g PM  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  ----- 100.1 g PM  $\text{CaCO}_3$   
1607.2mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /tableta-----  $Q_1$

**$Q_1 = 1,256.9$  mg  $\text{CaCO}_3$  encontrado / tableta**

Cálculo del porcentaje sobre lo rotulado de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) por tableta:

1500 mg de  $\text{CaCO}_3$  / tableta ----- 100.0%  
1,256.9 mg de  $\text{CaCO}_3$  encontrados/tableta -----  $P_1$

**$P_1 = 83.9\%$  de  $\text{CaCO}_3$  Sobre lo rotulado/tableta**

Cálculo de Calcio (Ca) por tableta:

100.1 g PM de  $\text{CaCO}_3$  ----- 40 g Peso atómico de Ca  
1,256.9mg  $\text{CaCO}_3$  encontrados/tableta ----- $K_1$

**$K_1 = 502.3$  mg de Calcio/tableta\***

\*Según etiqueta de producto debe contener 600 mg de Calcio.

## 2) **Tabletas TUMS** (500 mg de $\text{CaCO}_3$ )

Peso de 20 tabletas = 26.1168 g

Peso promedio ( $P_{\square_{20}}$ ) = 1.3058 g

Cálculo de peso muestra equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

1.3058 g ----- 500 mg de  $\text{CaCO}_3$  / tableta

X ----- 200 mg de  $\text{CaCO}_3$

**X = 0.5223 g peso muestra equivalente a 200 mg de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )**

Al peso muestra equivalente encontrado (0.5223 g), se le siguió el tratamiento respectivo hasta obtener un precipitado de Oxalato de calcio (0.3011 g) del cual se tomaron tres porciones diferentes para la valoración con Permanganato de potasio .01 N y para gastar aproximadamente 10.0 mL de valorante, obteniendo los siguientes datos:

**Cuadro N° 13.** Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de tabletas TUMS por su factor de corrección (Fc)

Pesos del precipitado de oxalato de calcio	Volúmenes gastados de Permanganato de potasio 0.1N	Factor de corrección de Permanganato de potasio 0.1 N	Volúmenes del Permanganato de potasio 0.1 N corregidos
P1= 0.0425 g	V1= 4.8 mL	FC.: 1.017 *	V1= 4.88 MI
P2= 0.0425 g	V2= 4.5 mL		V2= 4.58 MI
P3= 0.0425 g	V3= 4.6 mL		V3= 4.68 MI

\* ver anexo N° 2

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1 N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio.

1.0 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N ----- 6.4 mg de Oxalato de calcio  
 4.88 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1N -----  $Y_1$

**$Y_1 = 31.2$  mg de Oxalato de calcio encontrado en el ensayo.**

Cálculo de la cantidad de oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) en el precipitado total.

0.0425 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  porción precipitado ----- 0.3011g precipitado total  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   
 0.0312g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado en ensayo -----  $Z_1$

**$Z_1 = 0.2210$ g de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en el precipitado total.**

Cálculo de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) por tableta.

0.2210g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en el precipitado total ----- 0.5223g peso Mx (polvo de tab.)  
 $W_1$  ----- 1.3058g peso de una tableta

**$W_1 = 0.5526$ g (552.6mg)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  / tableta.**



Cálculo para encontrar Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) a partir de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) por tableta:

$$128.0 \text{ g PM CaC}_2\text{O}_4 \text{-----} 100.1 \text{ g PM CaCO}_3$$

$$552.6 \text{ mg CaC}_2\text{O}_4 / \text{tableta} \text{-----} Q_1$$

**$Q_1 = 432.2 \text{ mg de CaCO}_3 \text{ encontrado / tableta.}$**

Cálculo del porcentaje sobre lo rotulado de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) por tableta:

$$500 \text{ mg de CaCO}_3 / \text{tableta} \text{-----} 100.0\%$$

$$749.0 \text{ mg de CaCO}_3 \text{ encontrados/tableta} \text{-----} P_1$$

**$P_1 = 86.4\% \text{ de CaCO}_3 \text{ Sobre lo rotulado/tableta}$**

Cálculo de Calcio (Ca) por tableta:

$$100.01 \text{ g PM de CaCO}_3 \text{-----} 40 \text{ g Peso atómico de Ca}$$

$$432.2 \text{ mg CaCO}_3 \text{ encontrados/tableta} \text{-----} K_1$$

**$K_1 = 172.7 \text{ mg de Ca /tableta}^*$**

\*Según etiqueta de producto debe contener 200 mg de Calcio.

### **DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PUERZA DE CARBONATO DE CALCIO, MATERIA PRIMA POR EL MÉTODO TITRIMETRICO POR OXIDO-REDUCCIÓN.**

Al peso muestra equivalente encontrado (0.2002 g), se le siguió el tratamiento respectivo hasta obtener un precipitado de Oxalato de calcio (0.2125g) del cual se tomaron tres porciones diferentes para la valoración con Permanganato de potasio 0.1 N y para gastar aproximadamente 10.0 mL de valorante, obteniendo los siguientes datos:

**Cuadro N° 14.** Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de Carbonato de calcio, materia prima por su factor de corrección (Fc)

Pesos del precipitado de oxalato de calcio	Volúmenes gastados de Permanganato de potasio 0.1N	Factor de corrección de Permanganato de potasio 0.1 N	Volúmenes del Permanganato de potasio 0.1 N corregidos
P1= 0.0422 g	V1= 6.0 mL	FC.: 1.017 *	V1= 6.10 mL
P2= 0.0425 g	V2= 6.1 mL		V2= 6.20 mL
P3= 0.0425 g	V3= 6.1 mL		V3= 6.20 mL

\* ver anexo N° 2

Cálculo de la cantidad del Oxalato de calcio por cada mL gastado:  
Cada mL de Permanganato de potasio 0.1 N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio.

1.0 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N ----- 6.4 mg de Oxalato de calcio  
6.10 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1 N -----  $X_1$

**$X_1 = 39.0$  mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrados en el ensayo.**

Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) en el precipitado total.

0.0390g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado/ensayo ----- 0.0422 g porción de precipitado  
 $Y_1$  ----- 0.2115 g precipitado total ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ )

**$Y_1 = 0.1955$  g (195.5 mg) de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en precipitado total**

Cálculo para encontrar Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) a partir del precipitado de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ):

128.0 g PM  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  ----- 100.1 g PM  $\text{CaCO}_3$   
195.5 mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado/precipitado total -----  $Z_1$

**$Z_1 = 152.9$  mg de  $\text{CaCO}_3$  encontrados en precipitado total de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$**

Cálculo del porcentaje de pureza de Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), materia prima.

0.2002 g  $\text{CaCO}_3$ /equiv----- 0.1529 g  $\text{CaCO}_3$  encontrados en precipitado total  
100.0 % -----  $P_1$

**$P_1 = 76.4\%$  pureza de  $\text{CaCO}_3$**

**Cuadro N° 15 Resumen de resultados obtenidos por el método titrimétrico por óxido-reducción con permanganato de potasio realizado a tabletas y materia prima.**

<b>(Normalidad<sub>real</sub> de KMnO<sub>4</sub> = 0.1017 N, Normalidad<sub>teórica</sub> de KMnO<sub>4</sub> = 0.1N, Fc=1.017)</b>											
<b>Polvo de tab. equiv. a 200mg</b>	<b>Vol. Gastado</b>	<b>Vol. Corregido</b>	<b>mg de CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> por M<sub>x</sub></b>	<b>P<sub>mx</sub> Mg</b>	<b>P<sub>20</sub> mg</b>	<b>CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> en el precipi. Total</b>	<b>mg CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> por tab</b>	<b>mg CaCO<sub>3</sub> por tab</b>	<b>mg Ca</b>	<b>mg CaCO<sub>4</sub> que rotula</b>	<b>% sobre lo rotulado</b>
<b>KALMAN</b>											
0.2157	6.6 mL	6.71 mL	42.9	42.6	1617.7	214.3	1607.2	1256.9	502.3	1500.0	83.9
	6.4 mL	6.50 mL	41.7	42.5		208.8	1565.9	1224.6	489.4		81.6
	6.8 mL	6.91 mL	44.2	42.6		220.8	1655.9	1295.0	517.5		86.3
<b>TUMS</b>											
0.5223	4.8 mL	4.88 mL	31.2	42.5	1305.8	221.0	552.6	432.2	172.7	500.0	86.4
	4.5 mL	4.58 mL	29.3	42.5		207.6	519.0	405.9	162.2		81.2
	4.6 mL	4.68 mL	30.0	42.5		212.5	531.3	415.5	166.0		83.1
<b>MATERIA PRIMA</b>											
N/A	6.0 mL	6.10 mL	39.0	42.2	N/A	195.5	N/A	N/A	N/A	N/A	76.4
	6.1 mL	6.20 mL	39.7	42.5		199.0					77.7
	6.1 mL	6.20 mL	39.7	42.5		199.0					77.7

Donde:

Fc= Factor de corrección de Permanganato de potasio . (Fc= N<sub>real</sub> / N<sub>teórica</sub>)

P<sub>mx</sub>= peso muestra

P̄<sub>20</sub>= peso promedio de 20 tabletas

**DETERMINACIÓN DE CALCIO EN LECHE POR MÉTODO TITRIMÉTRICO  
POR DE OXIDO-REDUCCIÓN.**

**1) Leche entera pasteurizada Salud (30% de calcio por porción)**

La porción equivale a 240mL de leche

Cantidad de muestra: 500 mL de leche

La muestra de leche al ser tratado con una solución Ácido oxálico al 2% se obtuvo un precipitado total de 0.8647 g de Oxalato de calcio, del cual se tomó una porción de 0.3200g y de ésta se tomó tres muestras para gastar aproximadamente 10.0 mL de titulante realizando tres valoraciones de donde se obtiene los siguientes datos:

**Cuadro N° 16.** Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de leche entera fluida pasteurizada Salud por su factor de corrección (Fc)

MUESTRA 1			
Pesos del precipitado de oxalato de calcio usados en las valoraciones	Volúmenes gastados de Permanganato de potasio 0.1N	Factor de corrección de Permanganato de potasio 0.1 N	Volúmenes del Permanganato de potasio corregidos
P1= 0.0641 g	V1=4.8 mL	FC.: 1.017 *	V1= 4.88 mL
P2= 0.0640 g	V2= 5.1 mL		V2= 5.19 mL
P3= 0.0642 g	V3= 4.9 mL		V3= 4.98 mL

\* Ver anexo N° 2

Cálculo de la cantidad del Oxalato de calcio por cada mL gastado:  
Cada mL de Permanganato de potasio 0.1N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ).

1.00 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1N ----- 6.4 mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   
4.88 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1N -----  $X_1$

**$X_1 = 31.2$  mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado/ensayo**

Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) presente en porción de precipitado de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ):

31.2 mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado/ensayo ----- 0.0641 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  de la valoración  
Y ----- 0.3200 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  porción de precipitado

**$Y_1 = 155.8$  mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en porción de precipitado.**

Cálculo e la cantidad de Oxalato de calcio  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  presente en precipitado total equivalente a 500.0 mL de leche:

155.8 mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /porción de precipitado----- 0.3200 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /porción de precip.  
 $Z_1$  ----- 0.8641 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  precipitado total

**$Z_1 = 418.7$  g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en precipitado total equivalente a 500.0 mL de leche**

Conversión de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) a Calcio (Ca):

128.0 g PM  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ----- 40.0 g Peso atómico Ca  
0.4187 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /precipitado total -----  $Q_1$

**$Q_1 = 0.1307$  g Ca encontrados en 500.0 mL de leche**

Cantidad de Calcio presente en 240.0 mL de leche (un vaso)

0.1307 g Ca ----- 500.0 mL de leche (muestra)  
 $W_1$  ----- 240.0 mL de leche (un vaso)

**$W_1 = 62.7$  mg de Ca / vaso de leche.**

**2) Leche entera pasteurizada Valle blanco (se desconoce la cantidad de calcio)**

La porción equivale a 240 mL de leche

Cantidad de muestra: 500 mL de leche.

La muestra de leche al ser tratado con una solución Ácido oxálico al 2% se obtuvo un precipitado total de 0.8160 g de Oxalato de calcio, del cual se tomó una porción de 0.3200g y de esta se tomó tres muestras para gastar aproximadamente 10.0 mL de titulante realizando tres valoraciones de donde se obtiene los siguientes datos:

**Cuadro N° 17.** Volúmenes de Permanganato de potasio 0.1 N gastados en el ensayo de leche entera fluida pasteurizada Valle Blanco por su factor de corrección (Fc)

MUESTRA 1			
Pesos del precipitado de oxalato de calcio	Volúmenes gastados de Permanganato de potasio 0.1N	Factor de corrección de Permanganato de potasio	Volúmenes del Permanganato de potasio corregidos
P1=0.0640 g	V1= 4.2 mL	FC.: 1.017 *	V1= 4.27 mL
P2= 0.0643 g	V2= 4.2 mL		V2= 4.27 mL
P3= 0.0642 g	V3= 4.3 mL		V3= 4.37 mL

\* Ver anexo N° 2

Cálculo de la cantidad del Oxalato de calcio por cada mL gastado:

Cada mL de Permanganato de potasio 0.1N equivale a 6.4 mg de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ )

1.00 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1N -----6.4 mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

4.27 mL  $\text{KMnO}_4$  0.1N ----- $X_1$

**$X_1 = 27.3$  mg de  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado/ensayo.**

Cálculo de la cantidad de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) presente en porción de precipitado de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ):

27.3 mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  encontrado/ensayo----- 0.0640g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  de la valoración

Y ----- 0.3200 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  porción de precipitado

**$Y_1 = 136.5$  mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en porción de precipitado.**

Cálculo e la cantidad de Oxalato de calcio  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  presente en precipitado total equivalente a 500.0 mL de leche:

136.5 mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /porción de precipitado----0.3200 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /porción de precip.

$Z_1$  ----- 0.8160 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  precipitado total

**348.07 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en precipitado total equivalente a 500.0 mL de leche**

Conversión de Oxalato de calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) a Calcio (Ca):

128.0 g PM  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  ----- 40.0 g Peso atómico Ca

0.3480 g  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ /precipitado total -----  $Q_1$

**$Q_1 = 0.1087$  g Ca en 500.0 mL de leche**

Cantidad de Calcio presente en 240.0 mL de leche (un vaso)

0.1087 g Ca ----- 500.0 mL de leche (muestra)

$W_1$  ----- 240.0 mL de leche (un vaso)

**$W_1 = 52.2$  mg de Ca / vaso de leche.**



**Cuadro N°18. Resumen de resultados del análisis de leche salud por el método óxido-reducción con Permanganato de potasio 0.1N (0.1017N\*)**

*Factor de corrección (FC) de $\text{KMnO}_4 = N_{\text{real}} \text{KMnO}_4 / N_{\text{teórica}} \text{KMnO}_4 = 0.1017\text{N} / 0.1\text{N} = 1.017$								
LECHE SALUD	Volumen gastado	Volumen corregido	Peso muestra (g)	mg $\text{CaC}_2\text{O}_4$ por ensayo	mg $\text{CaC}_2\text{O}_4$ en porción de precipitado	mg $\text{CaC}_2\text{O}_4$ en precipitado total (500.0 mL)	g Ca en 500.0 mL de leche	mg Ca en vaso de leche
<b>MUESTRA 1</b> <b>Precipitado total: 0.8641g</b>  <b>Porción: 0.3200 g</b>	V <sub>1</sub> =4.8mL	4.88mL	0.0641	31.2	155.8	418.7	0.1307	62.7
	V <sub>2</sub> =5.1mL	5.19mL	0.0640	33.2	166.0	448.2	0.1401	67.2
	V <sub>3</sub> =4.9mL	4.98mL	0.0642	31.9	159.0	429.3	0.1341	64.4
	<b>Promedios</b>				<b>32.1 mg</b>	<b>160.3mg</b>	<b>432.1mg</b>	<b>0.1349g</b>
<b>MUESTRA 2</b> <b>Precipitado total: 0.8640g</b>  <b>Porción: 0.3200 g</b>	V <sub>1</sub> =4.8mL	4.88mL	0.0640	31.2	156.0	421.2	0.1306	63.2
	V <sub>2</sub> =4.7mL	4.78mL	0.0640	30.6	153.0	413.1	0.1291	62.0
	V <sub>3</sub> =4.9mL	4.98mL	0.0642	31.9	159.0	429.3	0.1341	64.4
	<b>Promedios</b>				<b>31.2 mg</b>	<b>156.0mg</b>	<b>421.2mg</b>	<b>0.1313g</b>
<b>MUESTRA 3</b> <b>Precipitado total: 0.8639g</b>  <b>Porción: 0.3201 g</b>	V <sub>1</sub> =5.0mL	5.09mL	0.0641	32.2	161.0	434.5	0.1358	62.2
	V <sub>2</sub> =4.9mL	4.98mL	0.0642	31.9	159.1	429.4	0.1342	64.4
	V <sub>3</sub> =5.0mL	5.09mL	0.0641	32.6	162.8	439.4	0.1373	65.9
	<b>Promedios</b>				<b>32.4 mg</b>	<b>161.0mg</b>	<b>434.4mg</b>	<b>0.1358g</b>
<b>PROMEDIO TOTAL</b>				<b>31.9 mg</b>	<b>159.1</b>	<b>429.2mg</b>	<b>0.1340g</b>	<b>64.1mg</b>

**Cuadro N°19. Resumen de resultados del análisis de leche Valle Blanco por el método óxido-reduccion con Permanganato de potasio 0.1N (0.1017N\*)**

* Factor de corrección (FC) = $N_{\text{real}} / N_{\text{teórica}} = 0.1017N / 0.1N = 1.017$								
<b>LECHE VALLE BLANCO</b>	<b>Volumen gastado</b>	<b>Volumen corregido</b>	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>mg CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> por ensayo</b>	<b>mg CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> en porción de precipitado</b>	<b>g CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> en precipitado total (500.0 mL)</b>	<b>g Ca en 500.0 mL de leche</b>	<b>mg Ca en vaso de leche</b>
<b>MUESTRA 1</b> <b>Precipitado total: 0.8160g</b> <b>Porción: 0.3200 g</b>	V <sub>1</sub> = 4.2	4.27	0.0640	27.3	136.5	348.1	0.1087	52.2
	V <sub>2</sub> = 4.2	4.27	0.0643	27.3	135.9	346.5	0.1083	52.0
	V <sub>3</sub> = 4.3	4.37	0.0642	28.0	139.6	353.1	0.1113	53.4
	<b>Promedios</b>				<b>27.5 mg</b>	<b>137.3mg</b>	<b>349.2g</b>	<b>0.1094g</b>
<b>MUESTRA 2</b> <b>Precipitado total: 0.8161g</b> <b>Porción: 0.3201 g</b>	V <sub>1</sub> = 4.0	4.07	0.0641	26.0	129.8	330.9	0.1034	49.6
	V <sub>2</sub> = 4.2	4.27	0.0641	27.3	136.3	347.5	0.1086	52.1
	V <sub>3</sub> = 4.3	4.37	0.0642	28.0	139.6	355.9	0.1708	82.0
	<b>Promedios</b>				<b>27.1 mg</b>	<b>135.2mg</b>	<b>344.8g</b>	<b>0.1276g</b>
<b>MUESTRA 3</b> <b>Precipitado total: 0.8159g</b> <b>Porción: 0.3200 g</b>	V <sub>1</sub> = 4.1	4.17	0.0641	26.7	133.3	339.9	0.1062	51.0
	V <sub>2</sub> = 4.3	4.37	0.0643	28.0	139.3	355.2	0.1110	53.3
	V <sub>3</sub> = 4.2	4.37	0.0642	27.3	136.1	347.0	0.1084	52.0
	<b>Promedios</b>				<b>27.3 mg</b>	<b>136.2mg</b>	<b>347.4mg</b>	<b>0.1085g</b>
<b>PROMEDIO TOTAL</b>				<b>27.3 mg</b>	<b>136.2 mg</b>	<b>347.1mg</b>	<b>0.1152g</b>	<b>55.3mg</b>

**ANEXO N° 8**

**Tabla de potenciales eléctricos.**

Tabla N° 4. Potenciales eléctricos

Potenciales estándar en disolución acuosa a 25 °C		
<i>Agente oxidante</i>	<i>Agente reductor</i>	$E_{red}^{\circ} (V)$
$Li^{+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Li(s)$	-3,05
$K^{+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow K(s)$	-2,93
$Ba^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Ba(s)$	-2,90
$Ca^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Ca(s)$	-2,87
$Na^{+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Na(s)$	-2,71
$Mg^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Mg(s)$	-2,37
$Al^{3+}(ac) + 3 e^{-}$	$\rightarrow Al(s)$	-1,66
$Mn^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Mn(s)$	-1,18
$Zn^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Zn(s)$	-0,76
$Cr^{3+}(ac) + 3 e^{-}$	$\rightarrow Cr(s)$	-0,74
$Fe^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Fe(s)$	-0,44
$Cr^{3+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Cr^{2+}(ac)$	-0,41
$Cd^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Cd(s)$	-0,40
$PhSO_4(s) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(ac)$	-0,36
$Tl^{+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Tl(s)$	-0,34
$Co^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Co(s)$	-0,28
$Ni^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Ni(s)$	-0,25
$AgI(s) + e^{-}$	$\rightarrow Ag(s) + I^{-}(ac)$	-0,15
$Sn^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Sn(s)$	-0,14
$Pb^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Pb(s)$	-0,13
$2 H^{+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow H_2(g)$	0,00
$AgBr(s) + e^{-}$	$\rightarrow Ag(s) + Br^{-}(ac)$	0,07
$S(s) + 2 H^{+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow H_2S(ac)$	0,14
$Sn^{4+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Sn^{2+}(ac)$	0,15
$Cu^{2+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Cu^{+}(ac)$	0,15
$SO_4^{2-}(ac) + 4 H^{+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow SO_2(g) + 2 H_2O$	0,20
$Cu^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Cu(s)$	0,34
$Cu^{+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Cu(s)$	0,52
$I_2(s) + 2 e^{-}$	$\rightarrow 2 I^{-}(ac)$	0,53
$Fe^{3+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Fe^{2+}(ac)$	0,77
$Hg_2^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow 2 Hg(l)$	0,79
$Ag^{+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Ag(s)$	0,80
$2 Hg^{2+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Hg_2^{2+}(ac)$	0,92
$NO_3^{-}(ac) + 4 H^{+}(ac) + 3 e^{-}$	$\rightarrow NO(g) + 2 H_2O$	0,96
$AuCl_4^{-}(ac) + 3 e^{-}$	$\rightarrow Au(s) + 4 Cl^{-}(ac)$	1,00
$Br_2(l) + 2 e^{-}$	$\rightarrow 2 Br^{-}(ac)$	1,07
$O_2(g) + 4 H^{+}(ac) + 4 e^{-}$	$\rightarrow 2 H_2O$	1,23
$MnO_2(s) + 4 H^{+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Mn^{2+}(ac) + 2 H_2O$	1,23
$Cr_2O_7^{2-}(ac) + 14 H^{+}(ac) + 6 e^{-}$	$\rightarrow 2 Cr^{3+}(ac) + 7 H_2O$	1,33
$Cl_2(g) + 2 e^{-}$	$\rightarrow 2 Cl^{-}(ac)$	1,36
$ClO_3^{-}(ac) + 6 H^{+}(ac) + 5 e^{-}$	$\rightarrow \frac{1}{2} Cl_2(g) + 3 H_2O$	1,47
$Au^{3+}(ac) + 3 e^{-}$	$\rightarrow Au(s)$	1,50
$MnO_4^{-}(ac) + 8 H^{+}(ac) + 5 e^{-}$	$\rightarrow Mn^{2+}(ac) + 4 H_2O$	1,52
$PbO_2(s) + SO_4^{2-}(ac) + 4 H^{+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow PbSO_4(s) + 2 H_2O$	1,68
$H_2O_2(ac) + 2 H^{+}(ac) + 2 e^{-}$	$\rightarrow 2 H_2O$	1,77
$Co^{3+}(ac) + e^{-}$	$\rightarrow Co^{2+}(ac)$	1,82
$F_2(g) + 2 e^{-}$	$\rightarrow 2 F^{-}(ac)$	2,87
<i>Disolución básica</i>		
$Fe(OH)_2(s) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Fe(s) + 2 OH^{-}(ac)$	-0,88
$2 H_2O + 2 e^{-}$	$\rightarrow H_2(g) + 2 OH^{-}(ac)$	-0,83
$Fe(OH)_3(s) + e^{-}$	$\rightarrow Fe(OH)_2(s) + OH^{-}(ac)$	-0,56
$S(s) + 2 e^{-}$	$\rightarrow S^{2-}(ac)$	-0,43
$Cu(OH)_2(s) + 2 e^{-}$	$\rightarrow Cu(s) + 2 OH^{-}(ac)$	-0,22
$CrO_4^{2-}(ac) + 4 H_2O + 3 e^{-}$	$\rightarrow Cr(OH)_3(s) + 5 OH^{-}(ac)$	-0,12
$NO_3^{-}(ac) + 2 H_2O + 2 e^{-}$	$\rightarrow NO_2^{-}(ac) + 2 OH^{-}(ac)$	0,01
$ClO_4^{-}(ac) + H_2O + 2 e^{-}$	$\rightarrow ClO_3^{-}(ac) + 2 OH^{-}(ac)$	0,36
$O_2(g) + 2 H_2P + 4 e^{-}$	$\rightarrow 4 OH^{-}(ac)$	0,40
$ClO_3^{-}(ac) + 3 H_2O + 6 e^{-}$	$\rightarrow Cl^{-}(ac) + 6 OH^{-}(ac)$	0,62
$ClO^{-}(ac) + H_2O + 2 e^{-}$	$\rightarrow Cl^{-}(ac) + 2 OH^{-}(ac)$	0,89

## **ANEXO N° 9**

**Guía de observación realizada a establecimientos que comercializan  
tabletas de Carbonato de calcio y leches enteras fluidas  
pasteurizadas.**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**Guía de observación en Farmacias del centro del Municipio de Mejicanos y otras zonas de San Salvador que distribuyen tabletas de Carbonato de Calcio.**

1) ¿Venden medicamentos que contengan Carbonato de calcio?

SI

NO

2) ¿Cuáles son las formas farmacéuticas de los medicamentos?

Tabletas

Jarabes

Capsulas

Polvo reconstituible

3) ¿Cuáles de estos medicamentos son monofármacos?

---

4) ¿Cuál es el origen y procedencia de estos medicamentos?

---

---



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**Guía de observación en los Supermercados del centro del Municipio de Mejicanos y otras zonas de San Salvador, que distribuyen leche entera fluida pasteurizada.**

1) ¿Cuáles son las leches enteras fluidas pasteurizadas que comercializan?

---

---

2) ¿Cuáles se encuentran en mostrador frío y cuales a temperatura ambiente?

---

---

3) ¿Cuál es el origen y marca de las leches que comercializan?

---

---

4) ¿Cuáles son las marcas que la población más consume?

---

---

**ANEXO N° 10**

**Recomendaciones dietéticas diarias de vitaminas y minerales según el INCAP.**



**Tabla Nº 5. Recomendaciones dietéticas diarias de vitaminas y minerales según el INCAP. (14)**

Edad	A meg ER	Tiamina mg	Ribo- flabina mg	Niacina EN	B6 mg	Fol mcg	B12 mcg	C mg	D mg	E mg ET	Ca mg	P mg	Mg mg	Fe <sup>(a)</sup> mg (A) (B)	Zn <sup>(a)</sup> mg (A) (B)	I mcg	F mg	Cu mg	Se mcg		
<b>Niños</b>																					
<b>Meses</b>																					
0-2.9	350	0.2	0.3	4	0.2	17	0.1	20	8	3	500(b)	300(b)	30	(c)	(c)	2(b)	3	40	0.3	0.2	10
3-5.9	350	0.2	0.3	4	0.2	25	0.1	20	8	3	500(b)	300(b)	45	7(b)	10	3(b)	5	40	0.3	0.3	10
6-11.9	350	0.4	0.4	6	0.4	35	0.1	20	7	4	500	300	60	10	10	4	6	50	0.5	0.3	12
<b>Años</b>																					
1-2.9	400	0.5	0.6	8	0.7	40	0.5	30	7	5	400	300	75	7	10	5	8	65	1.0	0.4	15
3-6.9	400	0.7	0.8	11	0.9	65	0.8	35	5(d)	6	500	400	110	7	10	7	10	85	1.5	0.6	20
7-9.9	400	0.8	1.0	13	1.0	100	0.9	40	d	7	800	600	160	8	12	7	10	120	2.0	0.7	30
<b>Hombres</b>																					
10-11.9	500	0.9	1.1	15	1.2	100	1.0	45	(c)	9	1000	800	200	8	12	9	14	150	2.0	0.8	35
12-13.9	600	1.1	1.2	16	1.4	170	1.0	50	(c)	10	1000	800	250	12	18	12	18	150	2.0	0.9	45
14-17.9	600	1.1	1.4	19	1.5	185	1.0	60	(c)	10	1000	800	340	10	15	12	18	150	2.0	1.0	60
18-64.9	600	1.2	1.5	20	1.4	200	1.0	60	(c)	10	1000	800	310	8	11	12	18	150	3.0	1.2	70
65 y +	600	0.9	1.2	15	1.4	200	1.0	60	10	8	800(e)	600(e)	300	8	11	12	18	150	3.0	1.2	70
<b>Mujeres</b>																					
10-11.9	500	0.8	1.0	13	1.0	100	1.0	45	(c)	8	1000	800	220	8	12	9	14	150	2.0	0.8	40
12-13.9	600	0.9	1.0	13	1.1	170	1.0	50	(c)	8	1000	800	260	13	20	9	14	150	2.0	0.9	45
14-17.9	500	0.9	1.1	14	1.2	170	1.0	60	(c)	8	1000	800	290	15	22	9	14	150	2.0	1.0	55
18-64.9	500	0.8	1.1	14	1.2	170	1.0	60	(c)	8	1000	800	240	16	24	9	14	150	3.0	1.2	60
65 y +	500	0.7	1.0	12	1.2	170	1.0	60	10	6	800(e)	600(e)	250	6(f)	9	9	14	150	3.0	1.2	60
<b>CANTIDADES ADICIONALES DURANTE:</b>																					
	A meg ER	Tiamina mg	Ribo- flabina mg	Niacina EN	B6 mg	Fol mcg	B12 mcg	C mg	D mg	E mg ET	Ca mg	P mg	Mg mg	Fe <sup>(a)</sup> mg (A) (B)	Zn <sup>(a)</sup> mg (A) (B)	I mcg	F mg	Cu mg	Se mcg		
EMBARAZO	100	0.1	0.3	2	0.1	200 300(g)	0.4	10	10	2	200	150	40	(g)	(g)	3	5	25	---	---	5
LACTANCIA	350	0.2	0.5	3	0.3	100	0.3	30	10	3	400	300	75	3(h)	4(h)	6	9	50	---	0.3	15

- (a) (A) Dieta con abundantes alimentos de origen animal (B) Dieta con abundantes alimentos de origen vegetal  
 (b) RDD para niños alimentados exclusiva o primordialmente al pecho 300 mg Calcio, 125 mg Potasio, 4.5 mg Hierro, 1.3 mg Zinc  
 (c) Necesidades de hierro son satisfechas por la disminución fisiológica de hemoglobina y la movilización de reservas corporales de hierro  
 (d) Entre los 4 y 64 años 5 mg vitamina D/día sólo donde la luz solar no es adecuada y para individuos o grupos a riesgo de hipovitaminosis D  
 (e) Hasta 25 años: 1,000 mg Calcio y 800 mg Potasio al día. Después de 25 años 800 mg Calcio y 600 mg de Potasio/ día  
 (f) RDD para mujeres que no menstruen (e.g después de menopausia o histerectomía) 6 mg /día con dieta A y 9 mg /día con dieta B  
 (g) Durante los últimos trimestres del embarazo es necesario administrar folatos y hierro suplementarios en dosis farmacológicas. Con algunas dietas también es necesario durante la lactancia  
 (h) Equivalente a 9 o 13 mg Hierro/día con dieta A o B para mujeres lactantes amenorreicas y a 19 o 28 mg Hierro/ día para mujeres que están menstruando.

**ANEXO N° 11**

**Fotografías de la parte experimental**



Fig. N°11. Marcas de tabletas de carbonato de calcio.



Fig. N°11. Marcas de leches utilizadas para el análisis.

Datos de Nutrición		Cant. por Ración	% VD*	Cant. por Ración	%
Tamaño por porción	8.466 oz. (240 g)	<b>Grasa Total</b>	7g	11%	<b>Carb. Tot.</b> 11g
Raciones por Envase	2 aprox.	Grasa Saturada	4g	19%	Fibra Dietética --g
Calorías: 167	Calorías de Grasa: 63	<b>Colesterol</b>	35mg	12%	<b>Azúcares</b> 11g
		<b>Sodio</b>	90mg	4%	<b>Proteína</b> 8g
		<b>Potasio</b>	390mg	11%	
*Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías.		Vitamina A	6%	Vitamina C	--
		Calcio	30%	Hierro	

Fig. N° Etiqueta nutricional de la leche entera fluida pasteurizada Salud



Fig. N°10. Marcas de leches utilizadas y suero obtenido al ser tratadas con HCl 0.1N



Fig. N°12. Pulverización de 20 tabletas



Fig. N°13. Precipitado formado de oxalato de calcio



Fig. Nº14. Determinación de pH ácido y pH básico al precipitado de Oxalato de calcio.



Fig. Nº 15. Filtración y obtención de precipitado de Oxalato de calcio.

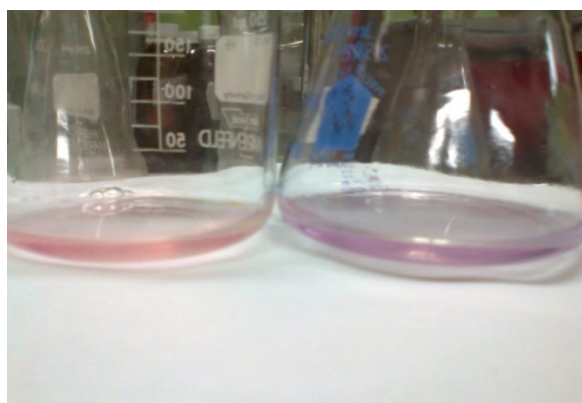


Fig. Nº16. Demostración de viraje de color al realizar una valoración complejométrica con EDTA 0.05 M



Fig. N°17. Demostración de viraje de color al realizar una valoración con Permanganato de potasio 0.1N