

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**CUANTIFICACION DE CALCIO EN CINCO FORMAS
FARMACEUTICAS SOLIDAS Y ALUMINIO EN CINCO FORMAS
FARMACEUTICAS LIQUIDAS POR EL METODO GRAVIMETRICO.**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:
MAYRA LISSETTE HERNANDEZ PANIAGUA
YASMIN DEL ROCIO MONTOYA CARDOZA**

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

ABRIL 2011

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO:

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA:

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL:

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

ASESOR DE ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, COSMÉTICOS Y VETERINARIOS:

MSc. Rocio Ruano de Sandoval

ASESORA DE ÁREA DE INDUSTRIA FARMACÉUTICA COSMÉTICA Y VETERINARIOS.

Licda. Ana Cecilia Monterrosa Fernández

DOCENTE DIRECTOR

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruíz

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como lo ha sido el desarrollo de nuestra tesis agradecemos al personal de Laboratorio a nuestra querida amiga Mabel por su ayuda y apoyo incondicional y es inevitable tener el placer de agradecer de una manera muy especial y sincera a nuestro querido docente director Lic. Guillermo Antonio Castillo por aceptarnos y darnos su voto de confianza para poder trabajar bajo su dirección. Su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas han sido un aporte invaluable y debemos destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia en todo momento y no solamente en el desarrollo de ésta tesis si no también en nuestra formación, le agradecemos el habernos facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas que han sido la clave del buen trabajo que realizamos juntos.

Muchas Gracias Lic. Castillo Que Dios lo bendiga siempre.

Yasmin Montoya y Mayra Paniagua

DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso por haberme permitido llegar a la culminación de esta etapa tan importante de mi vida, por su infinita bendición, fortaleza y por guiarme en todo momento hasta lograr ver mi sueño hecho realidad. Padre celestial gracias por darme este triunfo y toda la Gloria y la honra sea para ti.

A mis papas: Gloria y Julio por ser los mejores papás que Dios me dio en la vida y por ser los mejores del mundo, Gracias por todo el esfuerzo, apoyo constante, por sus consejos, valores, motivación noches de desvelo junto conmigo y sobre todo por el inmenso amor y ejemplo a la perseverancia que siempre me brindaron y me motivaron a levantarme y seguir adelante en cada tropiezo que gracias a ustedes logre superar hasta llegara cumplir la meta y decirles PAPAS lo logramos y lo que soy ahora es gracias a Dios y a ustedes. Los Amo Mucho.

A todos mis hermanos Wilians, Xenia, Evelyn ,Belky, Julio y Dennis que de una u otra forma siempre estuvieron conmigo y ocupan un lugar especial en mi vida los quiero mucho.

A mi esposo David por su apoyo comprensión por estar siempre a mi lado y motivarme a cumplir lo que me proponga. Gracias por ser una parte muy especial de mi vida TE AMO.

A mi compañera de tesis y amiga Yasmin por estar siempre a mi lado apoyándome en todos los aspectos de mi vida y estar conmigo en las buenas y en las malas aconsejándome para poder superar los obstáculos que se presentan Yasmin!!! Logramos llegar al final del camino que emprendimos juntas y te agradezco de todo corazón todo tu cariño y amistad que me has brindado en todo momento. Que bendición es tenerte como hermana y poder saber que siempre estaras conmigo Te Quiero mucho AMIGA.

A todos mis amigos con los cuales compartimos tristezas, alegrías, y muchas locuras durante toda la carrera. Mil gracias por todo lo compartido y apoyo que nos brindamos siempre.

Mayra Lissette Hernández Paniagua

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por ser mi amigo, mi fortaleza, permitirme no decaer en momentos difíciles y llegar a este momento tan importante de mi vida.

A mi madre Tita por estar a mi lado en todo los momento de su vida y sobre todo por su fe y oraciones que deposito en mi, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo al final tiene su recompensa. Su esfuerzo, se convirtió en su triunfo y el mío, TE AMO Donde te encuentres, le doy gracias a Dios por darme una madre excelente y sé que siempre estas a mi lado, y a mi padre Ricardo por su confianza y ayuda, a mi otro padre mi tío pepe por sus palabras y la frase que me dio ánimos que nunca olvidare “Si quiero yo Puedo” esa frase que me levanto cuando vi todo perdido Gracias Tio .

A mi querido esposo Jaime por todos esos momentos de apoyo cuando mas los necesite y su constante estimulo gracias por todo tu amor y ser lo más importante de mi vida TE AMO.

A mis hermanos Claudia, Ricardo por ayudarme, apoyarme sin condición y darme un ejemplo de luchar por lo que quiero.

A mi compañera de tesis Mayra, eres mi amiga y hermana, fuiste un pilar en los momentos mas difíciles y me diste ánimo y apoyo incondicional, gracias por acompañarme en este último escalón para poder alcanzar este sueño, MI SUEÑO NUESTRO SUEÑO, que ahora es una realidad.

A todos mis amigos; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todo las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría,

A todos ustedes mil GRACIAS de todo corazón, que Dios los bendiga, por que han sido una bendición en mi VIDA.

Yasmin Del Rocio Montoya Cardoza

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad aplicar el método gravimétrico por precipitación para la cuantificación de calcio en cinco formas farmacéuticas sólidas y la cuantificación de aluminio en cinco formas farmacéuticas líquidas. Cada muestra es sometida a cada una de las etapas del método de precipitación como son: pesada del portamuestra, pesada de la muestra, disolución, adición de un precipitante (para el calcio es el ácido oxálico y para el aluminio el amoníaco), separación del precipitado, purificación del precipitado, calcinación, enfriamiento de la muestra, pesada del precipitado y cálculos.

El método gravimétrico por precipitación se basa en que la sustancia a determinar se precipita de la solución muestra en forma de un compuesto escasamente o poco soluble, luego se separa de los demás constituyentes de la muestra por filtración y secado al final el análisis se completa determinando el peso del precipitado y poder obtener de esta forma a través de los cálculos necesarios la cuantificación de calcio y aluminio presente en las respectivas formas farmacéuticas utilizadas en la investigación.

De acuerdo a los promedios obtenidos al realizar el análisis se obtienen desviaciones mayores del 2% entre muestra y muestra, por lo que el método no es reproducible ya que se obtienen datos con un alto rango de variabilidad en los porcentajes sobre lo rotulado del producto, presentando resultados que están lejanos entre sí según lo declarado en la monografía oficial.

A pesar de haber obtenido resultados no reproducibles, el método gravimétrico para este tipo de análisis no se puede excluir totalmente por lo que se recomienda hacer un nuevo análisis comprobando con materia prima en lugar de producto terminado y poder evaluar su reproducibilidad, evitando las posibles interferencias que se puedan dar en todas las etapas del proceso de análisis

INDICE

	PAG
RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 Introducción	xx
CAPITULO II	
2.0 Objetivos	23
CAPITULO III	
3.0 Marco teórico	25
3.1 Generalidades	25
3.2 División de la química analítica	26
3.3 Método gravimétrico	27
3.3.1 Fundamento	28
3.3.2 Concepto	28
3.3.3 Clasificación de los métodos gravimétricos	29

3.4 Método de precipitación	29
3.4.1 Formación del precipitado	32
3.4.2 Sobresaturación: R-S'	33
3.4.3 Nucleación proceso de formación de núcleos	34
3.4.4 Nucleación espontanea y nucleación inducida	35
3.4.5 Separación del precipitado	36
3.4.6 Calcinación y pesado	38
3.4.7 Factores que afectan la solubilidad de los precipitados	39
3.5 Calcio	40
3.5.1 Definición	40
3.5.2 Funciones	41
3.5.3 Deficiencia de calcio	42
3.5.4 Factores que favorecen la absorción	44
3.5.5 Factores que impiden la absorción	44
3.5.6 Factores que afectan la absorción de calcio	46

3.5.7 Osteoporosis	47
3.5.8 Dosis diarias recomendadas	47
3.5.9 Toxicidad	49
3.6 Aluminio	50
3.6.1 Aplicación	51
3.6.2 Efectos del aluminio sobre la salud	52
3.6.3 Exposición por la dieta	53
3.6.4 Otras fuentes de exposición	55
3.6.5 Aluminio y sistema nervioso	55
3.5.6 La dieta como principal vía de reposición	56

CAPITULO IV

4.0 Diseño metodológico	61
4.1 Tipo de estudio	61
4.2 Investigación bibliográfica	61
4.3 Investigación de campo	62
4.4 Parte experimental	63

CAPITULO V

5.0 Resultados y discusión de resultados	67
--	----

CAPITULO VI

6.0 Conclusiones	78
------------------	----

CAPITULO VII

7.0 Recomendaciones	82
---------------------	----

Bibliografía

Anexos

Índice de Anexos

Anexo N•

1. Ejemplo de cálculos para productos sólidos y líquidos
2. Fotografías
3. Materiales y reactivos
4. Preparación de reactivos.

Índice de Figuras

Figura N°

1. Esquema de preparación previa de crisoles
2. Esquema de la cuantificación de aluminio elemental a partir de hidróxido de aluminio
3. Esquema de la cuantificación de calcio elemental a partir de carbonato de calcio.
4. Fotografías del proceso del método gravimétrico.
5. Proceso de Calcinación y peso de residuo.

Índice de Cuadros

Cuadro N.º

1. Ingesta adecuada de calcio
2. Ingesta máxima de calcio

Índice de Tablas

Tabla N.

1. Datos obtenidos en la cuantificación de calcio a partir de su sal carbonato de calcio en productos sólidos.
2. Tarado de crisoles por triplicado para productos sólidos.
3. Cantidades encontradas de calcio elemental y porcentajes sobre lo rotulado de carbonato de calcio en productos sólidos.
4. Tarado de crisoles por triplicado para productos líquidos.
5. Datos de la cuantificación de aluminio a partir de su sal hidróxido de aluminio para productos líquidos.
6. Cantidades encontradas de aluminio elemental y porcentajes sobre lo rotulado de hidróxido de aluminio en productos líquidos.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

El calcio es un mineral muy importante en el cuerpo, cumple un papel esencial en la formación de huesos, y como todo elemento que compone el cuerpo, éste debe encontrarse en la proporción óptima. Cuando los valores porcentuales se alejan de lo normal, y se presentan alteraciones que pueden tener serias consecuencias, como adquirir una hipercalcemia, hipocalcemia y la osteoporosis.

Los alimentos más ricos en calcio son los productos lácteos (leche y sus derivados), las verduras de hoja verde oscura, sardinas enlatadas (que vienen con esqueleto), alimentos con harina de pescado, salchichas, etc.; Pero muchas veces estos alimentos no son frecuentemente consumidos en la dieta alimenticia humana, lo que hace insuficiente la ingesta diaria del calcio y por tanto es necesario recurrir a un suplemento de calcio para asegurar el consumo adecuado.⁽⁶⁾

Otro elemento importante es el aluminio porque se absorbe y acumula en el cuerpo. En la actualidad hay un uso excesivo de los antiácidos y antidiarreicos que contienen en su formulación aluminio, el cual puede alterar el organismo llegando a dañar la función renal.

Estos elementos Ca y AL pueden ser cuantificados por espectrofotometría de absorción atómica pero también pueden ser analizados por métodos alternos y es así como el objetivo de esta investigación es presentar la cuantificación de calcio en cinco formas farmacéuticas sólidas y aluminio en cinco formas farmacéuticas líquidas por el método alternativo: gravimétrico de precipitación, dicho método consiste en precipitar el catión en estudio (calcio y Aluminio) por medio de un reactivo específico para cada

catión , luego calcinarlo y pesar el residuo, la realización de esta investigación se llevara a cabo en los meses de octubre de 2007 hasta septiembre del 2010 en el Laboratorio de Química Inorgánica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Cuantificar el calcio elemental en cinco formas farmacéuticas sólidas y aluminio elemental en cinco formas farmacéuticas líquidas por el método gravimétrico.

2.2 Objetivos Específicos:

- 2.2.1 Obtener cinco de las diferentes marcas de formas farmacéuticas sólidas y líquidas que contengan sales de calcio y sales de aluminio respectivamente.
- 2.2.2 Determinar cuantitativamente la cantidad de cada catión presente por el método gravimétrico por precipitación.
- 2.2.3 Interpretar los resultados con respecto a los niveles máximos permisibles en las personas mayores de 51 años.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Generalidades (4)

La Química Analítica puede definirse como la ciencia que desarrolla y mejora métodos e instrumentos para obtener información sobre la composición y naturaleza química de la materia. La Química Analítica se considera como la ciencia de la caracterización o del reconocimiento de las sustancias químicas, ya que sirve para saber cuando esta presente una sustancia y conocer la cantidad de estas sustancias presentes en una muestra.

Dentro de la Química Analítica se incluye el Análisis Químico que es el conjunto de técnicas operativas útiles para la determinación de un compuesto, aplica los métodos de análisis para resolver problemas relativos a la composición y naturaleza química de la materia.

Se considera una ciencia central, ya que es una herramienta esencial en todos los campos de la ciencia, que desarrolla y mejora métodos para obtener información sobre la composición y naturaleza química de la materia. Los ámbitos de aplicación del Análisis Químico son muy variados, en la industria destaca el control de calidad de materias primas y productos acabados; en el comercio los laboratorios certificados de análisis aseguran las especificaciones de calidad de las mercancías; en el campo médico los análisis clínicos facilitan el diagnostico de enfermedades.

3.2 División de la Química Analítica (4)

Análisis Cualitativo: es la identificación y reconocimiento de los componentes de una muestra o de una mezcla de elementos en su forma, tales como aniones y cationes.

Análisis Cuantitativo: comprende la determinación de las cantidades relativas o absolutas de uno o varios elementos presentes en una muestra.

Los métodos que emplea el Análisis Químico Cuantitativo pueden ser:

- Métodos Químicos (se basan en reacciones químicas) o clásicos:

Análisis Volumétrico

Análisis Gravimétrico

- Métodos Físicoquímicos (se basan en interacciones físicas) o instrumentales:

Espectrométricos

Electroanalíticos

Cromatográficos

El estudio de los métodos químicos está basado en el equilibrio químico, que puede ser de los siguientes tipos:

- Equilibrio Ácido-Base

- Equilibrio Redox

- Equilibrio de Solubilidad
- Equilibrio de Complejos
- Equilibrio de Precipitación

Las dos técnicas analíticas que utilizan mayormente reacciones iónicas son el análisis volumétrico y el análisis gravimétrico. Estos procedimientos, que se reúnen a veces bajo la denominación general de análisis químico clásico, se emplean extensamente, tanto para el análisis de rutina como para el contraste o calibrado de los procedimientos instrumentales.

3.3 Métodos Gravimétricos: (1)

El análisis gravimétrico está basado en la Ley de las proporciones definidas, que establece que, en cualquier compuesto puro, las proporciones en peso de los elementos constituyentes siempre son las mismas, y en la Ley de la consistencia de la composición, que establece que las masas de los elementos que toman parte en un cambio químico muestran una relación definida e invariable entre sí.

El análisis gravimétrico consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse.

Los cálculos se realizan con base en los pesos atómicos y moleculares, y se fundamentan en una constancia en la composición de sustancias puras y en las relaciones ponderales (estequiometría) de las reacciones químicas.

3.3.1 Fundamento ⁽¹⁾

Sistema de métodos de análisis cuantitativo, que consisten en separar o aislar de una muestra pesada analíticamente, componentes determinados, finalizándose con una medición de peso.

Cuando se obtiene el peso y composición Química, se deduce matemáticamente el contenido del elemento o compuesto en estudio.

Los métodos gravimétricos consisten en separar y pesar con gran estado de pureza un compuesto o elemento de composición conocida los cuales se encuentran en relación estequiométrica definida con la sustancia a determinar.

3.3.2 Concepto ⁽¹⁾

El Análisis Gravimétrico se basa en la medida del peso de una sustancia de composición conocida y químicamente relacionada con el analito.

Como se puede apreciar es esencial que el elemento o sustancia a determinar, se deba transformar en una sustancia pura estable.

3.3.3 Clasificación de los Métodos Gravimétricos (1)

La clasificación de los métodos gravimétricos se basa en los métodos de separación de los elementos a determinar.

- Métodos por Volatilización o Desprendimiento.
- Métodos de Precipitación
- Métodos Electrogravimétricos

Otros Métodos Físicos de Separación:

- Extracción con solvente
- Métodos Cromatográficos
- Partición
- Distribución

Las ventajas que existen en estos métodos es que se pueden eliminar interferencias que impurifican los componentes y se pueden corregir los resultados. La desventaja es que son demasiado lentos.

3.4 Método de Precipitación. (1)

En este tipo de métodos la sustancia a determinar se precipita de la solución en forma de un compuesto escasamente o poco soluble, el método mas común de lograrlo es hacer que la sustancia estable precipite de una solución, dejando

tras ella los materiales que podrían contaminar y alterar la composición de la sustancia, luego se separa de los demás constituyentes de la muestra por filtración y secado al final el análisis se completa determinando el peso de este precipitado, o el de alguna sustancia formada a partir de el, por un tratamiento adecuado el compuesto desecado.

Las etapas de un método de precipitación son:

- Pesada del porta muestra
- Pesada de muestra
- Disolución
- Adición de un precipitante para obtener un compuesto poco soluble.
- Separación del precipitado (filtración)
- Purificación del precipitado (lavados)
- Calcinación
- Enfriamiento de la muestra
- Pesada el precipitado
- Cálculos

Requisitos para obtener una precipitación cuantitativa

- Baja solubilidad

- Alta pureza

- Filtrabilidad alta o fácil de filtrar

- Composición química definida

- Baja solubilidad: Uno de los requisitos para los métodos de precipitación es

que el precipitado formado posea una solubilidad lo suficientemente baja para que no existan pérdidas o sean despreciables. Pero si algo que tenga una solubilidad menor que 1×10^{-4} g

- Alta pureza: Un precipitado debe ser capaz de liberarse de todas las impurezas solubles que lo puedan contaminar ya que muchas veces durante la formación del precipitado puedan depositarse sustancias que puedan impurificarlo pero que también pueden ser eliminados durante el proceso de lavado o calcinación.

- Alta Filtrabilidad: Un precipitado debe ser posible separarlo de la solución en una forma sensible y rápida. Se cumple esta condición, si el tamaño de las partículas es grande será más fácil de filtrar en cambio si son pequeños tendremos el proceso de filtrado y lavado bastante lento. La relación existente entre tamaño de partícula y facilidad de filtración es directa; los sólidos de tamaño grande se retienen fácilmente sobre los medios porosos y, por lo tanto,

son fácilmente filtrables. Los precipitados divididos en pequeñas partículas requieren filtros densos, que presentan baja velocidad de filtración.

- Composición Química Definida: se debe estar seguro de la composición química del producto.

3.4.1 Formación del Precipitado (1)

El proceso de formación del precipitado consiste en:

Nucleación: que es la formación de un número mínimo de átomos, iones o moléculas capaces de crecer para formar un precipitado estable.

La formación de un precipitado consiste en un fenómeno físico y uno químico:

Físico:

- Nucleación
- Crecimiento Cristalino

Químico: Hay formación de un precipitado ya que se obtiene una sustancia de propiedades diferentes de las que se encontraban al inicio.

Crecimiento cristalino: consiste en la agregación o depósito de pequeños segregados cristalinos sobre los núcleos ya formados en la solución.

Nucleación: Mecanismo por el cual se forma un número mínimo de átomos, iones o moléculas para formar un sólido estable. Para que exista nucleación

debe existir sobresaturación y esto es cuando la concentración de una solución es superior a la que puede disolver o ser mayor concentración que una saturada.

Estas soluciones son inestables y están en situación transitoria ya que puede pasar del estado sobresaturado al estado saturado, formándose una fase sólida, con el exceso matemáticamente la sobresaturación se puede expresar de la siguiente forma:

3.4.2 Sobresaturación: $R-S'$ (1)

En donde:

R = Concentración Total de Solutos en la solución en un momento dado. Es decir la concentración total del soluto en el momento de iniciarse la precipitación.

S' = Es la concentración de la solución SATURADA en un estado de equilibrio, es decir la solubilidad de los cristales de tamaño microscópico.

Se obtiene la siguiente relación matemática:

$$\text{Sobresaturación Relativa} = \frac{R - S'}{S'}$$

S'

3.4.3 Nucleación Proceso De Formación De Núcleos: (1)

Durante el proceso se parte de una solución sobresaturada y para lograr que se produzca una segunda fase en equilibrio con la solución (es decir el sólido) es necesario que exista un mínimo número de iones o moléculas en cierta disposición y estos iones al unirse darán lugar a una molécula polimera que puede servir de núcleo o germen para un crecimiento posterior.

Un núcleo es un racimo de iones de cierto tamaño y que puede corresponder a una celda unitaria.

Estos iones en crecimiento rápido se le denomina "Cristallite – núcleo". Al tiempo transcurrido entre el momento de la mezcla de soluciones del reactivo precipitado se le llama "Periodo de Inducción". Al final de este periodo disminuye rápidamente la sobresaturación por consiguiente ya no se forman más núcleos, sólo se produce el crecimiento de cristales.

Esto determina que la velocidad con que se forman los núcleos en una solución depende del grado de sobresaturación.

De esta forma:

Con sobresaturación ALTA

- Se forman muchos núcleos
- Da lugar a una precipitación rápida

- Se forman muchos cristales pequeños difíciles de filtrar
- Poseen poca pureza

Con sobresaturación BAJA

- Se forman pocos núcleos
- Da lugar a una precipitación lenta
- Se forman cristales grandes
- Fáciles de filtrar
- Poseer alta pureza

Para obtener cristales de alta pureza se necesita: Baja velocidad de nucleación (pocos núcleos) y sobresaturación BAJA.

3.4.4 Nucleación Espontánea y Nucleación Inducida (1)

Siempre que exista una sobresaturación es posible que los iones se usen para formar racimos microscópicos capaces de generar núcleos. A este proceso se le llama: Nucleación Espontánea o Nucleación Homogénea.

Sin embargo en la práctica, la nucleación espontánea no es posible, porque casi siempre necesitamos en la solución de cientos de partículas extrañas capaces de retener o atraer iones durante la formación de un precipitado, es lo que da lugar al proceso de Nucleación Incluida o Heterogénea

3.4.5 Separación del Precipitado (1)

Generalmente los precipitados son tan insolubles que pueden ser separados inmediatamente después de haber sido formados; sin embargo para lograr una separación cuantitativa y evitar pérdidas de precipitado por causa de la solubilidad es preferible dejar el precipitado un tiempo razonable en reposo (solución madre) con la solución en que se forma el precipitado.

Esto da lugar a que las partículas del precipitado aumenten de tamaño y faciliten el proceso de separación del precipitado.

Además del reposo también se recomienda calentarse a baja temperatura de ± 60 °C logrando que los cristales muy pequeños se vuelvan a disolver y luego se redepositan sobre los cristales más grandes, ya que son incapaces de disolverse a bajas temperaturas. Este proceso elimina las imperfecciones de los cristales ya que un precipitado se forma muy pequeño del tipo gelatinoso o coloidal o tiende a coagularse y formar partículas de mayor tamaño.

A este proceso se le denomina envejecimiento de un precipitado o simplemente "digestión" de un precipitado.

Luego que el precipitado se encuentra ya en condiciones de ser separado del líquido madre se procede a separarlo con:

- Filtración

- Decantación

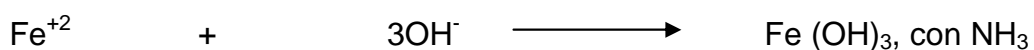
- Centrifugación

Luego de filtrado se procede a eliminar sustancias extrañas al precipitado por lo que es necesario hacer lavados, los que deben tener ciertas características:

- El agua de lavado debe ser fácil de eliminar durante la desecación o calcinación.

- La cantidad de lavado debe ser eficiente y lo mas pequeño posible. Es preferible lavar 5 veces con 10ml cada vez, que una sola vez con 50ml, se debe agregar la segunda lavada cuando se ha eliminada la primera.

Si en el precipitado hay un precipitado coloidal (partículas muy pequeñas) no es recomendable el uso de agua destilada ya que se producen perdidas por solubilidad y esto se elimina utilizando soluciones de lavado que contengan un ion común con el precipitado (pero que no sea el ion que se esta investigando) Así por ejemplo si se esta determinando Hierro este se precipita de la siguiente forma:



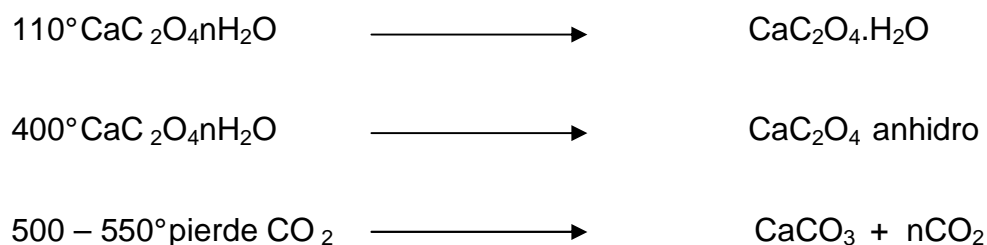
en forma de hidróxido de Hierro. Este precipitado no se puede lavar con agua destilada ya que el precipitado o parte de el, se transformara en solución coloidal y se pasa a través del filtro. Este proceso en el cual una sustancia que

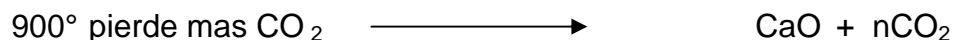
se encuentra en condición no coloidal y luego pasa a un estado coloidal se le llama "Peptización". En este caso se utiliza como agua de lavado, una solución que contenga NH_4NO_3 diluida, el que posee un ion común con la sustancia precipitante el Fe y que también puede volatilizarse durante la calcinación.

3.4.6 Calcinación y pesada ⁽¹⁾

Hay precipitados que se pesan en la misma forma de donde se han precipitado. Por ejemplo el BaSO_4 , que se precipita y se pesa como el mismo compuesto, solo que completamente seco. Sin embargo compuesto que no solo necesitan eliminar las aguas de lavado, sino que transformarse en un compuesto estable de composición definida. Esto se logra con la calcinación. Por ejemplo el BaSO_4 se seca a 900°C para obtener un compuesto de composición química definida

En el caso del CaC_2O_4 el compuesto sufre una gran cantidad de cambios durante la calcinación. Al precipitado obtenido como CaC_2O_4 , que durante el lavado se ha hidratado con n moléculas de agua. Se seca a 110°C y se transforma en monohidratado.





3.4.7 Factores que afectan la solubilidad de los Precipitados (1)

La exactitud de los cálculos en un análisis muchas sustancias se ven afectados por las perdidas que se producen cuando un precipitado se solubiliza durante el proceso de lavado.

- Existen varios factores que afectan la solubilidad de un precipitado:

- | | |
|---|---------------------|
| - Efecto de ion común | Disminuye |
| - Efecto de pH | Aumenta y disminuye |
| - Efecto de formación de iones complejos solubles | Aumenta |
| - Efecto de la temperatura | Aumenta |
| - Efecto de la concentración de los electrolitos | Aumenta |
| - Influencia de los solventes | Disminuye |

Si se necesitan saber los gramos de Fe en la muestra pero lo que queda es Fe_2O_3 . Cuando se hacen las prácticas de laboratorio, no siempre obtendremos el precipitado en la misma forma que deseamos determinar su porcentaje. Se obtiene el peso de una sustancia que es químicamente equivalente

3.5 CALCIO ⁽⁶⁾

3.5.1 Definición:

Es el mineral con mayor presencia en el organismo y el cuarto componente del cuerpo después del agua, las proteínas y las grasas. El calcio corporal total, se aproxima a los 1200 gramos, lo que es equivalente a decir 1,5 a 2%

de nuestro peso corporal. De esto, casi un 99% se concentran en los huesos y dientes el 1% restante se distribuye en el torrente sanguíneo, los líquidos intersticiales y las células musculares. Tanto su carencia como su exceso son perjudiciales para la salud, ya que participa en la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas y a su vez adquiere fundamental importancia como regulador nervioso y neuromuscular, modulando la contracción muscular (incluida la frecuencia cardíaca), la absorción y secreción intestinal y la liberación de hormonas. Los alimentos con mayor contenido de calcio son los productos lácteos, los frutos secos, las sardinas y las anchoas; ya en menor proporción en

legumbres y vegetales verdes oscuros (espinaca, acelga, brocoli). El calcio está vinculado a la presencia de fósforo. La falta o exceso de cualquiera de estos dos macrominerales puede afectar la absorción del otro. A su vez, la absorción del calcio se ve dificultada ante consumos de café, alcohol, falta de Vitamina D, falta de ácido clorhídrico en el estómago, falta de

ejercicio y el estrés. Un obvio indicador de carencia de calcio es la osteoporosis.

Una de las grandes ventajas que presenta el calcio refiere a su invariabilidad en el tiempo desde el momento en que es envasado hasta el momento de consumo, podemos decir que el contenido de calcio de los alimentos no se altera en ninguna etapa.

3.5.2 Funciones: (6)

- Provee rigidez y fortaleza a huesos, dientes y encías.
- Ayuda en la regularidad de la frecuencia cardiaca, y en la transmisión de impulsos nerviosos.
- Previene enfermedades cardiovasculares, ya que disminuye los niveles de colesterol en sangre.
- Previene los calambres en la musculatura corporal, debido a que el músculo utiliza el calcio para realizar sus movimientos y contracciones.
- Es fundamental para que la sangre coagule adecuadamente.
- Es preventivo ante enfermedades como el cáncer.
- Contribuye a reducir la tensión arterial en personas con hipertensión arterial.
- Previene la osteoporosis (pérdida de masa ósea).

- Es activador de diferentes enzimas.
- Mantiene la permeabilidad de las membranas celulares.
- Es un coadyuvante de la actividad neuromuscular.
- Mantiene la piel sana.
- Durante el embarazo reduce la incidencia de la preeclampsia (hipertensión gestacional o aumento de la presión arterial con edema y/o proteinuria, proteínas en orina, que ocurre después de la 20 semana de gestación).

3.5.3 Deficiencia de Calcio ⁽⁶⁾

La ingesta inadecuada, la disminución de la absorción a nivel intestinal como la excreción (en orina) aumentada del calcio conduce a una disminución total del mismo en nuestro organismo.

La carencia de calcio está caracterizada por:

- dolores en las articulaciones
- hormigueos y calambres musculares
- un ritmo cardíaco anormal, palpitaciones
- convulsiones y deterioro cerebral
- depresión
- fragilidad en las uñas, uñas quebradizas.

- alteraciones cutáneas
- dientes defectuosos
- aumento del colesterol sanguíneo
- hipertensión
- entumecimiento de miembros superiores e inferiores
- raquitismo
- osteoporosis

Algunas enfermedades también determinan la falta de calcio en el organismo, como son las alergias, la insuficiencia renal, colitis y diarreas, y trastornos hormonales (mal funcionamiento de la glándula paratiroides). En esos casos puede procederse a la administración de suplementos de calcio, bajo estricta supervisión médica, y su eficacia es mayor cuando los suplementos son tomados en varias tomas a lo largo del día, y antes de acostarse.

Las personas que han padecido cálculos renales deberán abstenerse de tomar suplementos.

3.5.4 Factores que favorecen la absorción: (6)

- Vitamina D: la forma activa de la vitamina D es determinante en la asimilación de este mineral. Si está presente en las cantidades adecuadas favorece la absorción del calcio.

- Bajo consumo de calcio: la cantidad de calcio absorbido por el organismo será menor cuando lo consumimos de una sola vez en grandes cantidades. Es preferible tomarlo en dosis menores durante el día así se favorecerá la absorción. No se recomienda tomar más de 500 mg de calcio de una sola vez.

- Bajo nivel sanguíneo de calcio: si el nivel de calcio en sangre baja, se activa una hormona, la paratiroidea que estimula la conversión de la vitamina D en el riñón a su forma activa favoreciendo la absorción intestinal de calcio.

- Ejercicio moderado: favorece la asimilación del calcio.

- Edad: la absorción del calcio es de alrededor del 60 % en infantes y niños ya que el organismo necesita el calcio para el desarrollo normal de huesos y dientes.

3.5.5 Factores que impiden la absorción: (6)

- Ejercicio vigoroso: dificulta la absorción de calcio

- Edad: la absorción de calcio disminuye durante la adultez en un 15-20%. Por ello las recomendaciones diarias aumentan para compensar.

- Fósforo (en exceso): Las bebidas gaseosas con alto contenido en fósforo no resultan beneficiosas. Es de gran preocupación hoy en día que más allá que las gaseosas contengan alto contenido en fósforo, la leche sea reemplazada por las mismas ocasionado la carencia de calcio entre los niños y adolescentes.
- Magnesio y fósforo (en exceso): la absorción de estos dos minerales también requieren de vitamina D. por ellos si se consumen en exceso, habrá menor cantidad de vitamina D disponible para que el calcio se absorba.
- Zinc: consumido en exceso también obstaculiza la correcta absorción de calcio
- Alcohol: reduce la absorción intestinal de calcio. Inhibe ciertas enzimas en el hígado que convierten a la vitamina D en su forma activa reduciendo así la absorción.
- Cafeína: el café tomado en alta cantidades puede aumentar la excreción de calcio y disminuir la absorción. Una taza de café causa una pérdida de calcio de 2-3 mg que es fácilmente compensada agregándole 1 cucharada de leche. El consumo moderado de cafeína (1 taza de café o 2 tazas de te por día) tiene muy pocos efectos negativos siempre y cuando la ingesta de calcio sea la adecuada.
- Hierro: Si consumimos calcio junto con hierro, ambos compiten en la absorción, así que el efecto de ambos se ve muy reducido. Conviene no mezclarlos.

- Proteínas y sodio: a medida que aumentamos la cantidad de sal y proteínas a nuestra dieta, aumenta la cantidad de calcio que se excreta.
- Ácido oxálico: presente en almendras, soja, cacao, espinacas y acelgas, se une al calcio de esos alimentos, y forman un compuesto muy difícil de ser absorbido por el intestino. La absorción de calcio de otros alimentos que sean consumidos en la misma comida no se vera afectada. Estos alimentos que contienen ácido oxálico resultan perjudiciales, siempre y cuando su consumo se realice en cantidades elevadas.
- Fitatos: al igual que el ácido oxálico se une al calcio en el intestino impidiendo su absorción. A diferencia del anterior, los fitatos se unen al calcio de otros alimentos que se consumen en la misma comida impidiendo su absorción. Se encuentran en cereales integrales.
- Dieta rica en grasas y azúcares: aumenta la eliminación del calcio.

3.5.6 Factores que afectan la absorción de calcio ⁽⁶⁾

- La correcta absorción del calcio es fundamental ya que existen factores que la favorecen y otros que la impiden.
- La absorción de calcio se refiere a la cantidad de calcio que es absorbida desde el tracto digestivo hacia nuestra circulación sanguínea.

3.5.7 Osteoporosis ⁽⁶⁾

Cuando las mujeres entran en la menopausia, comienzan a notar síntomas de descalcificación generado por la falta de estrógenos (estimulan la formación de nuevo tejido óseo). Esta descalcificación se ve aumentada siempre que la dieta no sea la correcta. Existe una pérdida de masa ósea del 3-5 % por año durante los años que le siguen inmediatamente a la menopausia, mientras que la pérdida es menor a 1% por año luego de los 65 años. Una dieta con cantidades adecuadas de calcio puede ayudar a disminuir la pérdida de masa ósea en todas las mujeres.

3.5.8 Dosis diarias recomendadas de calcio ⁽⁶⁾

En la siguiente tabla se establecen la ingesta adecuada de calcio según el Departamento de Nutrición del IOM (Institute of Medicine) y la USDA (United States Department of Agrilculture).

CUADRO N.º 1: Ingesta adecuada de calcio

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0 a 6 meses	210	
7 a 12 meses	270	
1 a 3 años	500	
4 a 8 años	800	
9 a 13 años	1300	
14 a 18 años	1300	
19 a 50 años	1000	
51 años o más	1200	
Embarazo y lactancia (menores de 18 años)		1300
Embarazo y Lactancia (mayores de 18 años)		1000

3.5.9 Toxicidad ⁽⁶⁾

El exceso de calcio en la sangre, conocido como Hipercalcemia resulta principalmente de la ingesta excesiva de suplemento de calcio, de vitamina D y de algunas enfermedades (Hiperparatiroidismo , tumores , insuficiencia renal crónica, etc.). Se caracteriza por:

- sed constante
- deseos exagerados de orinar
- cálculos renales
- náuseas y vómitos
- estreñimiento y dolor abdominal
- ritmo cardiaco alterado
- tejidos con calcificación
- ansiedad
- se puede llegar al coma, cuando la hipercalcemia es exagerada.

Con el fin de evitar o disminuir los efectos adversos es que se han establecido los valores de ingesta máxima tolerable de calcio según el Departamento de Nutrición del IOM (Institute of Medicine: Instituto de Medicina) tanto para niños y

adultos. Infantes: no se ha podido establecer aun la ingesta máxima tolerable en este grupo.

CUADRO N.º 2: Ingesta máxima de calcio

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
1 a 13 años	2500	
14 a 18	2500	
19 años y más	2500	
<u>Embarazo y Lactancia</u>		2500

3.6 ALUMINIO (5)

Elemento químico metálico, de símbolo Al, número atómico 13, peso atómico 26.9815, que pertenece al grupo IIIA del sistema periódico. El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles. Las aleaciones de aluminio son ligeras, fuertes, y de fácil formación para muchos procesos de metalistería; son fáciles de ensamblar, fundir o maquinar y aceptan gran variedad de acabados. Por sus propiedades físicas, químicas y metalúrgicas, el aluminio se ha convertido en el metal no ferroso de mayor uso.

El aluminio es el elemento metálico más abundante en la Tierra y en la Luna, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, sobre todo en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de aluminio silicato. Cuando estos minerales se disuelven, según las condiciones químicas, es posible precipitar el aluminio en forma de arcillas minerales, hidróxidos de aluminio o ambos. En esas condiciones se forman las bauxitas que sirven de materia prima fundamental en la producción de aluminio.

El aluminio es anfótero y puede reaccionar con ácidos minerales para formar sales solubles con desprendimiento de hidrógeno.

3.6.1 Aplicación

Su aplicación en la construcción representa el mercado más grande de la industria del aluminio. Millares de casas emplean el aluminio en puertas, cerraduras, ventanas, pantallas, boquillas y canales de desagüe. El aluminio es también uno de los productos más importantes en la construcción industrial. El transporte constituye el segundo gran mercado. Muchos aviones comerciales y militares están hechos casi en su totalidad de aluminio. En los automóviles, el aluminio aparece en interiores y exteriores como molduras, parrillas, llantas (rines), acondicionadores de aire, transmisiones automáticas y algunos radiadores, bloques de motor y paneles de carrocería. Se encuentra también en carrocerías, transporte rápido sobre rieles, ruedas formadas para camiones, vagones, contenedores de carga y señales de carretera, división de carriles y

alumbrado. En la industria aeroespacial, el aluminio también se encuentra en motores de aeroplanos, estructuras, cubiertas y trenes de aterrizaje e interiores; a menudo cerca de 80% del peso del avión es de aluminio.

La industria de empaques para alimentos es un mercado en crecimiento rápido.

En las aplicaciones eléctricas, los alambres y cables de aluminio son los productos principales. Se encuentra en el hogar en forma de utensilios de cocina, papel de aluminio, herramientas, aparatos portátiles, acondicionadores de aire, congeladores, refrigeradores, y en equipo deportivo como esquís y raquetas de tenis.

Existen cientos de aplicaciones químicas del aluminio y sus compuestos. El aluminio en polvo se usa en pinturas, combustible para cohetes y explosivos y como reductor químico.

3.6.2 Efectos del Aluminio sobre la salud *(10)*

El Aluminio es uno de los metales más ampliamente usados y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre. Debido a este hecho, el aluminio es comúnmente conocido como un compuesto inocente. Pero todavía, cuando uno es expuesto a altas concentraciones, este puede causar problemas de salud. La forma soluble en agua del Aluminio causa efectos perjudiciales, estas partículas son llamadas iones. Son usualmente encontradas en soluciones de Aluminio combinadas con otros iones, por ejemplo cloruro de Aluminio.

La toma de Aluminio puede tener lugar a través de la comida, respirarlo y por contacto en la piel. La toma de concentraciones significantes de Aluminio puede causar un efecto serio en la salud como:

- Daño al sistema nervioso central

- Demencia

- Pérdida de la memoria

- Apatía

- Temblores severos

3.6.3 Exposición por la dieta ⁽⁹⁾

Muchos vegetales incorporan Al del suelo en el que son cultivados. Cuando el pH del suelo es menor que 5, este metal es solubilizado en el agua y absorbido por las raíces de las plantas.

El contenido de Al en los comestibles es altamente variable debido a su empleo generalizado no sólo en la manufactura sino también durante el almacenamiento en latas y envoltorios. Los alimentos que contribuyen en mayor proporción al Al dietario son cereales, quesos procesados y sal, ya que contienen compuestos de Al agregados como aditivos. Durante el procesamiento industrial de conservas de frutas y cerveza se agregan ciertas sales de Al, las que también son componentes habituales de polvos de

hornear, conservantes, aditivos y agentes emulsionantes. Las hojas de té tienen, en general, un elevado contenido de Al. La incorporación al organismo es mayor en los individuos acostumbrados a beber infusiones con limón, ya que el anión citrato favorece la absorción intestinal de Al.

Las latas de bebida y los utensilios de cocina constituyen fuentes adicionales de Al en la dieta. Afortunadamente, la mayoría de los alimentos no disuelve cantidades importantes del catión pero tanto el calor suministrado durante la cocción como la adición de soluciones ácidas y salinas, aumentan considerablemente su disolución.

Los estudios dietarios muestran gran variabilidad con respecto a las cantidades de Al que pueden ser incorporadas a través de comidas y bebidas: entre 3 y 100 mg Al/día.

La presencia de Al en el agua de bebida deriva de su fuente natural y de los métodos empleados para la potabilización que incluyen una etapa de clarificación química con aluminato de sodio, aluminato de amonio o sulfato de Al. La cantidad del metal que permanece en solución en el agua de la red urbana depende no sólo de la concentración residual sino también de otras variables regionales como el pH y la coexistencia de otras sustancias. A pesar de que, en comparación con otras, esta fuente de exposición representa una pequeña proporción de la ingesta diaria de Al, la presencia de un porcentaje elevado de especies solubles del metal, de bajo peso molecular, químicamente

reactivas y, posiblemente, más fácilmente absorbibles, sería responsable de la mayor disponibilidad del catión en ese medio.

3.6.4 Otras fuentes de exposición ⁽⁹⁾

La exposición a Al también puede ser el resultado del uso de compuestos del metal en la manufactura de cosméticos y productos de higiene personal. El lactato de Al es utilizado en cremas dentales para dientes sensibles. El clorhidrato de Al, ampliamente usado en la composición de antitranspirantes, actúa suprimiendo el sudor por formación de un precipitado de hidróxido o desnaturalizando queratina en la capa córnea que rodea los ductos de las glándulas. A pesar de que ninguno de estos mecanismos provoca una absorción significativa, no debería ser ignorada la posibilidad de que el metal contenido en estos productos afecte la salud, ya que se ha comprobado que los compuestos pueden atravesar la barrera de la piel.

3.6.5 Aluminio y sistema nervioso ⁽⁹⁾

Actualmente, se considera que el cerebro constituye un sitio importante de acumulación de Al, independientemente de la vía por la cual el mismo ingresa al organismo. Diversas manifestaciones neurológicas en el ser humano han sido atribuidas a la intoxicación por Al: pérdida de la memoria,

temblores , depresión de la movilidad motora, pérdida de la curiosidad, ataxia y convulsiones generalizadas con estado epiléptico. Por esta razón, el Al es considerado un elemento neurotóxico. En niños pequeños, la neurotoxicidad se manifiesta por regresión de las aptitudes verbales y motoras.

Numerosos estudios epidemiológicos y experimentales han sugerido una posible conexión entre la neurotoxicidad producida por Al y la patogénesis de la enfermedad de Alzheimer. Aunque esta relación todavía es motivo de controversia, no se puede ignorar la participación de la intoxicación aluminica en el desarrollo de severas manifestaciones neurológicas.

3.6.6 La dieta como principal vía de exposición (7)

¿Son preocupantes las dosis de aluminio ingeridas? Hasta ahora todos los datos apuntan a que no. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un adulto medio toma, a través de la comida, unos cinco miligramos diarios de aluminio. La comida es la principal vía de exposición y, al contrario de lo que pueda pensarse, el agua no aportaría grandes cantidades de este metal: con concentraciones de 0,1 miligramos por litro en el agua de grifo, sólo supondría el 4% de la ingesta total de aluminio. Estudios en diferentes países han mostrado consumos medios totales de aluminio de entre cuatro miligramos, en los casos de menor consumo (como Japón o Australia), hasta 11 miligramos, en el otro extremo (Alemania). Siempre por debajo de la ingesta máxima tolerable establecida por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios

(JEFCA), que está en siete miligramos por kilo de peso, El aluminio es uno de los metales más abundantes en el planeta, de forma que muchos vegetales lo han acumulado de forma natural. Patatas, espinacas o té son productos que tienen altos niveles de aluminio natural. Alimentos procesados que incorporan aditivos con aluminio, como el fosfato ácido de aluminio y sodio, usado en harinas preparadas también suponen un aporte importante de este compuesto. Pueden haber casos de consumos más elevados, advierte la OMS, en personas que toman habitualmente antiácidos y analgésicos que contengan este compuesto, lo que puede elevar la ingesta de aluminio hasta cinco gramos diarios. Otra vía de exposición es a través de los utensilios de cocina de aluminio, aunque los expertos advierten que el aluminio está en forma insoluble y la cantidad que aportarían es tan pequeña que apenas tendría impacto en el consumo total. Eso sí, siempre y cuando no se cocinen alimentos como tomate o ruibarbo, con ácidos que disuelven la capa superficial de óxido metálico. A principios de 1989, la revista médica altamente respetada de Inglaterra, The Lancet publicó las conclusiones de un estudio del gobierno Británico: el riesgo de contraer la enfermedad de Alzheimer se había elevado en un 50 % en las áreas de la Gran Bretaña donde el agua para beber contenía niveles elevados de aluminio. Esta enfermedad aflige a mucha población. Por ejemplo, en los EE.UU. el 15 % de los americanos mayores de 65 años están afectados de este padecimiento, es decir más de 2 millones y medio de personas. Antes, se le conocía como demencia senil. Esta enfermedad está caracterizada por fibras

nerviosas enredadas alrededor del hipocampo. Para aquellos que no lo saben, el hipocampo es el centro de la memoria del cerebro. Lo que sucede es que cuando estas fibras nerviosas que rodean al hipocampo se enredan, entonces los impulsos nerviosos ya no pueden llevar la información de, ni hacia el cerebro. Algunas características de esta enfermedad son cambios severos en el estado de ánimo, pérdida de la memoria, percepciones desorientadas en el tiempo y el espacio, cambios de personalidad y una invalidez para comunicarse o concentrarse. Generalmente, la salud de la persona se deteriora en forma progresiva hasta que queda incapacitada totalmente. (7)

Con relación a la causa, podemos decir que la investigación ha revelado una fuerte correlación entre la enfermedad de Alzheimer y el aluminio. Casi siempre se han encontrado a través de las autopsias, depósitos de aluminio y sílice en los cerebros de las personas que murieron por este padecimiento. Por lo cual, estos resultados pueden sugerir que las cantidades excesivas de aluminio en la dieta, combinado con una deficiencia de varios minerales esenciales, en forma directa o indirecta lo predisponen a uno a la enfermedad de Alzheimer. La ingestión de hidróxido de aluminio fue implicada en la acumulación de aluminio en los cerebros de estos pacientes (que muestran cambios neuropáticos semejantes al Alzheimer)". Como todos sabemos, el aluminio es un metal popular que se usa para hacer utensilios de cocina (en su lugar, se recomienda usar vidrio o acero inoxidable), así como envoltura de papel aluminio. El uso excesivo de los antiácidos es la causa más común de la toxicidad con aluminio.

Muchos medicamentos antiinflamatorios contienen aluminio, como buffer (amortiguó), con concentraciones que van desde 14.4 mg hasta 88 mg por dosis. Varias preparaciones antidiarréicas contienen sales de aluminio, incluyendo caolín. Es importante leer la etiqueta de todo lo que compremos, ya que el aluminio es también un aditivo en muchos polvos para cocinar. El polvo para cocinar contiene de 5 a 70 miligramos de sulfato de aluminio sódico por cucharada de té, muchos síntomas de la intoxicación con aluminio son semejantes a los de la enfermedad de Alzheimer y a la osteoporosis. Una intoxicación de aluminio puede producirnos alteraciones gastrointestinales, nerviosismo extremo, un metabolismo alterado del calcio, dolores de cabeza, anemia, alteraciones en la función hepática y renal, alteraciones en el habla, mala memoria, huesos débiles, inclusive músculos dolorosos. Para diagnosticar una intoxicación crónica por aluminio o por cualquier otro metal pesado, contamos en la actualidad con el análisis mineral de pelo, el cual, es un método sencillo y confiable para este tipo de medición. Debido a que el aluminio se excreta por los riñones, las cantidades tóxicas de aluminio pueden dañar la función renal. De acuerdo a los conocimientos actuales, es bueno recordar que una vez que uno ha sido cargado con aluminio, es decir, que uno lo ha absorbido a través de cualquier vía antes mencionadas, no hay ni un método conocido para quelarlo fuera de nuestro cuerpo. Solamente puede ser desplazado. (5)

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Estudio

Retrospectivo: porque en la investigación se retoma información bibliográfica anterior.

Prospectivo: porque el investigador registra la información según van ocurriendo los fenómenos para ser utilizados en futuro.

Experimental: por tener como base de estudio dos elementos químicos incluidos en la formulación de productos farmacéuticos a los cuales se les aplica un tratamiento adecuado y realizar así un trabajo de laboratorio, haciendo uso de los diferentes equipos instrumentales, cristalería e instalaciones del Laboratorio de Química Inorgánica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

4.2 Investigación Bibliográfica

Incluye la recolección y organización de la información más importante y necesaria para la comprensión del tema. Para ello se visitaron los siguientes lugares relacionados a la investigación.

- Biblioteca central de la Universidad de El Salvador (UES)
- Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador

Salvador (UES)

- Biblioteca de la Universidad Alberto Masferrer
- Internet

4.3 Investigación de Campo

Universo: productos farmacéuticos sólidos y líquidos que contengan en su formulación sales de calcio y aluminio respectivamente.

Muestra: cinco productos farmacéuticos sólidos que contengan sales de calcio, cinco productos farmacéuticos líquidos que contengan sales de aluminio.

Tipo de muestreo: se realizará un muestreo puntual y dirigido para la selección del lugar de muestreo y al azar para las muestras, ya que dicha recolección se realizará en Farmacia las Américas, ubicada en Boulevard del Ejercito Nacional, Centro Comercial Plaza Mundo, local # 7, Soyapango, con el objetivo de obtener los 10 medicamentos, cinco de forma farmacéutica sólida y cinco de forma farmacéutica líquida, que contengan las sales de los cationes de interés respectivamente.

4.4 Parte Experimental

4.4.1 Cuantificación de calcio y aluminio en productos farmacéuticos sólidos y líquidos respectivamente.

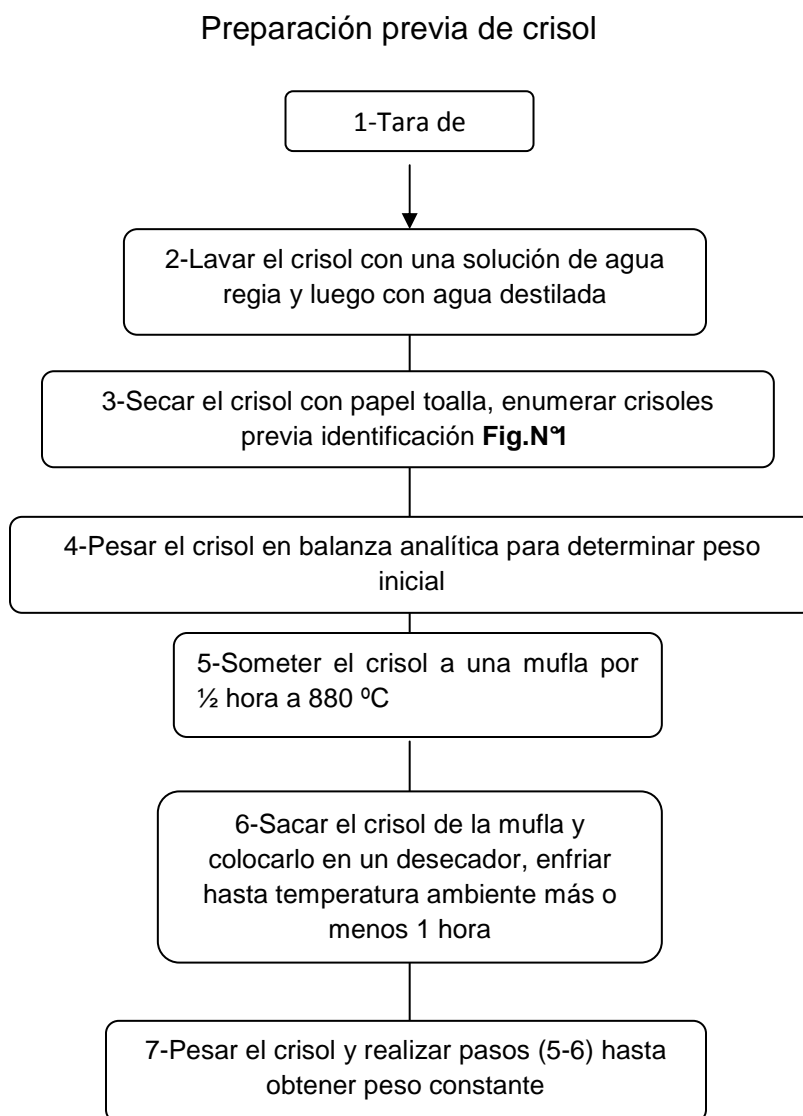
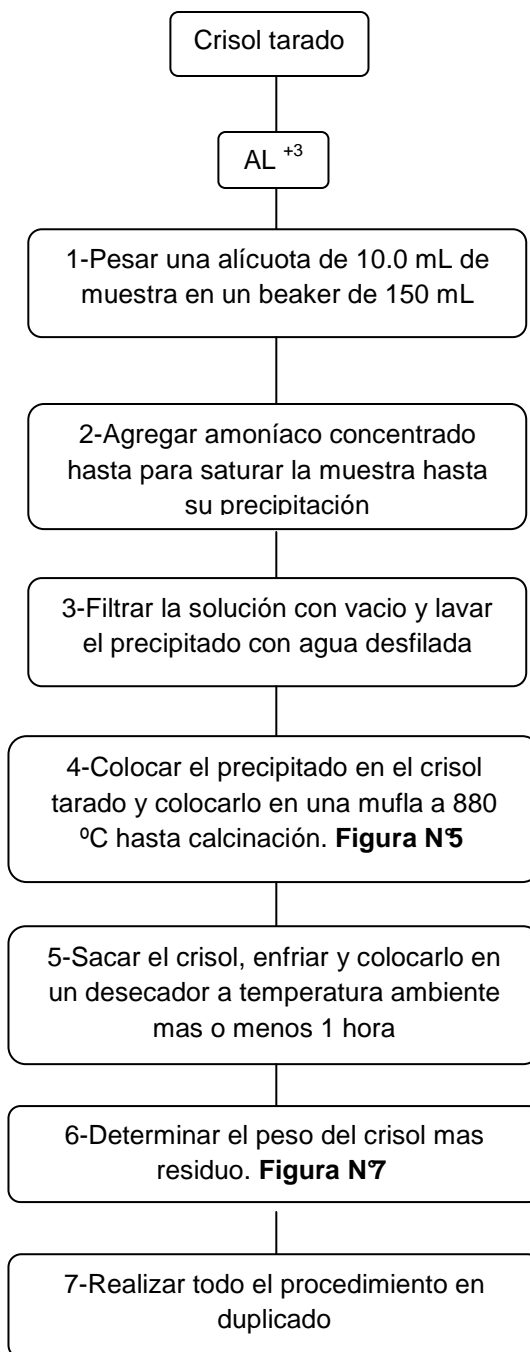
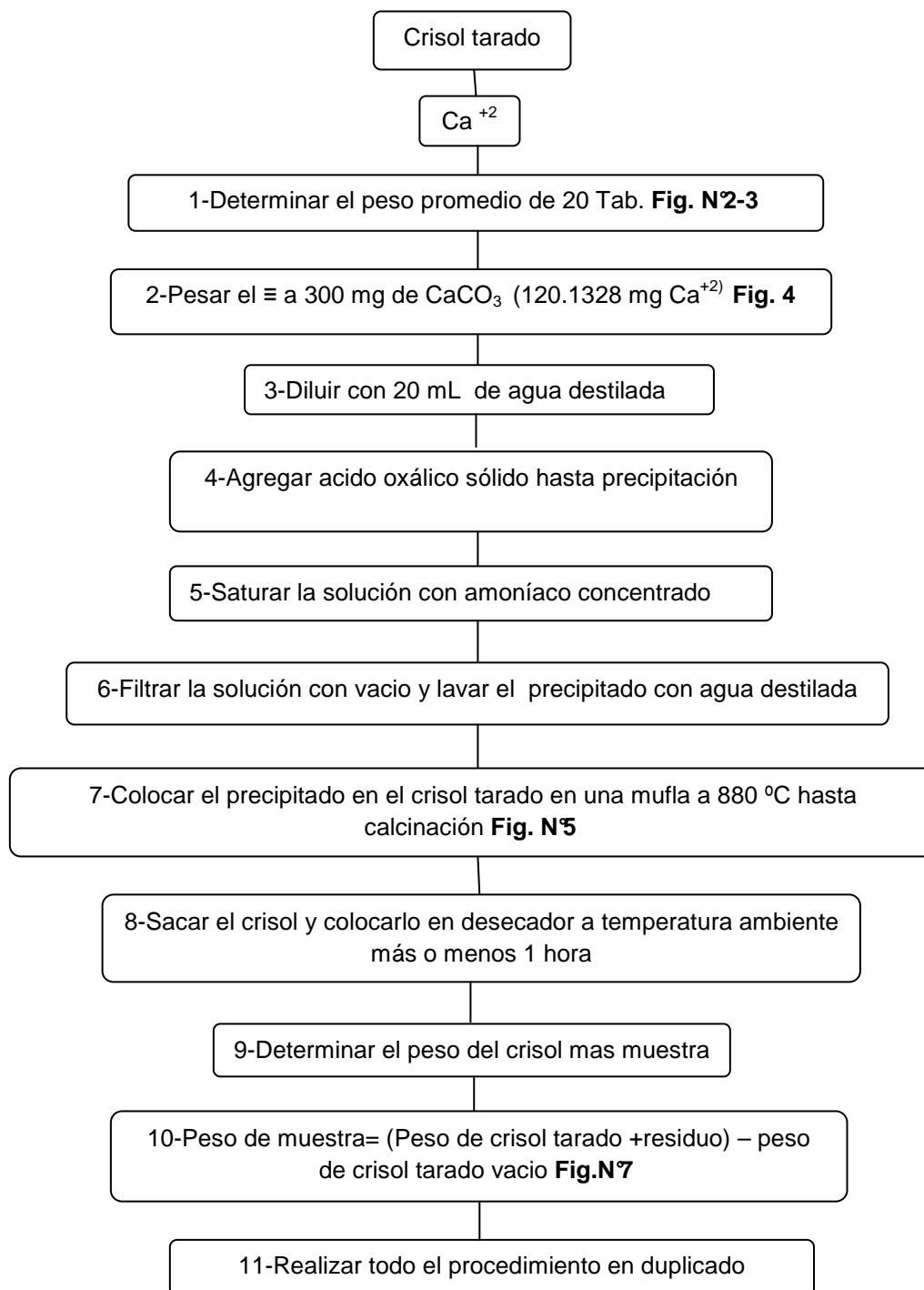


Figura N.º1 Esquema de preparación previa de crisoles

4.4.3 Cuantificación de aluminio elemental a partir de $Al(OH)_3$ Figura N-2 Esquema de la cuantificación de Al^{+3} a partir de $Al(OH)_3$

4.4.2 Cuantificación de Calcio elemental a partir de CaCO_3 Figura N°3 Esquema de la cuantificación de Calcio elemental a partir de CaCO_3

CAPITULO V

RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tabla N° 1. Datos obtenidos en la cuantificación de Ca^{+2} a partir de su sal CaCO_3 en productos sólidos

Producto	$\text{CaCO}_3(\text{mg})\cong\text{g}$ que rotulan los productos	$\text{Ca}^{+2}(\text{mg})\cong\text{g}$ que rotulan los productos	Peso de 20 tabletas (g)	Peso promedio de las 20 tabletas (g)	Peso teórico de polvo de MX2 (g)	Peso real de polvo de muestra en Mx1 (g)	Peso real de polvo de muestra en Mx2 (g)
Kalman	1500.0 \cong 1.5000	600.6642 \cong 6.0066	32.4263	1.6213	0.3243	0.3244	0.3244
Caltrate	1666.667 \cong 1.6667	667.4048 \cong 0.6674	72.3846	3.6192	0.6515	0.6516	0.6515
Calcionax	1498.3913 \cong 1.4983	600.0 \cong 0.6000	37.4274	1.8713	0.3747	0.3787	0.3788
Biocal	785.0 \cong 0.7850	314.3476 \cong 0.3143	19.6194	0.9810	0.3749	0.3750	0.3751
Calciokem	600.0 \cong 0.6000	240.2656/0.2403	peso de cap llenas: 14.6358 peso de cap vacías: 2.0963, peso de mezcla: 12.5395	0.6270	0.3135	0.3135	0.3136

Según tabla N°1 se presentan los valores en miligramos que rotulan los productos en base CaCO_3 y su equivalente a calcio elemental y el peso de las 20 tabletas de cada producto con su respectivo peso promedio para poder calcular el peso teórico de CaCO_3 del cual se parte para reportar los pesos reales de CaCO_3 utilizados en las muestras por duplicado (Mx1 y Mx2). Ver anexo N° 1.

Tabla N°2: Tarado de Cisoles para productos sólidos.

Producto	N ^o Cisol	Pi ₁ (g)	Pf ₁ (g)	Pi ₂ (g)	Pf ₂ (g)	Pi ₃ (g)	Pf ₃ (g)
Kalman	1	12.4916	12.4910	12.4910	12.4907	12.4907	12.4905
	2	12.3059	12.3055	12.3040	12.3039	12.3131	12.3130
Caltrate	3	8.6095	8.6094	8.6085	8.6083	8.6098	8.6097
	4	14.8976	14.8974	14.8780	14.8779	14.8777	14.8775
Calcionax	5	14.5259	14.5257	14.5260	14.5259	14.5241	14.5239
	6	15.0415	15.0413	15.0420	15.0419	15.0327	15.0326
Biocal	7	13.7785	13.7783	13.7790	13.7788	13.7789	13.7788
	8	14.7568	14.7566	14.7571	14.7569	14.7572	14.7570
Calciokem	9	13.5150	13.5148	13.5130	13.5129	13.5134	13.5132
	10	15.5913	15.5911	15.5980	15.5978	15.5396	15.5392

Donde Pi = Peso Inicial del crisol

Pf= Peso Final del crisol

La tabla N°2 presenta los pesos realizados en la tara de crisoles los cuales se realizaron en balanza analítica hasta obtener 4 decimales, de los cuales los 3 primeros decimales son constantes ya que el ultimo decimal es inestable, por consiguiente Pf₃ se determino utilizar para los cálculos posteriores.

Tabla N°3: Cantidades encontradas de Ca^{+2} y porcentaje sobre lo rotulado de CaCO_3 en productos sólidos

Producto	N _o de Crisol	Peso de crisol tarado (Pf ₃) M _x 1=a M _x 2=b	Peso de crisol + Residuo (g)		Pesos reales de CaO obtenido (g)		mg de Ca^{+2} obtenido por tab/cap* M _x 1=a M _x 2=b	mg de CaCO_3 obtenido x tab/cap* M _x 1=a M _x 2=b	Promedio del % sobre lo rotulado de CaCO_3
			Mx1 (a)	Mx2 (b)	Mx1 (a)	Mx2 (b)			
Kalman	1	a = 12.4905	12.6733	12.5121	0.1828	0.1991	a=130.5714	a=1630.1367	113.5
	2	b = 12.3130					b=142.2143	b=1775.4940	
Caltrate	3	a = 8.6097	8.9404	15.2056	0.3307	0.3281	a=1312.0117	a=3276.4022	195.8
	4	b = 14.8775					b=1301.8960	b=3251.1409	
Calcionax	5	a = 14.5239	14.7339	15.2010	0.2100	0.1684	a=741.2068	a=1850.9680	111.3
	6	b = 15.0326					b=594.2202	b=1483.9078	
Biocal	7	a = 13.7788	13.9904	14.9733	0.2116	0.2163	a=395.3898	a=987.3815	127.2
	8	b = 14.7570					b=404.0642	b=1009.0435	
Calciokem*	9	a = 13.5132	13.7259	15.7514	0.2127	0.2122	a=303.8572	a=758.8030	126.3
	10	b = 15.5392					b=303.0461	b=756.7775	

Donde Mx= Muestra

Nota: Se promedian los resultados por motivos estadísticos pero idealmente no se deberían promediar ya que los resultados se encuentran alejados entre muestra y muestra por lo cual no cumple la desviación entre muestra y muestra estos cálculos están en el Anexo N°1.

En la tabla N° 3 se presentan resultados de muestras por duplicado para cada producto, a los cuales se les asigna un número de crisol tarado (tomando del último peso constante que corresponde a Pf_3). Luego los datos obtenidos de crisol más residuo incinerado son reportados para poder determinar los miligramos de calcio elemental, obtenidos a partir de óxido de calcio del peso de muestra y su respectivo equivalente a carbonato de calcio mg/tab o cap como lo declara la bibliografía oficial, finalmente se obtiene una comparación de lo que rotula en carbonato de calcio para producto; con el promedio del porcentaje sobre lo rotulado de carbonato de calcio por tableta o cápsula, considerando que la desviación de los resultados entre muestras y muestra de algunos productos es mayor del 2% por lo cual los porcentajes no deberían promediarse; se determinó la desviación considerando que no se encuentra dentro de una bibliografía oficial, sin embargo se amparan los cálculos a los realizados en industria farmacéutica a través de documentación interna confidencial (Ver Anexo N°1), debido a que no se cuentan con más datos que reflejen una tendencia constante de los resultados obtenidos en la práctica. Determinando así el promedio entre cada resultado de cada producto. Para los cuales tenemos que el producto Kalman rotula 1500.0 mg $CaCO_3$ por tableta siendo este el 100% sobre lo rotulado y se obtuvo un porcentaje promedio sobre lo rotulado de 113.5 %, de $CaCO_3$ y una desviación del 8.2%; Caltrate rotula 1666.67 mg $CaCO_3$ (100%) por tableta y se obtuvo 195.8 % $CaCO_3$ y una desviación de 0.8%. Calcionax rotula 1498.39 mg $CaCO_3$ (100%) y se obtuvo

111.3% CaCO_3 y una desviación del 24.7%; Biocal rotula 785 mg CaCO_3 (100%) por tableta y se obtuvo 127.2 % y una desviación del 2.1% y finalizando con el producto Calciokem que rotula 600.0 mg CaCO_3 (100%)y se obtuvo 126.3 % y una desviación del 0.3% (Ver Anexo1). De acuerdo a bibliografía, la cual indica el dato teórico de 1200 mg de Ca^{+2} diarios, y según los resultados obtenidos se presentan porcentajes mayores de lo rotulado es importante considerar que al consumir más del nivel permitido de 2500mg de calcio las personas pueden sufrir daños perjudiciales en la salud, ya que el exceso de calcio puede alterar su participación en la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas entre otras funciones del organismo ya que el calcio adquiere una fundamental importancia como regulador nervioso y neuromuscular, modulando así la contracción muscular y frecuencia cardíaca; por lo que todas estas funciones se ven afectadas al obtener un desequilibrio de calcio en nuestro organismo.

Tabla N°4: Tarado de Crisoles para productos líquidos.

Producto	N ^o Crisol	Pi ₁ (g)	Pf ₁ (g)	Pi ₂ (g)	Pf ₂ (g)	Pi ₃ (g)	Pf ₃ (g)
Ruigel	1	12.4919	12.4917	12.4918	12.4915	12.4914	12.4912
	2	15.3165	15.3162	15.3151	15.315	15.3145	15.314
Eracid	3	8.6121	8.612	8.6112	8.611	8.6108	8.6101
	4	14.8795	14.8792	14.879	14.8787	14.8783	14.878
Mylanta	5	14.526	14.5258	14.5257	14.5255	14.5252	14.525
	6	15.0345	15.0341	15.034	15.0336	15.0335	15.0333
Maalox	7	13.7885	13.7881	13.7799	13.7798	13.7795	13.7793
	8	14.7582	14.758	14.7578	14.7575	14.7572	14.7571
Aeroxano	9	13.5155	13.5153	13.515	13.5146	13.5144	13.5141
	10	15.7422	15.742	15.7415	15.741	15.7408	15.7403

Donde Pi = Peso Inicial

Pf= Peso Final

La tabla N°4 presenta los pesos realizados en la tara de crisoles los cuales se realizaron en balanza analítica hasta obtener 4 decimales, de cuales los 3 primeros decimales son constantes ya que el último decimal es inestable, por consiguiente Pf₃ se determinó utilizar para los cálculos posteriores.

Tabla N°5 Datos de la cuantificación de Al⁺³ a partir de su sal Al(OH)₃ para productos líquidos.

Nombre del producto	mg≡g de AL (OH) ₃ que rotula en 5mL	mg≡(g) de AL ⁺³ que rotulan los productos en 5 mL	Peso de 10.0mL como Mx1 (g) (a)	Peso de 10.0mL como Mx2 (g) (b)	Peso de crisol tarado (Pf ₃) Mx1 (g) (a)	Peso de crisol tarado (Pf ₃) Mx2 (g) (b)
Ruigel	200.0≡0.2000	69.1834≡0.0692	9.8010	9.7823	12.4912	15.3140
Eracid	185.0≡0.1850	63.9947≡0.0640	10.2105	10.0979	8.6101	14.8780
Mylanta	100.0≡0.1000	34.5917≡0.0346	10.4223	10.1811	14.5250	15.0333
Maalox	185.0≡0.1850	63.9447≡0.0640	10.0040	9.9781	13.7793	14.7571
Aeroxano	215.0≡0.2150	74.3722≡0.0744	10.1262	10.1450	13.5141	15.7403

Según tabla N°5 se presentan los valores en miligramos que rotulan los productos en base Al (OH)₃ y su equivalente en aluminio elemental y el peso de la alícuota de 10.0 mL de Al (OH)₃ de cada producto para su posible utilización en cálculos posteriores y los valores de los pesos de crisol tarado mas muestras por duplicado. (Mx1 y Mx2)

Tabla N°6 Cantidades encontradas de Aluminio (AL^{+3}) y porcentaje sobre lo rotulado de $AL(OH)_3$ en productos líquidos.

Producto	Peso de crisol tarado + residuo (g) (M_{x1})	Peso de crisol tarado + residuo (g) (M_{x2})	Peso real de AL_2O_3 obtenido en 10.0 mL de M_x		mg de AL^{+3} encontrado en 10.0 mL $M_{x1}=a$ $M_{x2}=b$	mg de AL^{+3} encontrado en 5.0 mL $M_{x1}=a$ $M_{x2}=b$	mg de $AL(OH)_3$ obtenido en 5.0 mL $M_{x1}=a$ $M_{x2}=b$	Promedio del % sobre lo rotulado de $AL(OH)_3$
			M_{x1} (g) (a)	M_{x2} (g) (b)				
Ruigel	12.7828	15.6432	0.2916	0.3292	a= 77.1649	a=38.5825	a=111.5370	59.4
					b=87.1148	b=43.5574	b=125.9188	
Eracid	8.8509	15.2295	0.2408	0.3515	a=63.7219	a=31.8609	a=98.1057	61.3
					b=93.0159	b=46.5080	b=134.4486	
Mylanta	14.7675	15.2796	0.2425	0.2463	a=64.1717	a=32.0859	a=92.7562	93.5
					b=65.1773	b=32.5887	b=94.2096	
Maalox	14.2086	15.2008	0.4293	0.4437	a=113.6038	a=56.8019	a=164.2069	90.3
					b=117.4144	b=58.7072	b=169.7149	
Aeroxano	13.9171	16.0274	0.4030	0.4871	a=106.6442	a=53.3221	a=154.1472	79.2
					b=128.8992	b=64.4496	b=186.3154	

En la tabla N°6 se presentan los resultados de las muestras por duplicado para cada producto a las cuales se les asigna un número de crisol tarado (tomado del último peso constante que corresponde a Pf_3) luego de los datos obtenidos de crisol mas residuo incinerado son reportados para poder determinar los miligramos de aluminio elemental en 5.0 mL a partir de oxido de aluminio y su respectivo equivalente de hidróxido de aluminio en 5.0 mL; finalmente se obtiene una comparación de lo que rotula de hidróxido de aluminio en 5.0 mL como lo declara la bibliografía oficial de producto; con el promedio del porcentaje sobre lo rotulado de hidróxido de aluminio por cada 5.0 mL. considerando que el desviación de los resultados entre muestras y muestra de algunos producto es mayor del 2% por lo cual los porcentajes no deberían promediarse; se determino la desviación considerando que no se encuentra dentro de una bibliografía oficial, sin embargo se amparan los cálculos a los realizados en industria farmacéutica a través de documentación interna confidencial (ver Anexo N°1) , debido a que no se cuentan con más datos que reflejen una tendencia constante de los resultados obtenidos en la práctica. Determinando así el promedio entre cada resultado de cada producto así es tal que para el producto Ruigel rotula 200.0 mg/5mL de $AL(OH)_3$ siendo este su 100% sobre lo rotulado y se obtuvo un porcentaje promedio sobre lo rotulado de 59.4% con una desviación de muestra del 11.4% ; Eracid rotula 185.0 mg/5.0mL $AL(OH)_3$ (100%) y se obtiene 61.3% con una desviación del 27.0%.Para el Mylanta rotula 100.0 mg/ 5.0 mL $AL(OH)_3$ (100%) y se obtiene 93.5% con una desviación del 1.5% ;Maalox rotula 185.0 mg/ 5.0mL $AL(OH)_3$ (100%) obteniendo 90.3% con una desviación del 3.2% y finalizando con el producto Aeroxano que rotula 215.0 mg/ 5mL $AL(OH)_3$ (100%) obteniendo 79.2% con una desviación del 17.3% (ver anexo No. 1). De acuerdo a bibliografía, la cual indica una ingesta máxima tolerable que está en 7mg de AL^{+3} por kilo de peso, y según resultados obtenidos se presentan porcentajes dentro de lo rotulado para dos productos los cuales son el Mylanta y el Maalox;

reportando resultados de los otros tres productos estudiados porcentajes menores de la potencia sobre lo rotulado aunque siempre es necesario considerar la importancia que puede ocasionar una ingesta máxima para evitar un exceso de absorción de aluminio ya que puede ser perjudiciales en la salud del ser humano, dañando el sistema nervioso central con una pérdida de la memoria o demencia ya que actualmente se considera que el cerebro constituye un sitio importante de acumulación de aluminio, independientemente de la vía por la cual el mismo ingresa al organismo.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. En la cuantificación de calcio y aluminio en los productos farmacéuticos estudiados, se obtuvieron porcentajes fuera de lo rotulado en la mayoría de las sales correspondientes a carbonato de calcio e hidróxido de aluminio.
2. Para la determinación de calcio por el método Gravimétrico es de importancia el pH en medio básico porque el precipitado de oxalato de calcio es soluble en soluciones ácidas ya que el ión de oxalato es una base débil y por lo tanto su concentración depende del pH de la solución y a la vez con el ajuste del pH se elimina cualquier interferencia con otro ión.
3. Al indicar al paciente una dosis que está basada en lo rotulado del medicamento, se debe considerar la ingesta máxima de calcio para evitar que la persona se exponga al consumir una dosis mayor de calcio requerida por el organismo y evitar así desencadenar una hipercalcemia, de igual forma se pueden ver alteradas funciones como, las cardiovasculares o la actividad neuromuscular entre otras funciones, ya que si el paciente llega a una toxicidad de calcio puede presentar cuadros clínicos de: cálculos renales o una insuficiencia renal crónica

ritmo cardiaco alterado, tejidos con calcificación o puede llegar al coma cuando la hipercalcemia es exagerada.

4. Al consumir el paciente, altas concentraciones de aluminio, las cuales pueden ser ingeridas a través de medicamentos recetados son expuestos a sufrir efectos perjudiciales, generando un daño al sistema nervioso central, demencia o pérdida de la memoria ya que diversas manifestaciones neurológicas en el ser humano han sido atribuidas a intoxicaciones por aluminio.
5. El método Gravimétrico por precipitación no es aplicable para la cuantificación de elementos, por las interferencias que se puedan presentar por lo que genera variabilidad en los resultados.
6. El ensayo gravimétrico de la cuantificación de calcio y aluminio en las formas farmacéuticas sólidas y líquidas respectivamente pueden ser utilizadas como método alterno con fines educativos.
7. De acuerdo a los promedios obtenidos al realizar el análisis se obtienen desviaciones mayores del 2% entre muestra y muestra por lo que el método no es reproducible ya que se obtienen datos con un alto rango

de variabilidad en los porcentajes sobre lo rotulado del producto, lo cual no es conforme a lo declarado en la monografía oficial.

8. Se considera que el método gravimétrico por precipitación no es suficientemente confiable en la cuantificación de las sales de calcio y aluminio que se encuentran en los productos de forma farmacéutica sólidos y líquidos ya que se demostró experimentalmente que no se pueden obtener datos reproducibles en la cuantificación de las sales analizadas.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Comparar el método gravimétrico por precipitación con métodos instrumentales como espectrofotométricos, y absorción atómica; métodos químicos como los análisis volumétricos y así poder determinar si sus resultados son confiables para ser aplicado.
2. Llevar un control de calibraciones y mantenimiento de las balanzas y muflas, para obtener datos con un mínimo de error ya que en un método gravimétrico los pesos son determinantes para cada etapa de los resultados.
3. Utilizar cristalería tipo A y libre de cualquier impureza para obtener mejorar resultados de dicha técnica en cualquier análisis.
4. Utilizar papel filtro libre de carbón para evitar interferencias en el residuo a obtener.
5. Proponer técnicas alternativas a los estudiantes de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia en el tema de Análisis Gravimétrico.
6. Que el médico debe considerar las cantidades de ingesta máxima de calcio y aluminio al momento de indicar la dosis de los medicamentos.
7. Hacer un nuevo análisis con materia prima en lugar de producto terminado y poder evaluar su reproducibilidad, evitando las posibles

interferencias que se puedan dar en todas las etapas del proceso de análisis

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Ayres Gilbert H. 1817. Química Analítica cuantitativa .Harper y Row.Publishers INC. New York- México. Buenos Aires-Panama-Bogota. Págs.249-253
2. Dreisbach R.1984, Manual de Toxicología Clínica, prevención, Diagnostico y Tratamiento, 5 ed, México, Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. Págs. 210-216
3. Gennaro A. 1998, Rémington Farmacia, 19 ed. Buenos Aires Argentina. Editorial Medica Panamericana S.A.v.2. Págs.1324
4. Harris Daniel C. 1999 Análisis Químico Cuantitativo. Reverté S.A. Editorial. 2ed.Barcelona-Bogota-Buenos Aires. Págs.271-276.
5. Hobart H. y otros, 1991, Métodos Instrumentales de Análisis, 7 ed, México, Editorial Iberoamericana S.A. de C.V. Págs.220-233
6. Day R.A. y otros. 1989. Química Analítica Cuantitativa. Prentice-Hall Hispanoamérica. Editorial. 5 ed. Distrito Federal Méx. Págs. 90-120.
7. Skoog Douglas A. y otros. 2001. Química Analítica. Mc Graw – Hill Interamericana. Editores, S.A. de C.V. 7 ed. Distrito Federal Méx. Págs. 187-210.

8. Thomson.PLM, Diccionario de especialidades farmacéuticas. Edición 50.
México.2004.Págs.674
9. United States Pharmacopeial Convencion, Inc. "The United States
Pharmacopeial". 28 ed Rockville USA.
10. www.uv.es/baeza/metodo.html (08-10-2007)
11. [Es.wikipedia.org/wiki/aluminio](http://es.wikipedia.org/wiki/aluminio) (15-10-2007)
12. www.zonadiet.com/nutricion/calcio.htm (20-10-2007)
13. www.consumaseguridad.com./investigacion/2006/05/02/23360.php (12-
11-2007)
14. <http://mx.com.groups.yahoo.com/group/NutricionOrtomolecularAntienviejecimiento/foros.hispovista.com/nutriforo/1264/238696/m/aluminio-y-enfd-alzheimer/> ((28-11-2007)
15. www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar (12/01/2008)
16. www.lennotech.com/espanol/tabla-peiodica/Al.htm (14-01-2008)
17. www.reumatologia-dr-bravo.cl/supl%20cont_alimentos.html:(18-08-2009)
18. www.ugr.es/-farma/guion38med2002.html (25-01-2010)

ANEXOS

ANEXO N°1

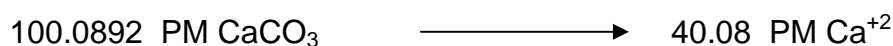
**EJEMPLOS DE CALCULOS PARA
PRODUCTOS SOLIDOS Y LIQUIDOS**

EJEMPLOS DE CALCULOS

PRODUCTOS SOLIDOS (ejemplo de cálculo para el producto Kalman)

- Procedimiento para obtener los gramos de calcio que rotulan los productos sólidos por tableta por medio de pesos moleculares según lo rotulado.

Donde: PM = Peso molecular g/mol



$X=0.60042 \text{ g (600.6642 mg)}$ de Ca^{+2} por tableta según lo rotulado

- Procedimiento para determinar el peso promedio

Peso de 20 Tabletas juntas : 32.4263g

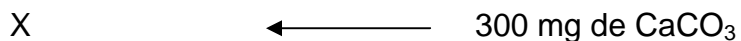
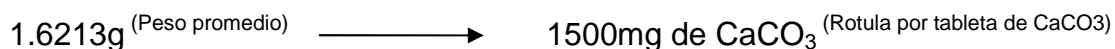
Peso promedio= Peso de 20 tab

20

Peso promedio = 32.4263g = 1.6213g

20

- Determinar el peso de muestra equivalentes a 300 mg de CaCO_3



$X=0.3243 \text{ g}$ de polvo de muestra a pesar

- Determinación de la cantidad de CaO encontrada en el peso de muestra:

Para la muestra 1

Peso real de CaO = [Peso de crisol+residuo(g)] – [Peso de crisol tarado(Pf₃) g]

Peso real de CaO= (12.6733 g -12.4905 g)

Peso real de CaO= 0.1828 g (182.8mg) de Ca⁺² para la muestra N°1

Similar Cálculo para la muestra N°2

Peso real de CaO =0.1991 g (199.1mg) de Ca⁺² para la muestra N°2

- Cantidad de Calcio encontrado a partir de CaO obtenido:

Para la muestra N°1

Donde: PM = Peso molecular mg/mol

56 PM CaO \longrightarrow 40 PM Ca⁺²

182.8 mg de CaO \longrightarrow X

X=130.5714 mg de Ca⁺² para la muestra N°1

Similar Cálculo para la muestra N°2

X=142.2143 mg de Ca⁺² para la muestra N°2

- Determinación de la cantidad encontrada de calcio que contiene cada tableta de los productos comparada con lo que rotula en su formula:

Para la muestra 1

0.3243g (Peso de polvo de muestra en g) \longrightarrow 130.5714 mg (mg de Ca⁺² obtenido)

1.6213 g (Peso promedio de 20 tab en g) \longrightarrow "x" mg de Ca⁺² por tableta.

X=652.7765 mg de Ca⁺² por tableta para la muestra N°1

Similar Cálculo para la muestra N°2

X=710.9838 mg de Ca⁺² por tableta para la muestra N°2

-Procedimiento para obtener los mg de CaCO₃ por tableta a partir de los mg Ca⁺² obtenidos en cada muestra:

Para la muestra 1

100.0892 PM CaCO₃ \longrightarrow 40.08 PM Ca⁺²

X \longleftarrow 0.6527765 g de Ca⁺²

X=1.6301367 g (1630.1367mg) de CaCO₃ para la muestra N°1

Similar Cálculo para la muestra N°2

X=1.7754940 g (1777.4940mg) de CaCO₃ para la muestra N°2

- Determinación del porcentaje sobre lo rotulado por tableta de CaCO₃:

$$\begin{array}{ccc} 100\% & \longrightarrow & 1500\text{mg de CaCO}_3 \text{ (rotula/Tab)} \\ X & \longleftarrow & 1630.1367 \text{ mg de CaCO}_3 \text{ (rotula/Tab)} \end{array}$$

$$X = 108.68\% \text{ para la muestra N}^{\circ}1$$

Similar Cálculo para la muestra N²

$$X = 118.37\% \text{ para la muestra N}^{\circ}2$$

$$\text{Promedio} = \frac{108.68\% + 118.37\%}{2} = 113.5\% \text{ para el producto Kalman}$$

2

- Cálculo para la determinación la desviación entre muestra1 y muestra 2 para cada producto:

Formula:

$$\% \text{Desviación} = (\text{mg de CaCO}_3 \text{ en Mx 1} / \text{mg de CaCO}_3 \text{ en Mx 2}) \times 100 - 100$$

Para el producto Kalman

$$\% \text{Desviación} = (1630.1367 \text{ mg} / 1777.4940 \text{ mg}) \times 100 - 100$$

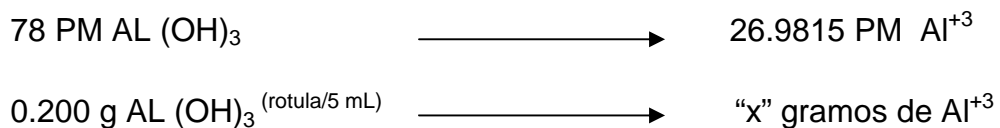
$$\% \text{Desviación} = 8.3\%$$

Nota: Se promedian los resultados por motivos estadísticos pero idealmente no se deberían promediar ya que los resultados se encuentran alejados entre muestra y muestra por lo cual no cumple la desviación entre muestra y muestra estos cálculos

PRODUCTOS LIQUIDOS (ejemplo de cálculo para el producto Ruigel)

- Procedimiento para obtener los gramos de aluminio que rotulan los productos líquidos por 5.0 mL por medio de pesos moleculares.

Donde: PM = Peso molecular mg/mol



$$X = 0.0691833 \text{ g (69.1833 mg) en 5mL}$$

- Determinación de la cantidad de Oxido de aluminio encontrado en el 10.0 mL de muestra:

Para la muestra 1

Peso real de $\text{AL}_2\text{O}_3 = [\text{Peso de crisol} + \text{residuo(g)}] - [\text{Peso de crisol tarado}(\text{Pf}_3) \text{ g}]$

Peso real de $\text{AL}_2\text{O}_3 = (12.7828 \text{ g} - 12.4912 \text{ g})$

Peso real de $\text{AL}_2\text{O}_3 = 0.2916 \text{ g (291.6 mg)}$ de AL^{+3} para la muestra N° 1

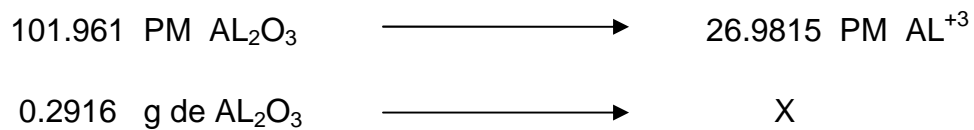
Similar Cálculo para la muestra N° 2

Peso real de $\text{AL}_2\text{O}_3 = 0.3292 \text{ g (329.2 mg)}$ de AL^{+3} para la muestra N° 2

- Cantidad de Aluminio encontrado a partir de Oxido de aluminio obtenido en 10.0 mL de muestra:

Para la muestra 1

Donde: PM = Peso molecular mg/mol

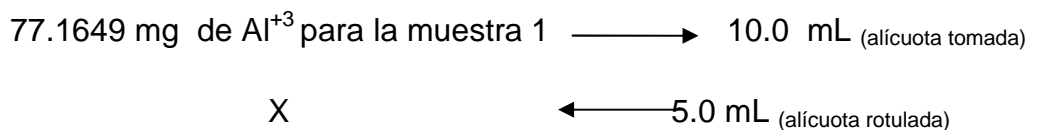


$$X = 0.0771649 \text{ g (77.1649 mg) de } \text{AL}^{+3} \text{ para la muestra N}^\circ 1$$

Similar Cálculo para la muestra N²

$$X = 0.0871148 \text{ g (87.1148 mg) de } \text{AL}^{+3} \text{ para la muestra N}^\circ 2$$

- Determinación de la cantidad encontrada de aluminio obtenido por cada 5.0 mL



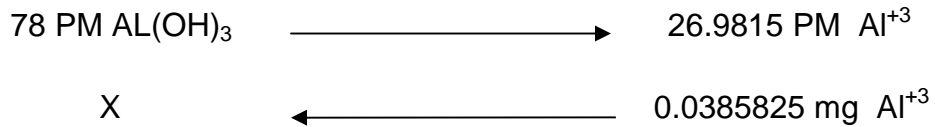
$$X = 38.5825 \text{ mg de } \text{Al}^{+3} \text{ para la muestra 1}$$

Similar Cálculo para la muestra N²

$$X = 43.5574 \text{ mg de } \text{Al}^{+3} \text{ para la muestra 2}$$

-Procedimiento para obtener los mg en 5.0 mL de $AL(OH)_3$ a partir de los mg Al^{+3} obtenidos en cada muestra:

Donde: PM = Peso molecular mg/mol

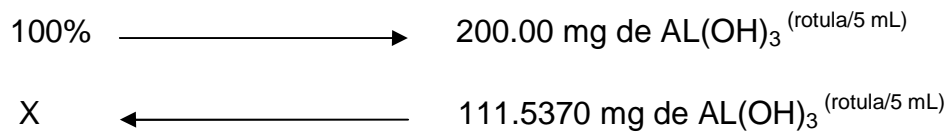


$$X = 0.1115370 \text{ g (111.5370 mg) en 5mL para la muestra N}^{\circ}1$$

Similar Cálculo para la muestra N^o2

$$X = 0.1259188 \text{ g (125.9188 mg) en 5mL para la muestra N}^{\circ}2$$

- Determinación del porcentaje sobre lo rotulado en 5.0 mL de $AL(OH)_3$:



$$X = 55.8\% \text{ para la muestra 1}$$

$$X = 63.0\% \text{ para la muestra 1}$$

$$\text{Promedio} = \frac{55.8\% + 63.0\%}{2} = 59.4\% \text{ para el producto Kalman}$$

**- Cálculo para la determinación la desviación entre muestra1 y muestra 2
para cada producto:**

Formula:

$$\% \text{Desviación} = (\text{mg de AL(OH)}_3 \text{ en Mx 1} / \text{mg de AL(OH)}_3 \text{ en Mx 2}) \times 100 - 100$$

Para el producto Ruigel

$$\% \text{Desviación} = (111.5370 \text{ mg} / 125.9188 \text{ mg}) \times 100 - 100$$

$$\% \text{Desviación} = 11.4\%$$

Nota: Se promedian los resultados por motivos estadísticos pero idealmente no se deberían promediar ya que los resultados se encuentran alejados entre muestra y muestra por lo cual no cumple la desviación entre muestra y muestra estos cálculos

ANEXO N°
FOTOGRAFIAS



Enumeración de crisoles para tarar en mufla a 800°C



Determinación de peso de polvo de muestra.



Determinación de peso de polvo de muestra

Figura N°4 Fotografías del proceso del método gravimétrico



Calcinación del precipitado en mufla a 880°C



Crisoles después de calcinación



Determinación de peso del residuo

Figura N°5 Proceso de Calcinación y peso de residuo

ANEXO N°3

EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS

Materiales, Equipo y Reactivos

EQUIPO

Balanza Analítica

Mufla

MATERIALES

Agitador

Beakers de 100 y 150 mL

Cápsulas de porcelana

Desecador

Embudos

Guantes y mascarilla

Microespátula

Mortero y pistilo

Papel filtro

Papel glassine

Papel toalla

Perilla para pipetas

Pinza de sostén

Pipeta volumétrica de 10.0 mL

Pizeta

Trípode

REACTIVOS

Acido Clorhídrico Concentrado

Acido Nítrico Concentrado

Ácido oxálico G.R

Agua Destilada G.R

Amoníaco Concentrado

Solución de lavado (Agua regia)

ANEXO N°4

PREPARACION DE REACTIVOS

- Solución de lavado (Agua regia)

A 350 mL de ácido clorhídrico concentrado adicionar 150 mL de ácido nítrico concentrado, mezclar y colocar la solución en baño de hielo.