

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



"IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS
ANTIHUMECTANTES PRESENTES EN LA SAL DE MESA,
COMERCIALIZADA EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN
SALVADOR"

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:
LEONARDO CHAVEZ ALVARADO
RODOLFO MARTINEZ CHAVARRIA

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

16 DE FEBRERO
SEPTIEMBRE, 2003

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

Dra. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL

Lic. LIDIA MARGARITA MUÑOS VELA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

Lic. MARIA ISABEL RAMOS DE RODA

SECRETARIA

Lic. ANA ARELY CACERES MAGAÑA

ASESORA

LIC. ZOILA ISABEL SORTO DE ALARCON

JURADO CALIFICADOR

LIC. FERNANDO ANTONIO DIAZ LARREYNAGA

LIC. ARTURO ALFONSO GARCIA MAZZINI

LIC. ANTONIA LUISA GARCIA DE NOLASCO

DEDICATORIA

A dios todo poderoso. Por todas sus bendiciones

A la familia. Por el apoyo recibido

Los maestros. Que de una u otra forma contribuyeron a la culminación del proyecto

A los amigos, compañeros y otros. Que participaron en el proyecto

**Leonardo Chávez Alvarado
Rodolfo Martínez Chavarria**

AGRADECIMIENTOS

Lic. ZOILA ISABEL SORTO DE ALARCON

Ing. RAMON PORTILLO

Lic. AIDA SANTANA DE ZAMORA

Lic. JULIO PAYES

LICENCIADOS Y PERSONAL TECNICO DEL CENTA/MAG

1.2.4	Método Espectrofotométrico para la	
	Determinación de Silicio	22
1.2.4.1	Principio del Método	22
1.2.4.2	Preparación de la Muestra	23
1.2.4.3	Procedimiento	23
2.0	Recursos materiales	25
2.1	Marcas de sal Refinadas	25
2.2	Cristalería	25
2.3	Equipos	26
2.4	Material	27
2.5	Solventes	27
2.6	Reactivos	28
CAPITULO III. Resultados		30
CAPITULO IV. Discusión		59
CAPITULO V. Conclusiones		64
CAPITULO VI. Recomendaciones		69
BIBLIOGRAFÍA		72
ANEXOS		76
GLOSARIO		88

ÍNDICE DE CUADROS

		Pagina
Cuadro 1	Estándar de Cloruro de Sodio en Goma Pritt	31
Cuadro 2	Carbonato de Calcio en Goma Pritt	32
Cuadro 3	Tabulacion Para la muestra "A" en Goma Pritt	33
Cuadro 4	Tabulacion Para la muestra "B" en Goma Pritt	34
Cuadro 5	Tabulacion para la muestra "C" en Goma Pritt	35
Cuadro 6	Tabulacion para la muestra "D" en Goma Pritt	36
Cuadro 7	Tabulacion para la muestra "E" en Goma Pritt	37
Cuadro 8	Tabulacion para la muestra "F" en Goma Pritt	38
Cuadro 9	Tabulacion para la muestra "G" en Goma Pritt	39
Cuadro 10	Tabulacion para la muestra "F" + Carbonato de Cálcio en Goma Pritt	40
Cuadro 11	Resumen de las Muestras Analizadas para el Carbonato de Magnesio	48
Cuadro 12	Resumen de las Muestras Analizadas para el Carbonato de Calcio	51
Cuadro 13	Cuadro resumen en la determinación de Silicoaluminato de sodio	53
Cuadro 14	Resumen de las Muestras Analizadas para el Silicoaluminato de sodio	54
Cuadro 15	Resumen de resultados para el Silicato de Cálcio, método colorimetrico	57
Cuadro 16	Resumen de las Muestras Analizadas para el Silicato de Cálcio	57
Cuadro 17	Cuadro resumen <u>de antihumectantes por cada marca</u>	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

		Pagina
Figura 1	Difractograma correspondiente al Estándar de cloruro de sodio USP	31
Figura 2	Difractograma correspondiente al estándar de Carbonato de Calcio USP	32
Figura 3	Difractograma correspondiente a la muestra de sal de mesa denominada en este caso como "A"	33
Figura 4	Difractograma correspondiente a la muestra de sal de mesa denominada "B".	34
Figura 5	Difractograma correspondiente a la muestra de sal refinada denominada "c".	35
Figura 6	Difractograma correspondiente a la muestra de sal denominada en este caso "D"	36
Figura 7	Difractograma correspondiente a una muestra de sal denominada "E"	37
Figura 8	Difractograma correspondiente a la muestra de sal denominada "F"	38
Figura 9	Difractograma correspondiente a la muestra de sal denominada "G"	39
Figura 10	Difractograma obtenido de la muestra de sal denominada "H"	40
Figura 11	Grafico donde se muestra la calibración de los estándares de Magnesio	46
Figura 12	Grafico donde se muestra la calibración de los estándares de Calcio.	46

Introducción

La sal natural no causa daño a la salud humana sino la sal de mesa industrialmente refinada a la que se le añaden nutrientes (Yodo, Flúor) y antihumectantes: Silicoaluminato de sodio, Silicato de Calcio, carbonato de magnesio, carbonato de Calcio, los cuales son agregados con el objeto de evitar la humedad de la sal ; sin embargo tienen que llevar las concentraciones adecuadas de no ser así estas sustancias causan daño al organismo el Silicoaluminato de sodio produce Osteomalacia y Síndrome de Alzheimer, el Silicato de Calcio genera Silicosis, el Carbonato de Magnesio causa Hipermagnesemia patología que se manifiesta que se manifiesta con alteraciones en el sistema nervioso central, el Carbonato de Calcio se deposita en huesos produciendo Hipercalcemia. ⁽¹⁹⁾

Dada la situación anterior se realizó un estudio de identificación y cuantificación de los antihumectantes, el trabajo se desarrolló en seis partes.

El capítulo I comprende generalidades de la sal de mesa generalidades de los antihumectantes y sus monografías, el capítulo II da a conocer la metodología de la investigación y se detallan los métodos espectrales

para la identificación y métodos para cuantificar incluyéndose para cada uno su marcha analítica.

El capítulo III contiene los resultados obtenidos a lo largo de todo el proceso indicando los diferentes difractogramas correspondientes a cada marca de sal.

Posteriormente se presentan los análisis cuantitativos para las muestras de sal denominadas

El capítulo IV presenta una discusión de los resultados obtenidos en los diferentes métodos de análisis realizado en el laboratorio. Donde se detallan los diferentes problemas que se dieron en cada una de las marchas analíticas y se mencionan las correcciones necesarias para obtener los resultados satisfactorios.

El capítulo V comprende conclusiones, realizadas a lo largo de toda la investigación en donde se obtuvieron los siguientes resultados: A (3.13%), B (2.89%), C (2.01%) y G (3.59%) las cuales superan el valor permisible bajo la norma Salvadoreña que es del 2% y las marcas D (0.70%), E (1.04) y F (1.70%) se encuentran bajo el valor permisible.

También se compararon con la norma Centroamericana (ICAITI) y la norma Norteamericana (F.D.A.) para conocer los parámetros

internacionales y observar la calidad que exigen otros países. El capítulo VI comprende las recomendaciones, haciendo énfasis de la importancia que tiene el trabajo en lo que en materia de salud se refiere, finalmente se presentan los anexos en donde se encuentran los equipos utilizados a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

Objetivos

1. Objetivo General.

Identificar y cuantificar los antihumectantes presentes en la sal de mesa, comercializadas en el área metropolitana de San Salvador.

2. Objetivos Específicos.

- 2.1. Identificar los antihumectantes por Difracción de Rayos X.
- 2.2. Cuantificar Silicoaluminato de sodio, Carbonato de Calcio Carbonato de magnesio y Silicato de Calcio.
- 2.3. Comparar los resultados obtenidos de los análisis, de las muestras de los supermercados con la norma Salvadoreña y normas internacionales.
- 2.4. Dar a conocer la información al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (A todo el personal asociado con el registro, Análisis Bromatológico del Departamento de Saneamiento Ambiental).

CAPITULO I

Revisión Bibliografica

1.0 Generalidades de la Sal de Mesa.

1.1 Aspectos generales.

La única materia prima mineral empleada habitualmente en cocina es la sal. Es el condimento mas antiguo empleado para sazonar las elaboraciones y también como agente de conservación.

Purificada presenta forma de cristal blanco, fácilmente soluble en agua y con un gran poder higroscópico.

Se encuentra disuelta en gran cantidad de alimentos, en las aguas marinas, lagos y manantiales y en las minas, en estado sólido.

Por su capacidad en la retención de líquidos la sal se usa para evitar la deshidratación en los climas calidos; sin embargo el exceso puede ser perjudicial, ya que contribuye a elevar la presión arterial, por lo que no es recomendable para personas con problemas cardiacos o para aquellas que tengan problemas de retención de líquidos en el cuerpo (celulitis y otros).

1.2 Aplicaciones

- Sazonar la mayor parte de los alimentos, excepto algunos platos dulces.
- Conservar géneros crudos o cocinados, deshidratándolos.
- Drenar: Espolvoreada sobre algunas hortalizas como el pepino o la berenjena, hace que suelten el exceso de agua y jugo amargos que contienen.

1.3 Tipos

Por su procedencia se clasifica en sal marina y sal gema.

- Sal marina.- se extrae por evaporación de aguas saladas del mar, reúne las mejores características. En forma natural presenta formas geométricas anguladas, tanto mas limpias y grandes, cuando mejor sea la calidad. También se presenta molida.
- Sal gema.- Se obtiene por extracción mineral o por evaporación de aguas no marinas. Se presenta en pequeños granos, tanto mas blancos, secos y pequeños, cuanto mayor sea la calidad. Se compra a granel, seca y tamizada o empaquetada. La mas fina se emplea en el comedor.

1.4 Comercialización

Por su presentación se divide en sal gruesa y sal fina

- Sal gruesa.- Se emplea especialmente en la industria del salazón, refinada o sin refinar (sal gris).
- Sal fina.- Se presenta refinada y en pequeños cristales. Condimento en la mesa. Se le suele añadir carbonato de magnesio, Silicoaluminato de sodio y otros, para hacerla menos higroscópica.

(18).

2.0 Generalidades de los antihumectantes.

Los antihumectantes son aquellas sustancias que se adicionan directamente a los alimentos durante su elaboración con el objeto de conservar al producto en un buen estado evitando la humedad.

Entre los cuales se pueden mencionar: Silicoaluminato de sodio, Silicoaluminato de cálcio, fosfato calcico, carbonato de magnesio, carbonato de cálcio, silicato de cálcio. Estas sustancias causan daños a la salud sino se encuentran dentro de los niveles permitidos el Silicoaluminato de Sodio esta relacionado con los problemas del síndrome de Alzheimer, el Silicoaluminato de cálcio y silicato de cálcio producen daños a nivel cromosómico en el núcleo celular y se acumulan en linfocitos, el fosfato de cálcio genera desequilibrio electrolítico, el Carbonato de cálcio se deposita en huesos produciendo Hipercalcemia, el Carbonato de magnesio produce Hipermagnesemia, daños en sistema nervioso central y da problemas de psicosis

La absorción de estos elementos se da en el intestino delgado y en cierta proporción en el estomago, se acumulan en órganos blandos y el torrente sanguíneo.

La excreción se efectúa por riñones, hígado, vesícula biliar, páncreas y tracto gastrointestinal por orina y también por las materias fecales.

3.0 Monografías de los antihumectantes.

a. Silicoaluminato de Sodio.

Formula: $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$

Masa Molar: [208.0 g/mol]

Usos: en aditivos alimentarios y dentríficos.

Toxicidad en humanos: Elemento toxico aluminio.

Es un metal toxico que esta relacionado con la enfermedad de Alzheimer la cual científicamente se define como una demencia progresiva y degenerativa del cerebro. Provoca en un principio un deterioro en la memoria inmediata las neuronas que controlan la memoria y el pensamiento se van deteriorando, interrumpiendo el paso de mensajes entre ellas. Las células desarrollan cambios distintivos: placas seniles y neurofibrilares (degeneraciones del tejido cerebral) la corteza cerebral principal origen de las funciones intelectuales) se atrofia y se encoge.

El aluminio se absorbe en el intestino delgado y luego pasa a concentraciones plasmáticas de la sangre donde produce el problema relacionado con el Alzheimer.

Trabajadores expuestos al aluminio han desarrollado reacciones pulmonares severas incluyendo fibrosis y enfisema pulmonar.

El contenido normal de aluminio en cerebro humano es de un rango de 0.1 – 3.9 $\mu\text{g/g}$ en peso seco. En un estudio de 208 muestras tomadas de 7 pacientes, un significado contenido de aluminio de 1.9 +/- 0.07 $\mu\text{g/g}$ en peso seco de materia gris encontrada como anormal.

En un estudio de 585 áreas muestreadas del tejido cerebral de los pacientes con la enfermedad de alzheimer's ellos encontraron que el 28 % tenían una concentración de aluminio mayor de 4 $\mu\text{g/g}$. El rango de las 585 muestras fue 0.4 – 107 $\mu\text{g/g}$ de aluminio.

En un estudio, de partículas individuales de pulmón de 75 casos de autopsias seleccionadas al azar, fueron analizados utilizando un examinador microscópico de electrón automático, energía dispersa de rayos X y sistemas de micro análisis.

El cual detecta un rango de 613 millones de partículas, de origen exógeno por gramo de tejido de pulmón seco, las clases de partículas encontradas fueron: sílice talco, y silicato de aluminio.

Dieciocho muestras de los 75 pulmones analizados previamente por examinador automático de microscopio electrónico. También fueron analizados usando análisis gravimétrico y difracción de rayos X, encontrando silicatos de aluminio.

La deposición de aluminio en hueso causa osteomalacia sobre todo en los pacientes que tienen insuficiencia renal crónica, acidosis metabólica que algunas veces es causada por el uso excesivo de antiácidos que contienen aluminio. ⁽²⁰⁾



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

b. Silicato de Calcio.

Formula molecular: Ca-Si-O_3

Masa Molar: [116.08 g/mol]

Usos : En alimentos, fabricación de cemento

Toxicidad: El silicato no es toxico pero al ser ingerido se adhiere a las paredes del intestino delgado y se absorbe en órganos blandos como hígado, riñón y vesícula biliar, formando cálculos.

La inhalación e ingestión de silicato de calcio causa daños en el tracto respiratorio y cambios irreversibles en el sistema gastrointestinal los cuales pueden llegar a causar la muerte.

El Silicato de calcio produce silicosis la tiene como causa la inhalación de polvo que contiene sílice, la células fagocitarias inhalan el silicio y lo mandan a los bronquiolos mas finos y estos son trasportados a través del sistema linfático al tejido linfoide esparcido en el intersticio del pulmón en donde provocan una irritación crónica continua ocasionando la proliferación de fibroblastos, estos forman un tejido fibroso que da al pulmón una consistencia dura particularmente compacta. Al estar desprotegidos los pulmones por la acumulación de estas sustancias los bacilos de la Tuberculosis que penetran en el aire alveolar son captados por los fagocitos y llevados a través de las vías linfáticas hacia los nódulos linfáticos hiliares manifestándose en los pulmones Tisis,

Bronconeumonía, Miliariasis, y tumores que pueden llegar a causar la muerte. ⁽²⁰⁾

c. Carbonato de Magnesio.

Formula molecular: $Mg-CO_3$

Masa Molar: [84.0g/mol]

Usos: En comidas como agente desecante, Retención de Color, Industria Farmacéutica.

Toxicidad: Sistemáticamente Mg^{+2} produce Depresión Nerviosa Central.

Elemento toxico magnesio.

Necesidades se recomiendan 350mg/día para el hombre 300mg/día para la mujer y 150mg/día para los niños durante el embarazo o lactancia la necesidad diaria se estima en 400mg. Una dieta normal contiene 200 a 400 mg/día de los cuales la mayor parte no son absorbidos y aparecen en las heces.

El exceso de magnesio causa nefritis crónica, insuficiencia renal aguda, y la ablandacion de las glándulas suprarrenales.

Entre los signos y síntomas de hipermagnesemia destaca:

- Somnolencia
- Depresión del sistema nervioso central
- Arritmias cardiacas

- Aumento de la velocidad de conducción auriculoventricular e intraventricular.
- Detención cardíaca diastólica y parálisis muscular.

La administración oral de magnesio tiene efectos purgantes con evacuaciones fallidas, irritación de la mucosa y ocurrentemente la absorción sistémica del magnesio, produce depresión del sistema nervioso central, reducción de los reflejos y muerte por parálisis respiratoria. ⁽¹⁰⁾

Repetidas dosis de magnesio causan diarrea, desbalance electrolítico, esto se da en pacientes con insuficiencia renal severa o hipermagnesemia patología caracterizada por hipotensión, náuseas, vómitos, cambios en sistema gastrointestinal, depresión mental o respiratoria hasta llegar a un estado de coma ⁽¹⁹⁾.

d. Carbonato de Calcio.

Formula molecular: CaCO_3

Masa Molar: 100.09g

Usos: aditivo en alimentos, Industria Cosmética y Farmacéutica.

Elemento toxico cálcio.

Se recomienda 800mg. diarios de cálcio como dieta nutricional.

Al aumentar la concentración de cálcio se produce hipercalcemia porque el cuerpo no es capaz de absorber todo el cálcio presente y se absorbe en el tejido óseo.

Es posible que esta lista no sea definitiva pero produce los siguientes síntomas:

En todo el cuerpo.

- o Dolor de huesos.

Gastrointestinales

- o Dolor abdominal
- o náusea y vómitos
- o Estreñimiento
- o Diarrea

Cardiovasculares

- o Latidos irregulares

Sistema nervioso

- o Confusión
- o Depresión
- o Coma ⁽¹⁹⁾

CAPITULO II

Parte Experimental

1.0 Metodología

Se clasifica en dos etapas:

1.1 Investigación de campo

1.2 Investigación de Métodos de Análisis

1.1 **Investigación de campo:** Se divide en dos categorías

A. Recopilación de datos Bibliográficos

B. Muestreo

A. Recopilación de Datos Bibliográficos

La investigación se llevara acabo en los siguientes centros de información bibliografía.

- Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Centro de Información Bibliografía de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) Edificio Max., Block. Del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).
- Environmental Protection Agency (EPA).
- Instituto de Nutrición Centroamericana y Panamá (INCAP).
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

B. Muestreo

Para la recolección de las diferentes marcas de sal, se ha tomado como referencia la zona Metropolitana de San Salvador; la cual a la vez se le realizó una subdivisión, para determinar la población de supermercados mayoristas: La despensa de don Juan, supermercados Europa, supermercados Selectos, Hiper Paiz , Price Smart y salineras del país.

Diseño y tamaño de muestra.

El muestreo tomado en esta investigación, corresponde a un muestreo estratificado al azar, utilizando como referencia métodos generales de muestreo. A la población se le considera una división en estratos; donde para cada zona se tomo una sub - muestra, obteniendo al final una muestra total.

El número de zonas muestreadas fue de seis las que se detallan a continuación:

Zona 1. Soyapango, Ilopango y Barrio San Jacinto.

Zona 2. Centro de San Salvador

Zona 3. Barrio San Miguelito y 25 Av. Norte

Zona 4. Mejicanos, Zacamil y Ayutuxtepeque.

Zona 5. Colonia Escalón, San Benito, Av. Olímpica, boulevard Los Próceres.

Zona 6. Colonia Miralvalle, Metrocentro y Metrosur.

Ver anexo 9: Para la distribución de los supermercados

Para considerar una muestra representativa, se tomo el 25% de la población de supermercados.

El tamaño de la muestra se calculo así:

$$n = N \times 0.25.$$

Donde:

n = es el tamaño de muestra total

N = es el total de supermercados

Por lo tanto:

$$n = 50 \times 0.25$$

$$n = 12.5 \text{ equivalente a } 12 \text{ supermercados}$$

El porcentaje (%) que le corresponde a cada zona se determino así:

$$\% = (N_i/N) \times 100$$

Donde:

N_i = numero de supermercados a muestrear por zona.

N = universo

Por lo tanto

Para la zona 2 seria:

$$\% \text{ zona 2} = (12 / 50) \times 100$$

$$\% \text{ zona 2} = 24.00\%$$

Las unidades por estrato (sub. muestra), se obtuvieron por la siguiente formula:

$$n_i = n (N_i / N)$$

Donde:

n_i = es numero de supermercados a muestrear por zona.

n = es tamaño de muestra.

N_i = supermercados por zona.

N = representa el universo.

Por ejemplo para la zona 1.

$$\begin{aligned} n_i &= n (N_i/N) \\ &= 12 (8 / 50) \end{aligned}$$

$n_i = 1.92$ equivalente a 2 supermercados para la zona 1. Y así sucesivamente.

Los resultados se detallan en la siguiente tabla.

Zona	Supermercados por zona (Ni)	Porcentaje	Supermercados a muestrear por zona (ni)
1	8	16.00	2.0
2	12	24.00	3.0
3	4	8.00	1
4	4	8.00	1
5	15	30.00	4
6	7	14.00	1
TOTAL	N = 50	100.00	N = 12

Selección del lote y muestra.

Para que la muestra de un lote de sal fuese más representativa el número de muestra se estableció en base a la siguiente tabla:

Tamaño del lote	Numero mínimo de muestras
Menos de 10 unidades	1
Menos de 100 unidades	5
Menos de 200 unidades	10
Menos de 2000 unidades	25
Mas de 2000 unidades	50

1.2 Investigación de Métodos de Análisis.

La metodología de laboratorio aplicada se presenta de la siguiente manera:

1.2.1 Método para Difracción de Rayos X desarrollado en el Laboratorio del Centro de Investigación Atómica Nuclear (CIAN-FIA).

1.2.2 Espectrofotometría de Absorción Atómica realizado en el Laboratorio de Química Agrícola del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (CENTA/MAG).

1.2.3 Método titrimetrico para determinación de aluminio en sal de mesa.

1.2.4 Método Espectrofotometrico para la determinación de Silicio.

1.2.1 Método para Difracción de Rayos X.

Seleccionar una muestra de más o menos 50.0g de sal de las diferentes marcas.

1) Colocar la muestra en un mortero y con la ayuda de un pistilo pulverizarlas hasta obtener un polvo fino.

- 2) Se distribuye el polvo obtenido sobre la masilla de 1.0g de muestra; haciendo uso de un porta muestra se coloca y se agita suavemente para comprobar la fijación de la muestra.
- 3) Luego se lleva y se coloca cuidadosamente en el goniómetro.
- 4) Se fijan los parámetros para el corrido de la muestra.
- 5) En la computadora se llena la carpeta con los datos de cada una de las muestras, al término de 1 hora que es tiempo que el equipo necesita para hacer la lectura de la muestra, se obtienen los resultados.

1.2.2 Espectrofotometría de Absorción Atómica

Preparación de la muestra:

Pesar +/- 1.0 g de la sal de mesa en un frasco volumétrico de 100.0 ml., agregar 15 ml de ácido clorhídrico 1N y diluir a volumen con agua bidestilada, medir 5.0 ml de la solución anterior y colocarla en un frasco volumétrico de 50.0 ml, agregar 10.0 ml de la solución de óxido de lantano al 5% y llevar a volumen con agua bidestilada. Y leer en el equipo de Absorción Atómica (Ver anexo 6).

Calculo teórico:

$$C_{mx} = A_{mx} \cdot FD / \text{peso de muestra}$$

$$\begin{array}{rcl}
 C_{mx} & \longrightarrow & \text{peso de muestra} \\
 X & \longrightarrow & 100.0\text{g de muestra} \\
 X & = & C_{mx} (\%)
 \end{array}$$

Donde:

C mx. Es la concentración de la muestra

A mx. Es la absorbancia de la muestra

FD. Es el factor de dilución de la muestra

1.2.3 Método titrimétrico para la determinación de Aluminio.

Preparación de la Muestra.

Transferir cerca de 25.0 g de muestra a un beaker, adicionar 15.0ml de HCL [], y calentar hasta que la solución es completa, enfriar, transferir a un frasco volumétrico de 500.0ml, diluir con agua bidestilada a volumen y mezclar. Pipetear 20.0ml de la solución anterior en un beaker de 250.0ml, y adicionar, en el orden mencionado y con agitación continua, 25.0ml de Etilendiaminotetraacético di sódico 0.05M (EDTA) VS y 20.0ml de buffer ácido acético – acetato de amonio T.S., se calienta la solución cerca del punto de ebullición por 5 minutos. Enfriar y adicionar 50.0ml de alcohol etílico y 2.0ml de ditizona T.S. titular la solución con sulfato de zinc 0.05M VS hasta un cambio de color de verde – violeta a rosado. Preparar la determinación de un blanco

sustituyendo 20.0ml de agua bidestilada por la muestra, y tomar alguna corrección necesaria. Cada ml de ácido Etilendiaminotetraacético de sodio 0.05M VS consumido es equivalente a 2.549 mg de Al₂O₃.

Cálculo teórico:

$$C_{mx} = (V_B - V_m) \times FC \times FD$$

Donde:

C_{mx} = Concentración de la muestra

V_B = Volumen gastado de ZnSO₄ 0.05M en el blanco

V_m = Volumen gastado de ZnSO₄ 0.05M en la muestra

FC = Factor de corrección del ZnSO₄ 0.05M

FD = Factor de dilución de la muestra

1.2.4 Método Espectrofotométrico para la determinación de Silicio.

1.2.4.1 Principio del Método.

Generalmente el agua natural contiene cantidades de silicio soluble y/o coloidal inferiores al 10 mg / L, concentraciones superiores poseen fuente de agua o particularmente terrenos como por ejemplo de origen volcánico.

Diversos métodos analíticos existen para la determinación de estos compuestos, esencialmente recomendados a la determinación gravimétrica y colorimétrica. En este último caso se da la formación de un complejo molibdico coloreado en amarillo o, mediante la reacción del exceso, de un compuesto eteropoliácido coloreado en azul.

El método colorimétrico basado en la formación del compuesto eteropoliácido coloreado en azul es preferible por la sensibilidad analítica y por que es menos sensible a sustancias interferentes eventualmente presentes en la muestra de agua.

Eso se basa en la reacción del ion silícico con Molibdato de amonio, que forma un complejo amarillo, sucesivamente se revierte a azul de molibdeno, fotométricamente medible.

1.2.4.2 Preparación de la muestra.

Pesar +/- 1.0g de muestra en un beaker de 30.0ml, adicionar agua bidestilada hasta disolución completa de la muestra, transferir a un balón volumétrico de 100.0ml y aforar.

1.2.4.3 Procedimiento

Se filtra cerca de 50.0ml de muestra en papel whatman N° 2 para eliminar la sílice insoluble. A 50.0ml del filtrado se le adicionan en el

orden: 1.0ml de HCL 1:1 (si el pH resultare inferior a 2) y 2.0ml de reactivo molibdico. Se agita y dejar reposar por 5 minutos. Se le adicionan en el orden 1.5ml de ácido oxálico y 2.0ml de solución reductora, se lee la absorbancia a 650Nm en celdas de 1.0 cm. de diámetro con un blanco de agua bidestilada tratada de igual forma que la muestra.

Se prepara una curva siguiendo el mismo procedimiento analítico con 6 diversas alícuotas de solución estándar (ver anexo 8) diluidas a 50.0ml con agua bidestilada.

Calculo teórico:

C_{mx} = concentración de la muestra leída en la curva x FD

C_{mx} —————> peso de muestra

X —————> 100g de muestra

C_{mx} = x (%)

2.0 Recursos Materiales

2.1 Marcas de Sal Refinadas

1. Sal Refinada "A"

2. Sal Refinada "B"

3. Sal Refinada "C"

4. Sal Refinada "D"

5. Sal Refinada "E"

6. Sal Refinada "F"

7. Sal Refinada "G"

2.2 Cristalería

Agitador de vidrio

Balones volumétricos de (2000, 1000, 500,100 y 50 ml).

Beaker de (250,100 y 50 ml)

Buretas de 100 ml

Embudo de vidrio.

Erlenmeyer de 125 ml

Matraz aforado de 200 ml.

Micro buretas de 10 ml

Pipetas volumétricas de (20, 25, 15, 5, 4, y 1ml).

Probetas de (25 y 10 ml)

Vidrio de reloj

Vaso de precipitado de (400, 250, 100 y 50 ml.)

2.3 **Equipos**

Balanza granataria

Balanza analítica.

Computadora

Desecador.

Espectrofotómetro de Emisión de llama.

Espectrofotómetro de absorción atómica.

Espectrofotómetro Ultra violeta – Visible

Hot plate

Lámpara de Multielementos.

Mufla con regulador de temperatura.

Prensa Hidráulica

Sistema de Difracción de Rayos X (generador, tubo de rayos x, goniómetro, sistema de enfriamiento, y otros.)

Software de adquisición de datos

Sistema de Fluorescencia de Rayos X.

2.4 Material

Agitador magnético

Aro metálico

Baño de María.

Crisol de porcelana, platino o cuarzo.

Frasco lavador

Goteros

Magnetos

Mortero y Pistilo

Malla de asbesto

Perillas

Picetas.

Papel filtro cuantitativo de cenizas conocidas.

Trípode

Tapones de hule y corcho

Porta muestra especial

2.5 Solventes

Alcohol etílico p.a.

Metanol

2.6 Reactivos

Ácido Sulfúrico 1: 8

Ácido Clorhídrico 1:1

Ácido Clorhídrico concentrado.

Ácido Perclórico concentrado.

Agua Destilada.

Agua bidestilada

Ácido -1-amino-2-naftol-4-sulfónico

Ácido Clorhídrico 0.25N.

Ácido Oxálico 10%.

Anaranjado de Metilo.

Buffer ácido acético – acetato de amonio TS.

Ditizona TS.

Estándar de trabajo de Cloruro de sodio.

Estándar de trabajo de Carbonato de calcio.

Estándar de trabajo de Silicato de calcio.

Estándar de trabajo de Silicoaluminato de sodio.

Estándar de trabajo de Carbonato de magnesio.

Etilendiaminotetraacético (EDTA) 0.05M

Fosfato dibásico de Amonio.

Gas Nitrógeno

Hidróxido de Amonio 25%.

Hidróxido de Amonio 1:10

Meta bisulfito de sodio

Molibdato de amonio 10%

Mezcla de Aire - acetileno

Goma Pritt

Oxalato de Amonio 1%.

Permanganato de Potasio 0.05N.

Sulfito de sodio anhidro

Sulfato de zinc 0.05M

CAPITULO III

Resultados

Resultado del Análisis por Difracción de Rayos x.

Prueba 1. Difractograma correspondiente al Estándar de cloruro de sodio USP.

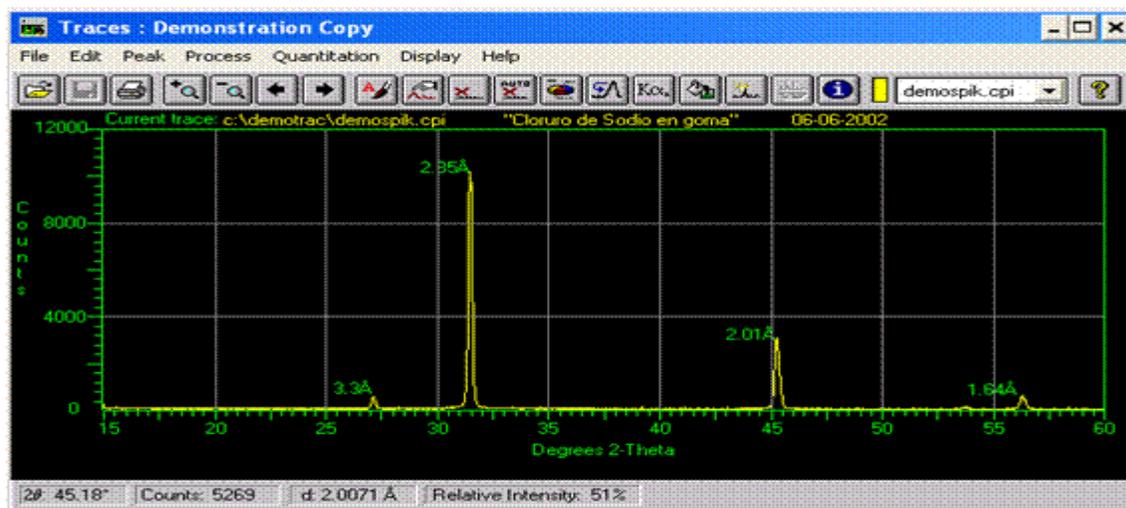


Figura 1. El difractograma que se presenta, nos muestra claramente la serie de picos característicos para el estándar puro; en el espectro se estudian cuatro parámetros los cuales son: Angulo 2θ , el numero de cuentas, el valor de "d", y la intensidad relativa, en la parte inferior de la pantalla aparecen estas parámetros. Durante el barrido el cloruro de sodio absorbe a 3.3Å, 2.85 Å, 2.01 Å, y 1.64 Å, estos valores de "d" se comparan con los de las tablas del INDEX FALEX; para luego realizar un tiraje de muestras en donde se determina si hay o no la presencia de uno de los Antihumectantes en estudio.

Cuadro 1.

Demoqnt 1 Estándar de Cloruro de Sodio en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	27.1198	568	3.288	6	3.26
2	31.4639	10186	2.843	100	2.82
3	45.2685	3105	2.003	30	1.99
4	56.2818	653	1.635	6	1.63

Prueba 2. Difractograma correspondiente al estándar de Carbonato de Calcio USP.

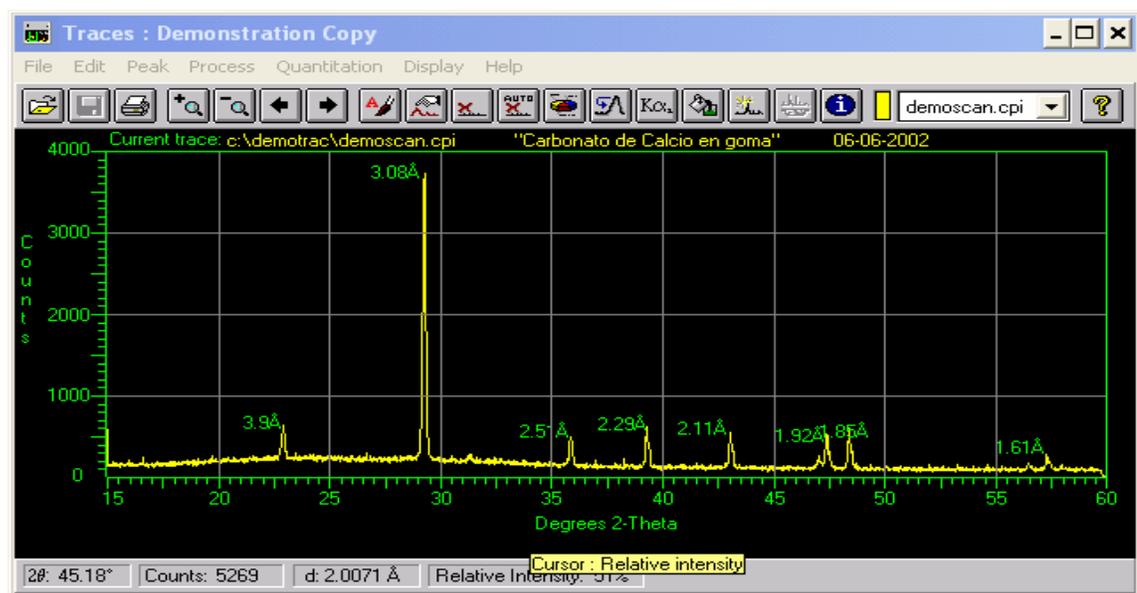


Figura 2. En este caso el Carbonato de calcio presenta un sin número de picos siendo el de mayor intensidad relativa y que será el que aparezca con una mayor resolución en cualquier muestra si es el caso de que la muestra contenga carbonato de calcio como Antihumectante. En el siguiente cuadro tabulamos los valores que serán comparados en posteriores análisis de las muestras.

Cuadro 2.

Demoqnt 2 Carbonato de Calcio en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valores de "d" INDEX FALEX para CaCO ₃
1	22.9032	640	3.883	17	3.57
2	29.2515	3731	3.053	100	3.02
3	35.8429	508	2.505	14	2.53
4	39.269	631	2.294	17	2.28
5	43.0241	553	2.102	15	1.81
6	47.3617	529	1.919	14	1.81
7	48.3634	606	1.882	16	1.81
8	57.271	281	1.609	8	1.81

Prueba 3. Difractograma correspondiente a la muestra de sal de mesa denominada en este caso como "A".

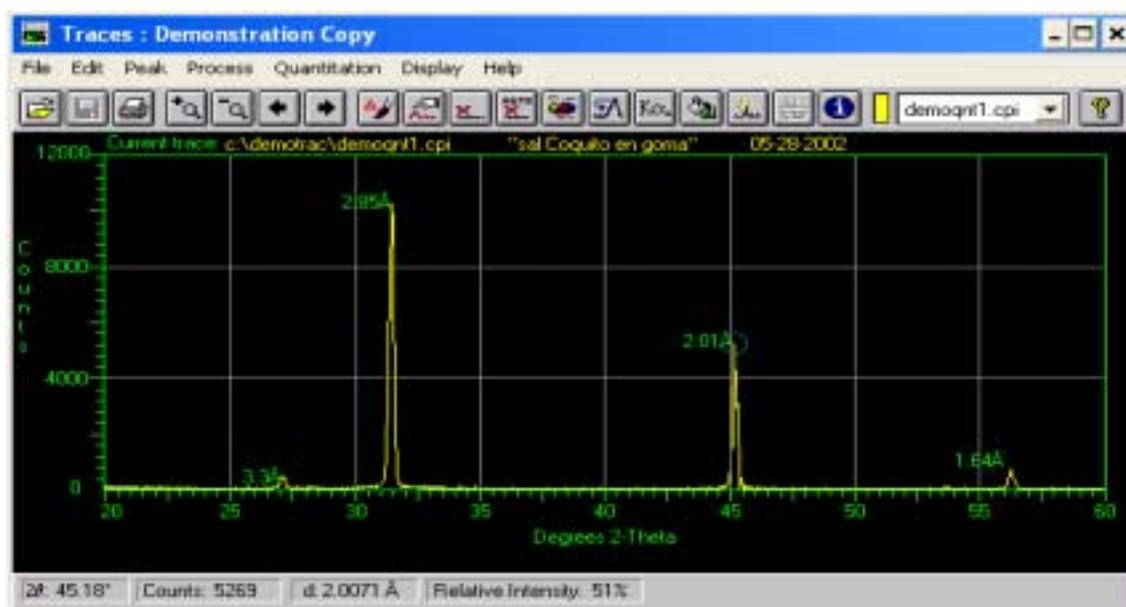


Figura 3. El resultado de la figura anterior, representa que durante el barrido espectral la muestra en análisis no presenta un cambio evidente que nos demuestre que contiene en su composición sustancias Antihumectantes; ya que los picos del espectro son idénticos al estándar de cloruro de sodio. En el cuadro siguiente se tabulan todos sus datos.

Cuadro 3.
Demoqnt 1. Tabulacion Para la muestra "A" en Goma Pret

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	27.1037	491	3.29	5	3.26
2	31.446	10283	2.845	100	2.82
3	45.1734	5269	2.007	51	1.99
4	56.2379	758	1.636	7	1.63

Prueba 4. Difractograma correspondiente a la muestra de sal de mesa denominada "B".

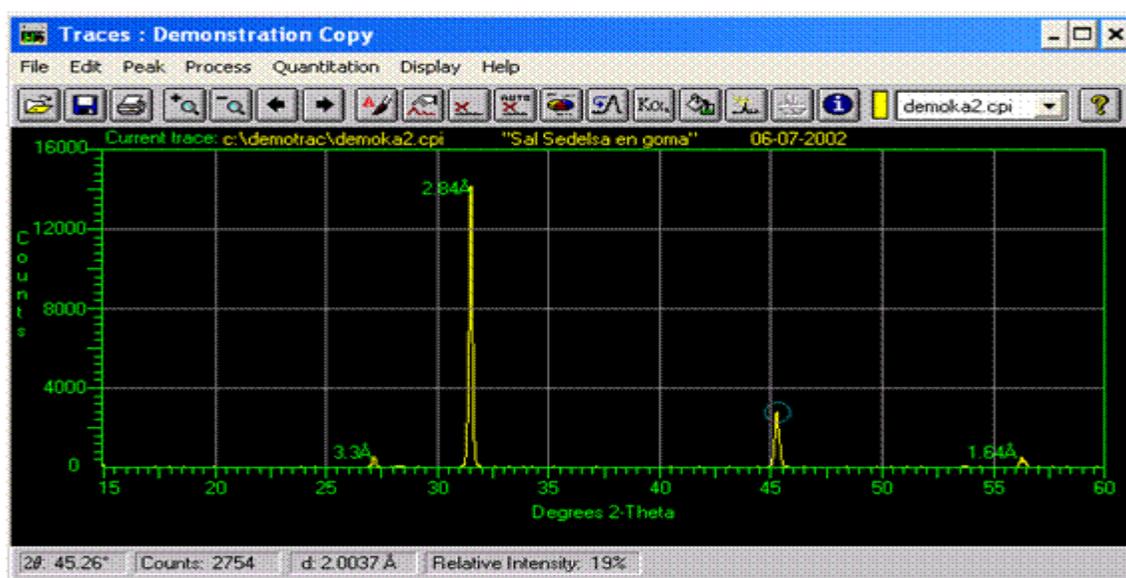


Figura 4. El espectro obtenido de esta muestra no presenta una variación sustancial con respecto a las otras marcas por lo tanto, se obtienen datos con un corrido de cuentas, ángulo, valores de "d", y de intensidad relativa similar. Se puede decir que la concentración de los antihumectantes no es lo suficientemente grande como para ser detectada por el equipo, o como la cantidad del Antihumectante es inferior a la del cloruro de sodio, este enmascara los cristales del Antihumectante presente no permitiéndole que emita una señal espectral durante el barrido.

Cuadro 4.
Demoka 2. Tabulacion Para la muestra "B" en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	27.1422	647	3.285	5	3.26
2	31.4931	14359	2.841	100	2.82
3	45.2556	2851	2.004	20	1.99
4	56.2704	585	1.635	4	1.63

Prueba 5. Difractograma correspondiente a la muestra de sal refinada denominada "c".

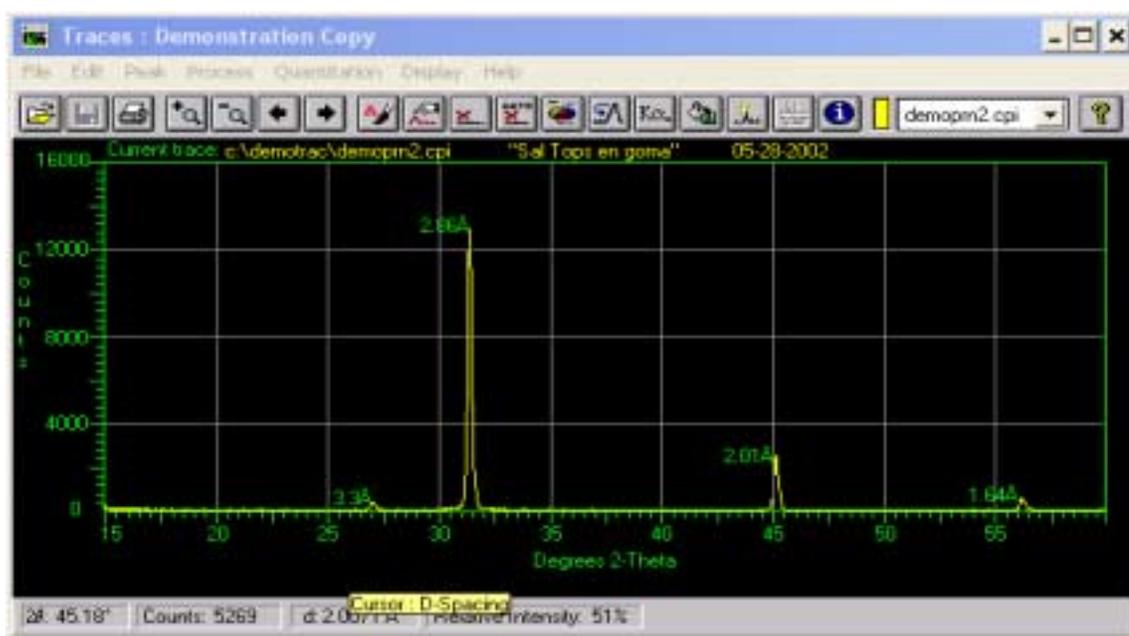


Figura 5. El espectro anterior corresponde a una tercera muestra en análisis y tal como se aprecia en el difractograma obtenido sigue el mismo patrón de las muestras anteriores. En el cuadro siguiente se tabulan los datos de cada pico con todos sus parámetros.

Cuadro 5.

Demoprn 2. Tabulacion para la muestra "C" en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	26.9803	459	3.305	4	3.26
2	31.3492	12928	2.853	100	2.82
3	45.1164	2567	2.01	20	1.99
4	56.1574	620	1.638	5	1.63

Prueba 6. Difractograma correspondiente a la muestra de sal denominada en este caso "D".

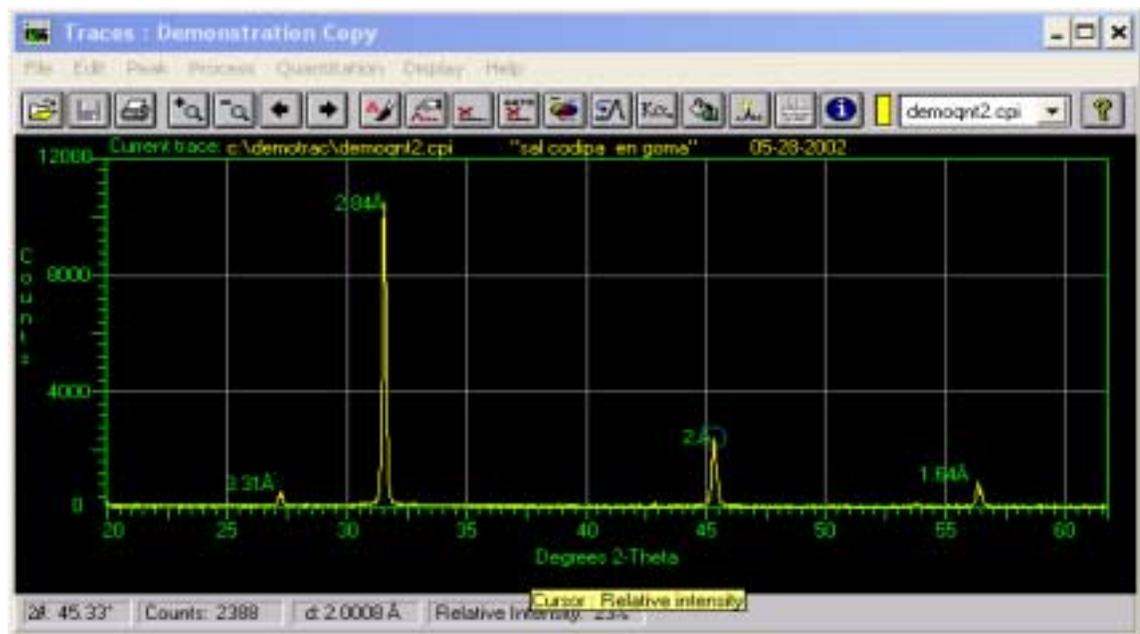


Figura 6. El patrón de difracción de esta muestra, comparado con el patrón de difracción del estándar de cloruro de sodio, para la caracterización de la estructura cristalina. El método nos permite la diferenciación entre sus estructuras cristalinas. Los valores en el esquema anterior de "d" espacio son comparados con las tablas del Index Falex. A continuación se tabulan sus valores.

Cuadro 6.

Demoqnt 2. Tabulacion para la muestra "D" en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	27.228	542	3.275	5	3.26
2	31.5491	10497	2.836	100	2.82
3	45.3109	2388	2.001	23	1.99
4	56.3567	924	1.633	9	1.63
5	56.5004	568	1.629	5	1.63

Prueba 7. Difractograma correspondiente a una muestra de sal denominada "E".

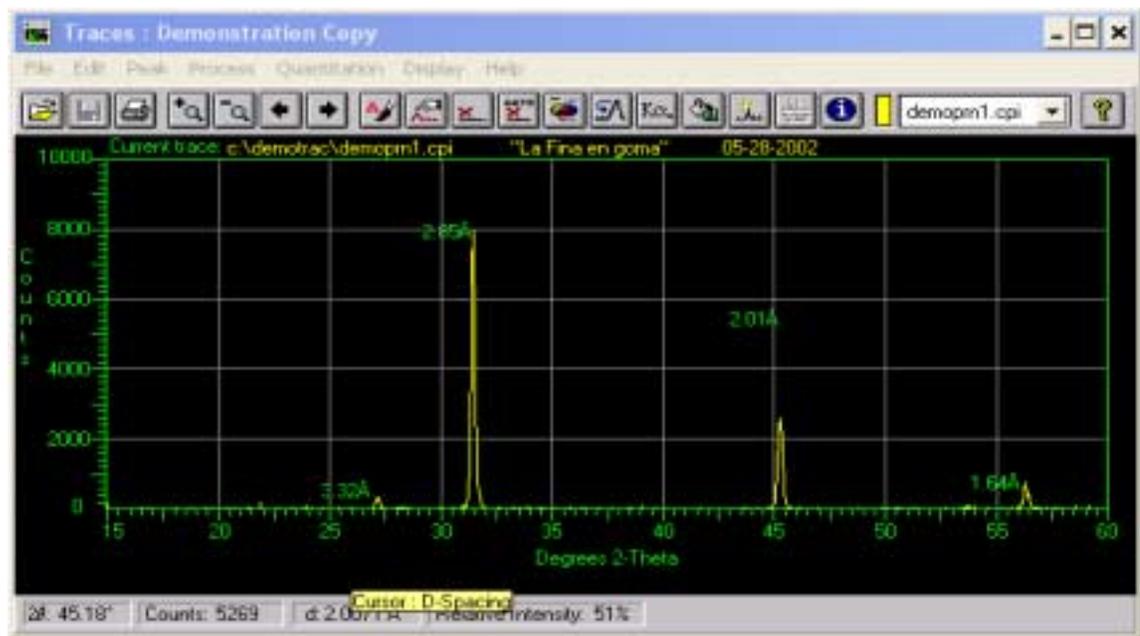


Figura 7. En algunos casos lo que sucede es que la resolución de los picos no son igual de pronunciados como en esta ilustración, que el de 3.3 aparece más pequeño que en otros figuras. Pero eso no deja de ser representativo, esto puede ser efecto de diferentes factores que intervienen en la corrida de la muestra como por eje., el ruido del equipo, y otros.

Cuadro 7.

Demoprn 1. Tabulacion para la muestra "E" en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	27.1542	398	3.284	5	3.26
2	31.4479	8088	2.845	100	2.82
3	45.2634	2669	2.003	33	1.99
4	56.3011	797	1.634	10	1.63

Prueba 8. Difractograma correspondiente a la muestra de sal denominada "F".

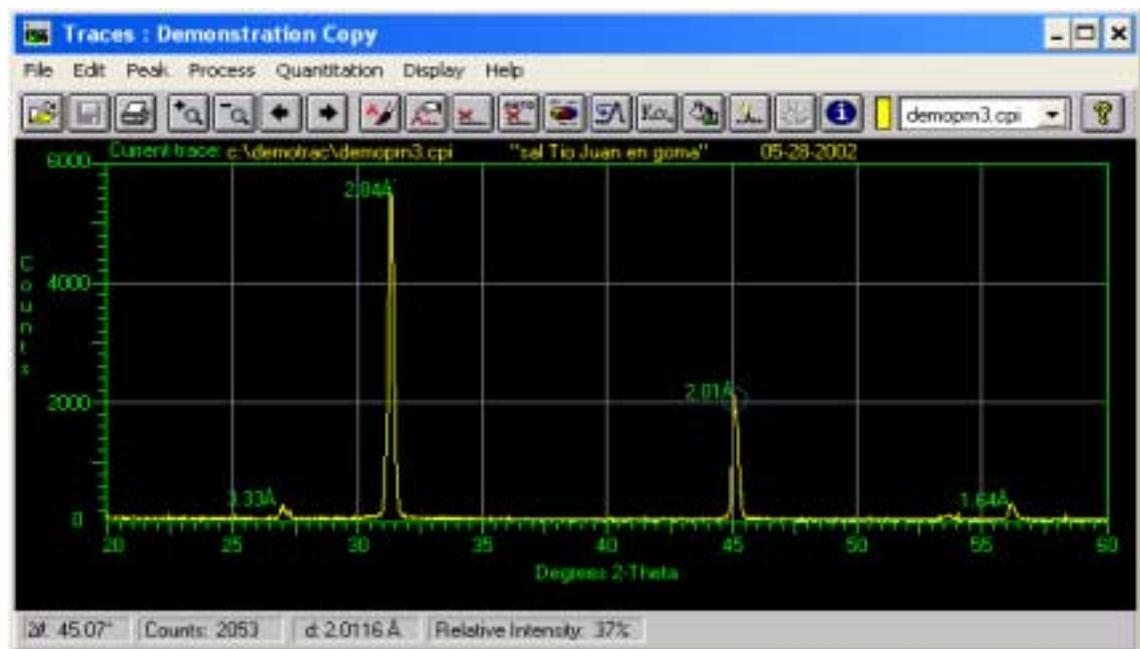


Figura 8. El difractograma anterior, la muestra presenta un envase en el mercado distinto a las otras marcas, siendo este de 200.0g., a pesar de eso no se encuentra una diferencia al espectro siguiendo de esta forma la misma tendencia que los espectros anteriores.

En la parte inferior se presenta un cuadro de sus datos tabulados.

Cuadro 8.

Demoprn 3. Tabulacion para la muestra "F" en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	27.0141	292	3.301	5	3.26
2	27.2596	182	3.271	3	2.82
3	31.3474	5593	2.854	100	1.99
4	45.1117	2115	2.01	38	1.63
5	56.1756	324	1.637	6	1.63

Prueba 9. Difractograma correspondiente a la muestra de sal denominada "G".

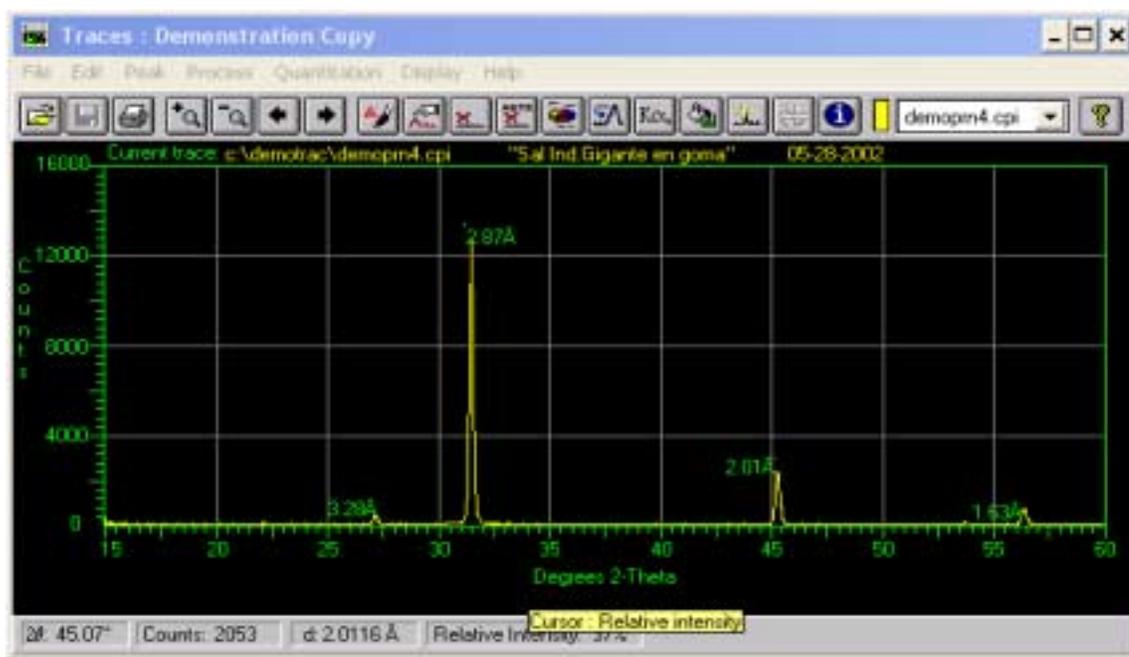


Figura 9. Difractograma cuyos resultados espectrales son iguales al estándar de cloruro de sodio. Su presentación en el mercado para la comercialización es en empaques unitarios de aproximadamente 1.0g.

La tabulacion de los resultados obtenidos se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 9.

Demoprn 4. Tabulacion para la muestra "G" en Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Rel.	Valor de "d" INDEX FALEX para NaCl
1	27.1376	517	3.286	4	3.26
2	31.4728	12809	2.842	100	2.82
3	45.2622	2428	2.003	19	1.99
4	56.3466	785	1.633	6	1.63

Prueba 10. Difractograma obtenido de la muestra de sal denominada "H".

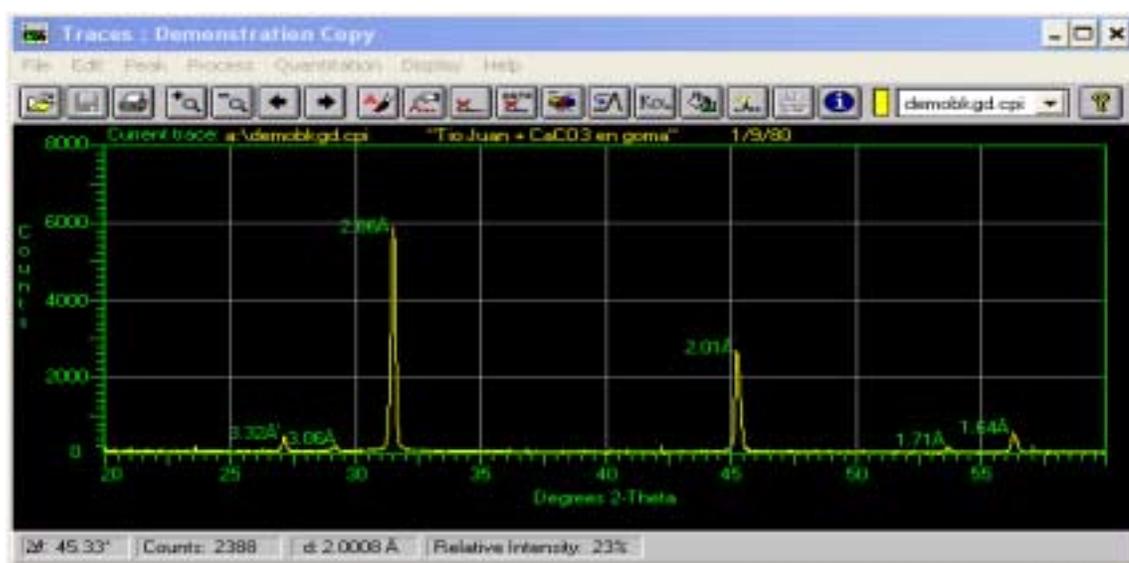


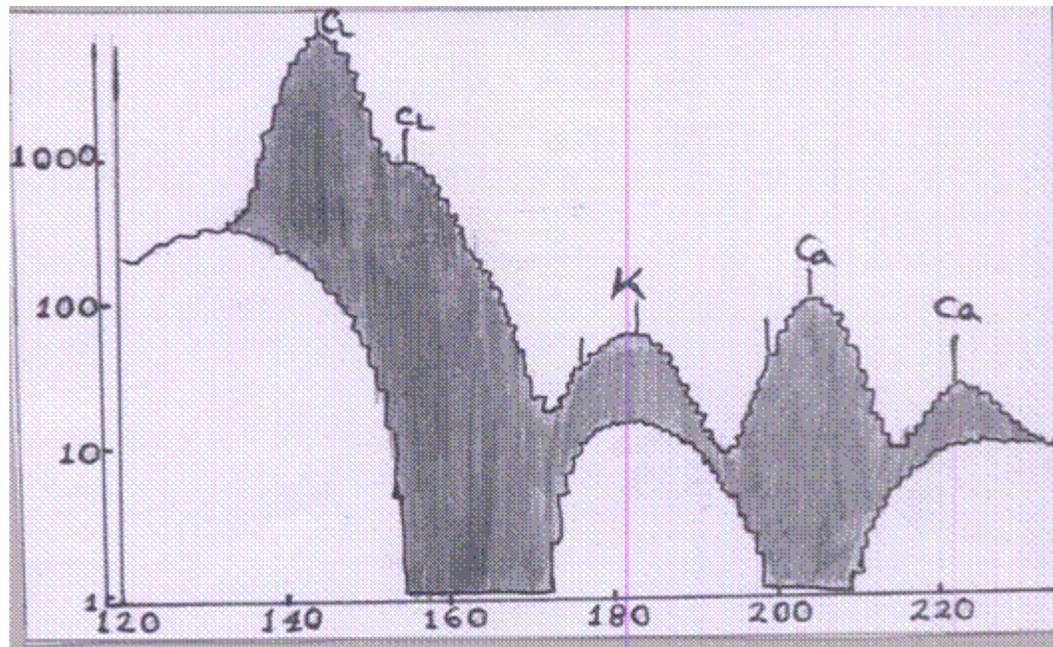
Figura 10. El difractograma anterior corresponde a una combinación de una de las muestras de sal con el estándar de Carbonato de calcio USP. En donde se mezcló el estándar en una concentración del 5.0%, logrando obtener la resolución espectral adicionales de dos picos con una resolución apreciable los cuales son el que aparece a 3.06 y el segundo a 1.71 Å respectivamente.

A continuación se tabulan sus datos encontrados para una completa confrontación.

Cuadro 10.
Demobkgd. Tabulacion para la muestra "F" + Carbonato de calcio en
Goma Pritt

No	Angulo	Cuentas	Espacio de "d"	I. Relativa	Valores de espacios de "d" INDEX FALEX para CaCO ₃
1	27.1394	467	3.286	5	3.26
2	29.164	222	3.062	4	3.02
3	31.4913	5903	2.841	100	2.82
4	45.2373	2662	2.004	51	1.99
5	56.265	589	1.635	7	1.63

Espectro "A". por Fluorescencia de Rayos x.



Análisis de Resultados.

Sample: Sal T ₁ Fe		Matrix: Ao=22587	Weight = 0.406
EL	E (Kev)	INT (c/s)	
Cl	2.622	45.256	
K	3.312	0.83	
Ca	3.690	0.708	

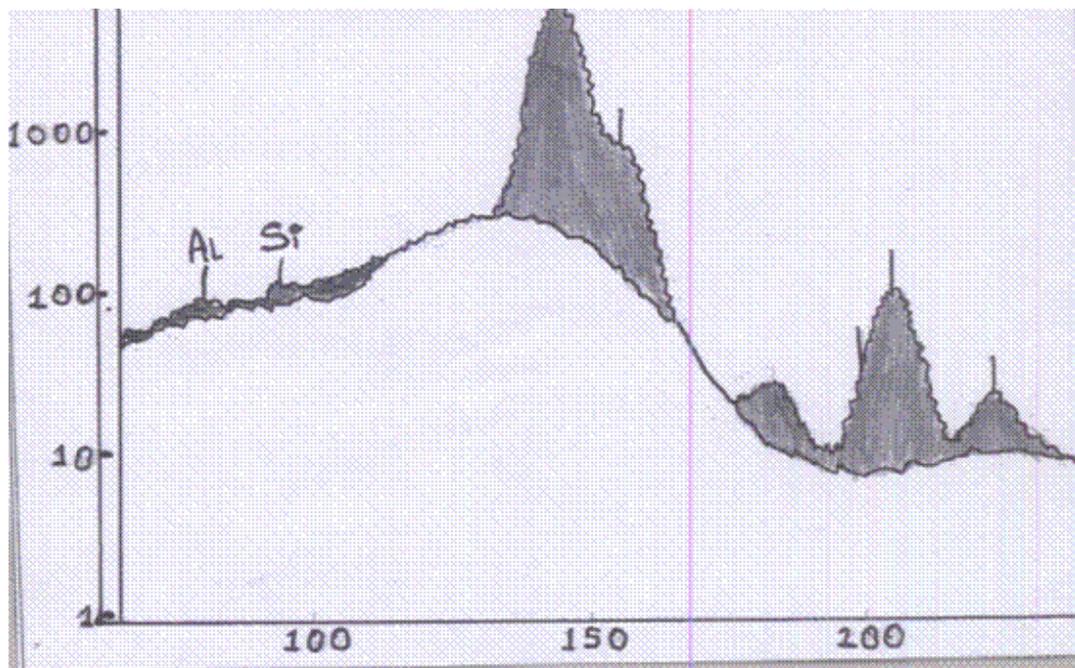
Residual Matrix Characterised by:

Adsorption intercept: $A_0 = 11317$

Adsorption slope $AI = -2.820$

Residual matrix most probably of: INORGANIC ORIGIN and composed of MIXTURE of ALUMOSILICATES and OXIDES of NOT MEASURED LIGHT ELEMENTS!

Espectro "B". por Fluorescencia de Rayos x.



Análisis de Resultados.

Simple: Sal T_4Fe		Matrix: $A_0 = 23800$	Weight = 0.398
EL	E (Kev)	INT (c/s)	
Cl	2.622	42.583	
Al	1.487	0.192	
Si	1.739	0.172	

Residual Matrix Characterised by:

Adsorption intercept: $A_0 = 12979$

Adsorption slope $A_1 = -2.820$

Residual matrix most probably of: INORGANIC ORIGIN and composed of MIXTURE of ALUMOSILICATES and OXIDES of NOT MEASURED LIGHT ELEMENTS!

Resultados obtenidos por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Condiciones de trabajo del equipo de Absorción Atómica.

Nombre del Método: Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Elemento: Magnesio

Descripción del Método: Mg. 0.1, 0.3, 0.5

Técnica: Flama

Calibration Equation: Zero Intersept: Linear

Longitud de onda: 285.2 NM

Slit Width: 0.70

Lámpara Current: 15

Energy: 67

Figura 11. Grafico donde se muestra la calibración de los estándares de Magnesio.

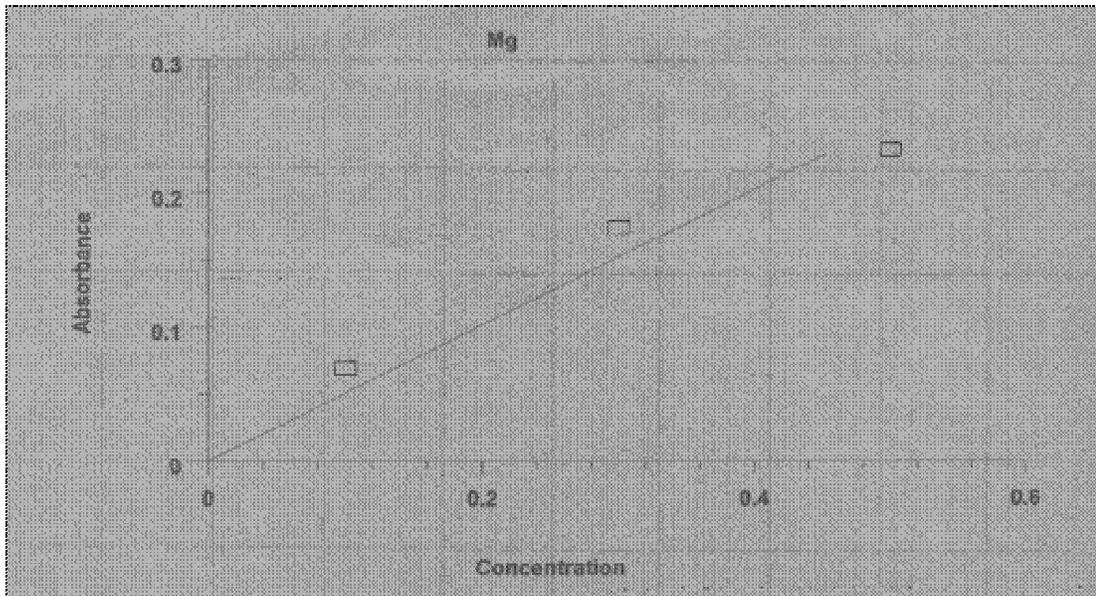
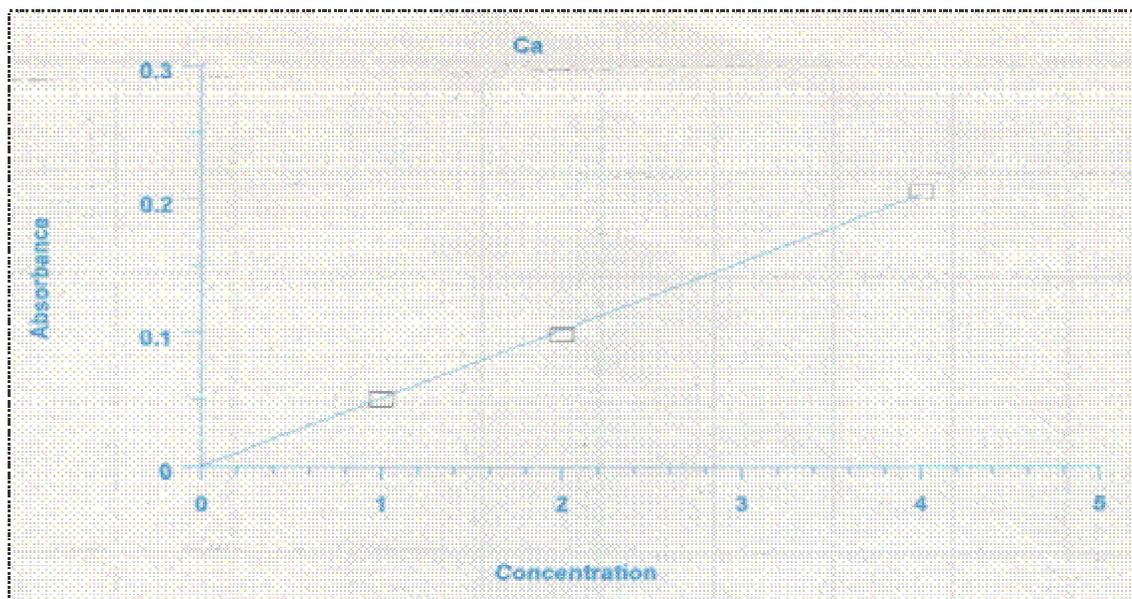


Figura 12. Grafico donde se muestra la calibración de los estándares de Calcio.



Cálculos para la obtención del % de Carbonato de Magnesio.

Esquema de tratamiento de la muestra (ver anexo 6)

Ejemplo: Muestra "G".

Datos:

Lectura de la muestra: 0.465 μ g/ml

Masa Molar: MgCO₃ = 84.317g.

Masa Molar Mg⁺² = 24.31g.

Factor de Dilución = 20000

Peso de muestra = 1.0g.

Solución:

$$1. \quad \underline{0.465\mu\text{g} \times 20000 = 9300\mu\text{g} / \text{ml}}$$

$$2. \quad \underline{9300\mu\text{g} / \text{ml} \times 1.0\text{g} / 1000000\mu\text{g} = 9.3 \times 10^{-3}\text{g} / \text{ml}}$$

$$3. \quad \text{Masa Molar } \underline{\text{Mg}^{+2}} \quad \longrightarrow \quad \text{Masa Molar } \underline{\text{MgCO}_3}$$

$$\underline{24.31\text{g}} \quad \longrightarrow \quad \underline{84.317\text{g}}$$

$$\underline{9.3 \times 10^{-3}\text{g}} \quad \longrightarrow \quad x$$

$$\boxed{x = 0.0322\text{g de MgCO}_3}$$

$$4. \quad \underline{0.0322\text{g MgCO}_3} \quad \longrightarrow \quad \underline{1.0\text{g de muestra}}$$

$$\underline{x} \quad \longrightarrow \quad \underline{100.0\text{g de muestra}}$$

$$\boxed{x = 3.22 \% \text{ de MgCO}_3}$$

Cuadro 11

Resumen de las Muestras Analizadas para el Carbonato de Magnesio.

Muestra	Concentración de Muestra (mg)	F D.	Peso de Muestra	% de MgCO ₃	Norma *	Norma **	Norma ***
A	0.364	20000	1.003 g	2.52%	2%	1%	2%
B	0.337	20000	1.001 g	2.33%	2%	1%	2%
C	0.216	20000	1.002 g	1.44%	2%	1%	2%
D	0.046	20000	1.003 g	0.32%	2%	1%	2%
E	0.058	20000	1.000 g	0.40%	2%	1%	2%
F	0.113	20000	1.001 g	0.78%	2%	1%	2%
G	0.465	20000	1.002 g	3.22%	2%	1%	2%

* Norma Salvadoreña

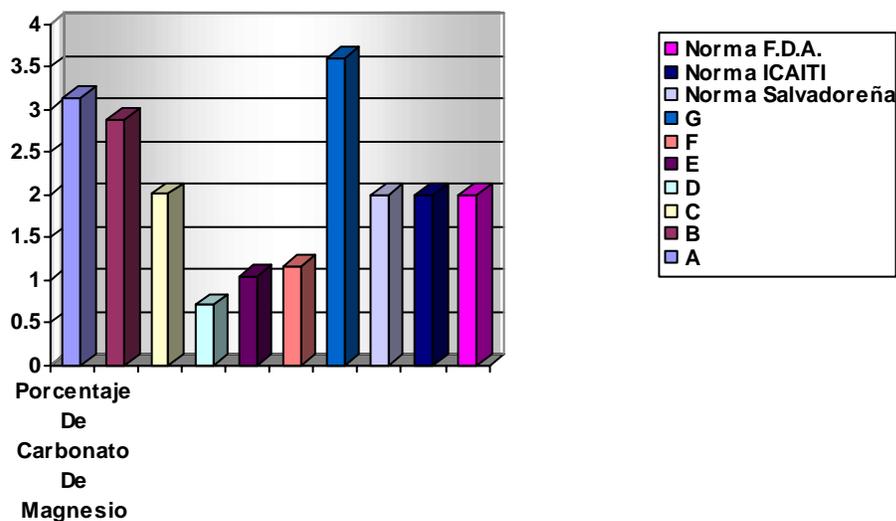
** Norma ICAITI

*** Norma F.D.A.

De acuerdo al cuadro anterior los valores obtenidos para las muestras A, B y G sobrepasan el valor permisible según norma salvadoreña que especifica que la sal de mesa debe de llevar una mezcla de antihumectantes en cantidades menores del 2%; Y las marcas de sal C, D, E, F se encuentran dentro de el valor permisible.

Como puede observarse en el cuadro anterior la norma ICAITI y la norma F.D.A. las marcas de sal A, B y G superan los valores permisibles.

Grafico 1



En cuanto a los resultados observados en el grafico 1 A, B, G superan el valor permisible de la norma Salvadoreña que es del 2%; y las marcas C, D, E, F se encuentran bajo los parámetros permisibles.

Se puede observar que la norma ICAITI y la norma F.D.A. especifica una cantidad no mayor del 1% y 2% respectivamente por lo que las muestras A, B, G no cumplen con las normas internacionales y las marcas C, D, E, F se encuentran bajo los valores permisibles por las normas ICAITI y F.D.A.

Cálculos para la obtención del % de Carbonato de Calcio.

Ejemplo: Muestra "G".

Calculo. Esquema de tratamiento de la muestra (ver anexo 6)

Datos:

Lectura de la muestra: 0.406 μ g

Masa Molar Ca⁺² = 40.08g

Masa Molar CaCO₃ = 100.09g

Factor de Dilución = 2000

Peso de Muestra = 1.0g

Solución

1. 0.406 μ g X 2000 = 812 μ g / ml

2. 812 μ g x 1.0g / 1000000 μ g = 8.12 x 10⁻⁴ g / ml

3. Masa Molar de Ca⁺² \longrightarrow Masa Molar de CaCO₃

40.08g \longrightarrow 100.09g

8.12x10⁻⁴g Ca⁺² \longrightarrow x \equiv %

x = 2.027 x 10⁻³g de CaCO₃

4. 2.027 x 10⁻³g de CaCO₃ \longrightarrow 1.0g de muestra

x \longrightarrow 100.0g de muestra

X = 0.20 % de CaCO₃

Cuadro 12

Resumen de las Muestras Analizadas para el Carbonato de Calcio.

Muestra	Concentración de Muestra	F D.	Peso de Muestra	% de CaCO ₃	Norma *	Norma **	Norma ***
A	0.683	20000	1.002 g	0.36%	2%	1%	2%
B	0.760	20000	1.002 g	0.37%	2%	1%	2%
C	0.440	20000	1.001 g	0.21%	2%	1%	2%
D	0.326	20000	1.001 g	0.38%	2%	1%	2%
E	0.744	20000	1.000 g	0.34%	2%	1%	2%
F	0.429	20000	1.003 g	0.16%	2%	1%	2%
G	0.406	20000	1.003 g	0.20%	2%	1%	2%

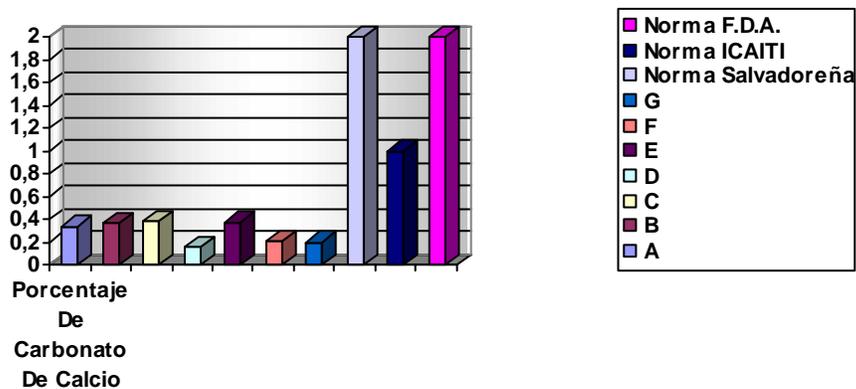
* Norma Salvadoreña

** Norma ICAITI

*** Norma F.D.A.

Las muestras de sal A, B, C, D E, F, G cumplen con la norma Salvadoreña y normas internacionales F.D.A. e ICAITI.

Grafico 2



En el grafico 2 se observa que ninguna de las marcas de sal anteriores superan los valores permisibles según norma Salvadoreña y norma ICAITI y F.D.A.

Cálculos para determinar el % de Silicoaluminato de Sodio por el método Volumétrico.

Ejemplo: Muestra "E" (valoración 1)

Datos: (Tratamiento de la muestra ver anexo 7)

Tara 120.3330g + 25.0g P. de muestra = 145.4330g

Peso real (145.3375g) – P. de muestra + Beaker(14534330g) = 25.0045g

Peso real de muestra = 25.0045g

Vol. de Blanco gast. = 21.4 ml

Vol. de muestra gast. = 21.1 ml

Masa Molar del Al₂O₃ = 102.0g

Masa Molar de Na₂. SiO₂. Al₂O₃ = 208.0g

Factor de Corrección. = 1.26

DATOS:

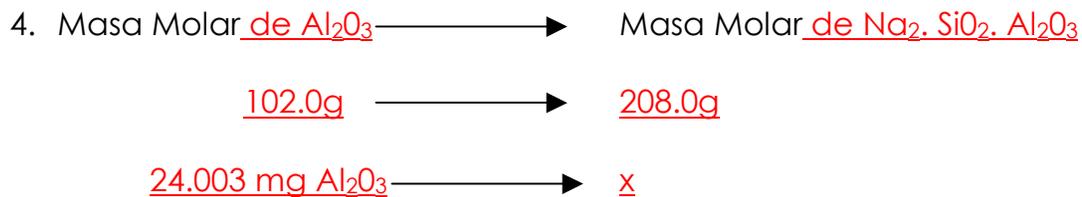
1. (VB – Vm) x Fc. x FD (*volumen real gastado por la muestra*)

2. (21.4 – 21.1) ml x 1.26 x 25.0 = 9.45 ml

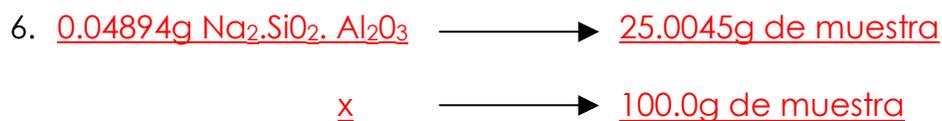
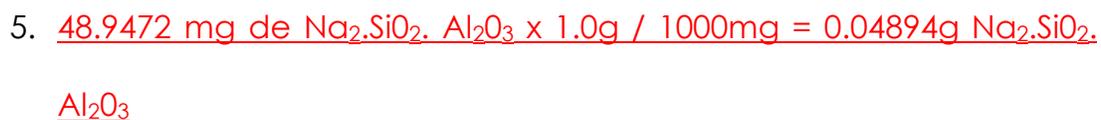
3. 1.0 ml de EDTA 0.05M ≡ 2.54 mg de Al₂O₃

9.45 ml de EDTA → x

x = 24.003 mg de Al₂O₃



$$x = 48.9472 \text{ mg de } \text{Na}_2 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$$



$$x = 0.20 \% \text{ de } \text{Na}_2 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$$

Cuadro 13

Cuadro resumen en la determinación de Silicoaluminato de sodio

Muestra		Peso de muestra	Vol. Real = (Vb - Vm)	Vol. real	F D	% de $\text{Na}_2 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
E	1	25.0045 g	21.4 -21.1 ml	0.3 ml	25.0	0.20%
	2	25.0020 g	21.4-21.0 ml	0.4 ml	25.0	0.26%
	3	25.0130 g	21.4-20.9 ml	0.5 ml	25.0	0.33%
					Promedio	0.26%

Cuadro 14

Resumen de las Muestras Analizadas para el Silicoaluminato de sodio.

Muestra	% de (=)	Norma *	Norma **	Norma ***
A	0.17%	2%	2%	2%
B	0.26%	2%	2%	2%
C	0.15%	2%	2%	2%
D	0.11%	2%	2%	2%
E	0.26%	2%	2%	2%
F	0.17%	2%	2%	2%
G	0.15%	2%	2%	2%

* Norma Salvadoreña

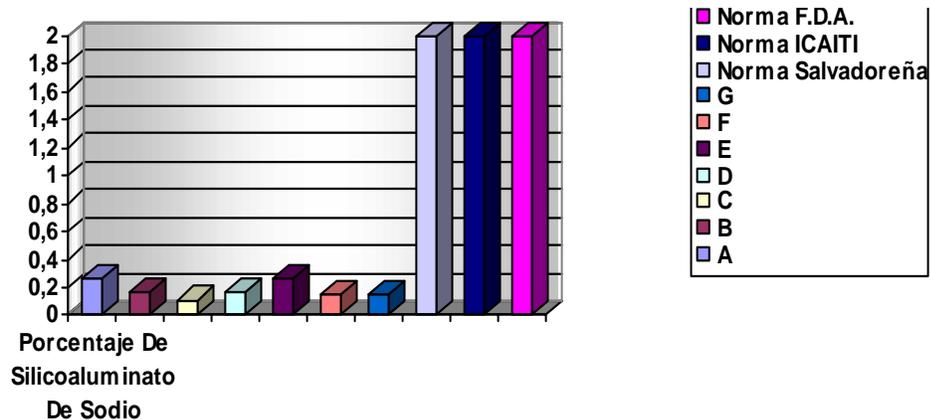
** Norma ICAITI

*** Norma F.D.A.

(=) Silicoaluminato de sodio.

Las muestras de sal A, B, C, D E, F, G cumplen con la norma Salvadoreña y normas internacionales F.D.A. e ICAITI.

Grafico 3



En el grafico 3 se observa que ninguna de las marcas de sal anteriores superan los valores permisibles según norma Salvadoreña y norma ICAITI y F.D.A.

Cálculos para determinar el % de Silicio como Silicato de Calcio por el método Colorimétrico.

Ejemplo 1. Muestra "B" Ensayo 1

Datos.

Tara = 30.8900 + peso de muestra (1.0) = 31.8900g

Pesada real = 31.9430g

Peso real de muestra = 1.053 g.

Lectura de la muestra = 0.129

Intercepto en la grafica. [1.48ppm]

Masa Molar de SiO₂ 60.08g

Masa Molar de CaSiO₃ 116.08g

Solución.

Gramos de SiO₂

$$1. \quad 1.48 \text{ ppm SiO}_2 \times 1.0 \text{ g} / 1000000 \text{ ppm} = 1.48 \times 10^{-6} \text{ g SiO}_2$$

$$1.48 \times 10^{-6} \text{ g de SiO}_2 \times Fd (100) = 1.48 \times 10^{-4} \text{ g SiO}_2$$

$$2. \quad \text{Masa Molar SiO}_2 (60.08 \text{ g}) \longrightarrow \text{Masa Molar CaSiO}_3 (116.08 \text{ g})$$

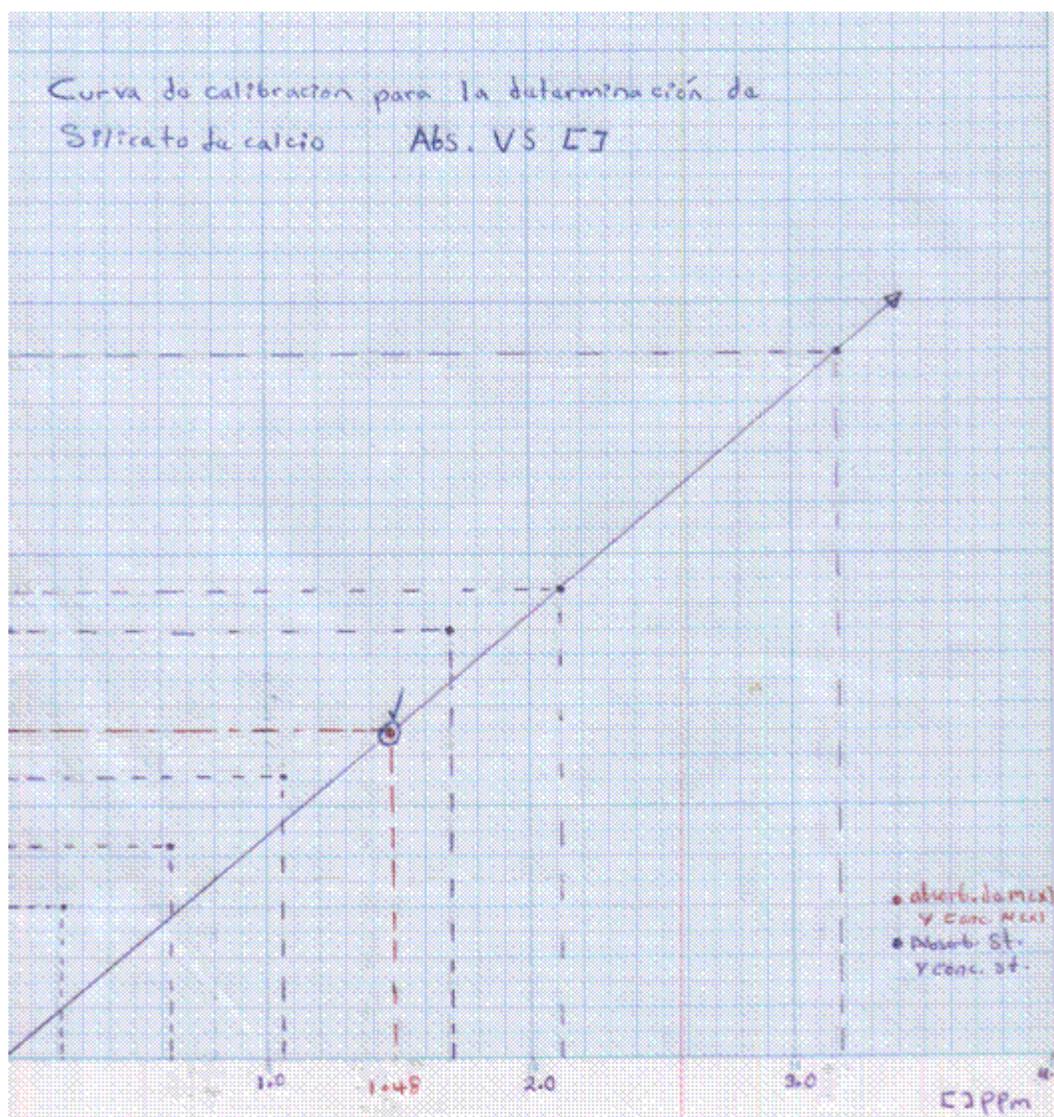
$$1.48 \times 10^{-4} \text{ g SiO}_2 \longrightarrow x$$

$$x = 2.85 \times 10^{-4} \text{ g de CaSiO}_3$$

$$3. \quad 2.85 \times 10^{-4} \text{ g de CaSiO}_3 \longrightarrow 1.053 \text{ g de muestra}$$

$$x \longrightarrow 100.0 \text{ g de muestra}$$

$$x = 0.03\% \text{ de CaSiO}_3$$



Cuadro 15

Resumen de resultados para el Silicato de calcio, método colorimétrico.

Muestra B		Peso de muestra.	Abs.	Intercepto	FD	% de CaSiO ₃
Ensayo	1	1.063 g	0.129	1.48 ppm	100	0.03%
Ensayo	2	1.053 g	0.195	1.96 ppm	100	0.04%
					Promedio	0.03%

Cuadro 16

Resumen de las Muestras Analizadas para el Silicato de calcio.

Muestra	// % de CaSiO ₃	Norma *	Norma **	Norma ***
A	0.03%	2%	2%	2%
B	0.03%	2%	2%	2%
C	0.02%	2%	2%	2%
D	0.03%	2%	2%	2%
E	0.02%	2%	2%	2%
F	0.06%	2%	2%	2%
G	0.03%	2%	2%	2%

// Promedio

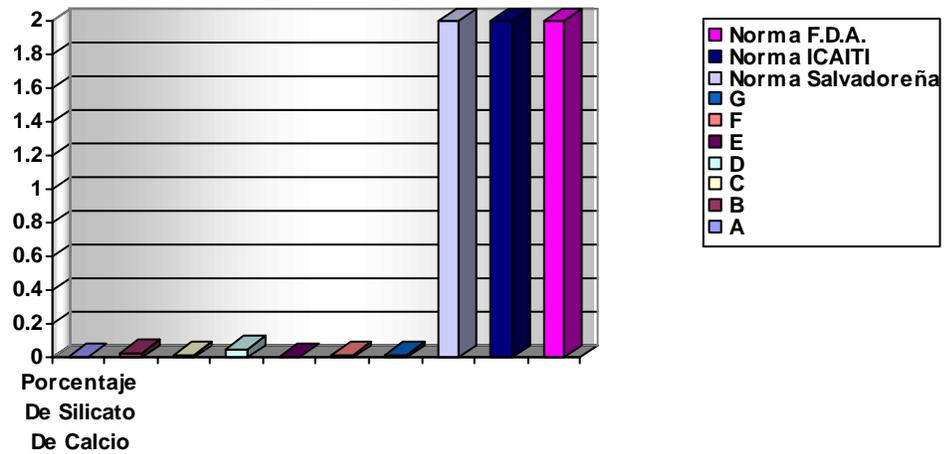
* Norma Salvadoreña

** Norma ICAITI

*** Norma F.D.A.

Las muestras de sal A, B, C, D E, F, G cumplen con la norma Salvadoreña y normas internacionales F.D.A. e ICAITI.

Grafico 4



En el grafico 3 se observa que ninguna de las marcas de sal anteriores superan el valor permisible según norma Salvadoreña y norma ICAITI y F.D.A.

Cuadro 17

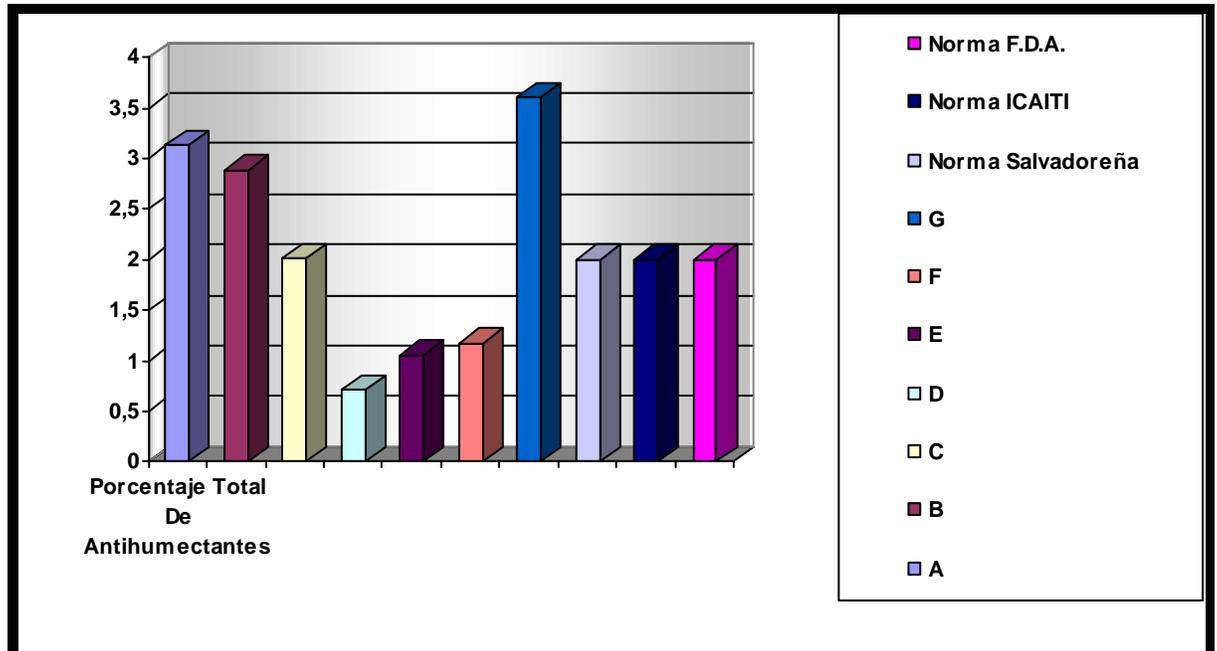
Cuadro resumen de antihumectantes por cada marca.

<u>Marca de Sal</u>	<u>% DE CaCO₃</u>	<u>% DE MgCO₃</u>	<u>% DE CaSiO₃</u>	<u>%DE Na₂.SiO₂.Al₂O₃</u>	<u>Total</u>
A	0.34	2.52	0.02	0.26	3.13%
B	0.36	2.33	0.03	0.17	2.89%
C	0.38	1.50	0.03	0.11	2.01%
D	0.16	0.32	0.06	0.17	0.70%
E	0.37	0.40	0.03	0.26	1.04%
F	0.21	0.78	0.02	0.15	1.16%
G	<u>0.20</u>	<u>3.22</u>	<u>0.03</u>	<u>0.15</u>	<u>3.59%</u>

El cuadro anterior presenta las marcas denominadas: A, B, C, D, E, F y G de las cuales A, B C, y G superan el valor permisible de la norma Salvadoreña y las marcas D, E y F se encuentran en el valor permisible por la norma.

Al comparar los valores obtenidos con la norma Centroamericana (ICAITI) y la norma Norteamericana (F.D.A.) se puede observar que ninguna de las marcas reflejadas en el cuadro cumple con dichas normas por la razón de que estos países utilizan un solo antihumectante por cada marca de sal.

Figura 5



Como se puede observar en el grafico 5 las muestras A, B, C y G superan el valor permisible según la norma Salvadoreña y las muestras y las muestras D, E y F se encuentran bajo el valor permisible según la norma.

En cuanto a la norma (ICAITI) y la norma (F.D.A.) ninguna de las marcas anteriores cumple con las normas.

CAPITULO IV

Discusión

Discusión

Para el análisis de identificación utilizando Difracción de rayos X, se toma en consideración la realización de una serie de pre-ensayos que nos permita establecer un parámetro de lectura óptimo, evitando de esta forma la obtención de espectros con poca nitidez y mala resolución. Los pre-ensayos generaron esta clase de problemas por lo que se fueron corrigiendo de forma gradual en el transcurso del análisis, hasta llegar a la obtención de espectros con una nitidez y resolución óptima en todo el barrido espectral.

En el inicio de los análisis se presentó el inconveniente de que la muestra resultaba difícil de fijar al porta muestra, por lo que fue necesario estudiar la posibilidad de utilizar una sustancia adicional (Goma Pritt) que nos permitiera mantener la superficie de los cristales en forma ordenada. Evitando la obtención de espectros distorsionados en donde no fuera posible su lectura clara de cada uno de los picos.

El ensayo de cuantificación en este caso se hizo solamente para los elementos Calcio y Magnesio por Absorción Atómica.

El empleo de oxido de lantano al 5.0% en la preparación de la muestra corrige las interferencias que puedan ocasionar la formación de complejos de Magnesio y Calcio.

Para realizar el ensayo se lleva acabo una calibración del equipo de Absorción Atómica con el blanco respectivo, seguido de la corrida de tres estándares de concentraciones 0.1, 0.3, 0.5 respectivamente.

Para la determinación de silicoaluminatos se llevo a cabo en un principio por Fluorescencia de rayos X.

Los análisis quedaron incompletos llevándolos solamente hasta su identificación por problemas técnicos, pero es importante mencionar algunos aspectos generales sobre el método.

Para la preparación de la muestra: se peso aproximadamente dos gramos de sal por cada marca y se coloco en una estufa a 105 grados centígrados por una hora, y luego se coloco en una desecador por una hora después se peso aproximadamente un gramo de cada marca de sal y se formaron en una prensa hidráulica los briquetes (tabletas) los cuales fueron colocados en el desecador por una hora, luego se realizo el análisis en el aparato de fluorescencia de rayos X.

Lamentablemente los problemas técnicos no permitieron el desarrollo de esta técnica y fue necesario utilizar un método alternativo, de esta forma se sustituye por el método titrimétrico.

El método titrimétrico tiene una amplia aplicación en el estudio de muestras cristalográficas. Durante el ensayo se llevaron a cabo valoraciones por triplicado para cada marca; estos valores son promediados para la obtención de un porcentaje representativo de cada muestra (ver cuadro 13).

Tomar en cuenta que para la preparación de la muestra se utilizan ácidos fuertes en donde el manejo de estos debe hacerse con precaución, debido a que la muestra con el ácido para su disolución debe calentarse; generando el calentamiento salpicaduras del ácido en la piel.

La detección del punto final de las valoraciones puede ocasionar una alteración de la concentración del analito en estudio.

En la cuantificación de Silicato de calcio se emplea agua bidestilada. La cristalería empleada en el análisis fue de vidrio, la cual según especifica

el método debe de ser de plástico para evitar que haya un desprendimiento de borosilicatos de las paredes del material de vidrio. Las celdas utilizadas para las lecturas en el equipo son limpiadas con papel toalla para no tener una contaminación de la muestra.

El método hace la especificación de que deben limpiarse con alcohol etílico o acetona, pero estos solventes ocasionan ralladuras en las paredes de la celda.

Para determinar la presencia del silicio se realizo por medio de la absorción de un complejo de transferencia de carga el cual reacciona con el silicio y forma un complejo color amarillo que sucesivamente se revierte a color azul.

En ocasiones el equipo presento variaciones en las lecturas por tener variación de voltaje, lo que ocasiona que el analista debe realizar previos ensayos, que garanticen que los resultados no serán afectados por este tipo de inconvenientes y a la vez sean reflejados en las lecturas de absorbancia obtenidas.

Las concentraciones de antihumectantes obtenidas en las diferentes marcas son considerablemente bajas. (Ver cuadro 14).

CAPITULO V

Conclusiones

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos puede comprobarse que se lograron los objetivos planteados, realizándose todos los métodos de análisis propuestos:

- En el inicio de la identificación por el método de difracción de rayos X las diferentes marcas de sal denominadas A, B, C, D, E, F y G presentan difractogramas con una mala resolución por tanto fue necesario agregar una sustancia aglutinante (Goma Pritt) que permite formar una superficie plana y uniforme de las muestras en todo el barrido espectral.
- En la identificación de las muestras de sal A, B, C, D, E, F y G por el método de difracción de rayos X se determino en los diferentes difractogramas el valor de ángulo 2θ , número de cuentas, espacios de "d", e intensidad relativa correspondientes a los picos del cloruro de sodio y para observar los valores de los antihumectantes (Silicoaluminato de Sodio, Silicato de Calcio, Carbonato de Magnesio y Carbonato de Calcio) se elevo la concentración de la muestra al 5% denominada "F" y se mezcló con el estándar de carbonato de Calcio y se le denominó muestra "H" se observaron los picos

adicionales que aparecen a 3.06 y 1.71 °A respectivamente los cuales corresponden al carbonato de Calcio.

- Por el método de Fluorescencia de Rayos X se identificó la presencia de aluminio y silicio en la muestra denominada "A" y Calcio en la muestra "B" determinándose los siguientes valores de intensidad: Para aluminio (0.192) y silicio (0.172) y a la muestra denominada "B" se encontró para Calcio (0.602), los cuales corresponden a las líneas características de intensidad emitidas.
- Los valores de los espacios de "d" de los diferentes difractogramas identificados por el método de Difracción de Rayos X de las marcas de sal denominadas A, B, C, D, E, F, G y la muestra denominada "H" (Es la mezcla de la muestra "F" + el estándar del carbonato de Calcio) se compararon con los valores de la tabla del INDEX FALEX y de esta forma se demostró con certeza que el valor obtenido corresponde al valor de espacio de "d" de las sustancias analizadas.
- Que en la identificación de aluminio, silicio y Calcio por el método de Fluorescencia de Rayos X, quedaron incompletos los resultados.
- Los resultados obtenidos para las marcas de sal denominadas B (2.90%), C (2.01%), A (2.14%) y G (3.60%), sobrepasan los parámetros permisibles según norma Salvadoreña la cual especifica que la sal de mesa podrá contener como máximo el 2% del total de

antihumectantes agregados. Y las muestras denominadas E (1.05%), F (1.17%) y D (0.71%) se encuentran bajo los niveles permitidos de la norma.

En cuanto a la norma Centroamericana (ICAITI) la cual especifica que la sal de mesa deberá contener una sustancia antihumectante ya sea Carbonato de magnesio, Carbonato de Calcio en cantidad no mayor del 1% y Silicoaluminato de sodio, Silicato de Calcio en cantidad no mayor del 2%, y la norma Norteamericana (F.D.A.) que dice en su especificación que la sal de mesa deberá llevar un solo antihumectante en cantidad no mayor del 2%. Ninguna de las marcas analizadas anteriormente cumple con las normas porque cada muestra contiene una mezcla de antihumectantes (Silicoaluminato de sodio, Carbonato de magnesio, Carbonato de Calcio y Silicato de Calcio).

- Se enviarán por duplicado al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (a todo el personal asociado con el registro de Análisis Bromatológico del Departamento de Saneamiento Ambiental) dos ejemplares los cuales detallan y dan a conocer toda la información necesaria para la realización de los análisis de identificación y cuantificación de los antihumectantes.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Recomendaciones.

En base al estudio realizado y de acuerdo a las conclusiones es recomendable:

- Que se utilice la sustancia aglutinante (Goma Pritt) en la preparación de la muestra porque ordena la superficie de los cristales y los mantiene uniformes durante todo el barrido espectral y de la cual se tiene la completa seguridad que no emite radiaciones que puedan interferir en los resultados para la identificación de las diferentes muestras analizadas por el método de Difracción de Rayos X se comparen los valores de espacio de "d" obtenidos en los diferentes difractogramas con el valor correspondiente de espacios de "d" de la tabla INDEX FALEX.
- Que en la identificación de aluminio, silicio y calcio por el método de Fluorescencia de Rayos X sea completado en estudios posteriores.
- Se recomienda que se retome las especificaciones reguladas por la norma Centroamericana (ICAITI) y la norma Norteamericana (F.D.A.) las cuales utilizan solamente un antihumectante por cada marca y no

la mezcla de ellos (Silicoaluminato de sodio, Carbonato de magnesio, Carbonato de calcio y Silicato de calcio) como lo especifica la norma Salvadoreña ya que dichos antihumectantes causan daño al consumidor.

- Es recomendable que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social realice los análisis de identificación y cuantificación de los antihumectantes y exija a los miembros de asociación de salineras de el Salvador (ASALES), productores y empacadoras de sal en el país que cumplan con los parámetros exigidos por la norma Salvadoreña (tomando en consideración la modificación que se sugiere en la que se menciona que la sal debe llevar un solo Antihumectante por cada marca).

Bibliografía.

Libros

1. G. F, Liptrot, 1980. Química Inorgánica Moderna, Editorial Continental S. A. México D. F. 2ª edición.
2. Gidalberto Bonilla, 1986, Estadística Inferencial, Tomo I, Editorial U.C.A., El Salvador.
3. Hand Book and Physic Chemical Constant, 1983. 6ª edic,
U. S. A.
4. H. WILLARD, Hobart, LMRRITT, Jr. Lynne, Métodos Instrumentales de Análisis, 1988. grupo editorial Iberoamericana, México.
5. H. BROWN, Glenn, M. SALLEE, Eugene, 1967. Química Cuantitativa, Revertesa, México.
6. MASTERTON, Stanitski, Slowimski. 1989, Química General Superior, 6ª edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana de México S. A. de S. V.
7. Michele Woodley y Alison Whelan, 1988, Manual de Terapéutica Medica, Editorial SALVAT, St. Louis, Missouri U.S.A., 8ª Edición.

8. O'CONNOR, Rod, Química de O'conor, 1976. editorial Harla S. A. de C. V. México D. F.
9. REMINGTON, Farmacia practica, 1965. 17ª edición Unión tipográfica, editorial Hispanoamericana, México, Pág. 866 - 869.
10. SKOOG, Douglas, M. WEST, Donald, 1989. Química Analítica, editorial Mcgraw-Hill. Interamericana de México S. A. de C. V. Cáp. 10, 15 y 16.
11. USP XIX United State Pharmacopeial, Inc. Board of Trustees, 1990. Washington, EEUU.

Tesis

12. MONTOYA ALFARO, Stalin Adolfo, ALAS AMAYA, Jorge Luis. 1993, "Uso del método de Fluorescencia de rayos X en la determinación cuantitativa de los elementos P, K, Mn, Fe, Cu, y Zn en los suelos de la estación experimental y de practicas, San Luis Talpa, la Paz". El Salvador: Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador.
13. MONTENEGRO A. Reynaldo, 1992, Reorganización y Proyección del Laboratorio de Alimentos Centa/ MAG. Universidad de El Salvador, El Salvador.

14. VÁSQUEZ, Azucena, QUINTANILLA, Carlos Orlando, 2001, "Cristalografía y análisis de aceros utilizando difracción de rayos X". El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura Universidad de El Salvador.

Publicaciones

15. Instituto Centroamericano de Investigación Industrial, Guatemala C.A. (NORMA 34026 H7).
16. MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, 1994, "Recopilación de documentos legales y técnicos administrativos del programa de control de desordenes por deficiencia de yodo" El Salvador.
17. MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, Madrid 1985, Dirección general de control y análisis de la calidad, Ministerio de sanidad y consumo.

Correos Electrónicos

18. <http://www.geocities.com>
19. <http://www.medline.com>
20. [HTTP://www.tomescps.com/assm.asp? HS 705.](HTTP://www.tomescps.com/assm.asp? HS 705)
21. <http://www.phillipcampa@hotmai.com>
22. <http://MargaretPrzeck@hotmai.com>
23. <http://www.hazardousSubstancesDataBank.com>

ANEXOS

ANEXO 1
Equipo de Difracción de Rayos "X"



ANEXO 2
Equipo de Fluorescencia de Rayos "X"



ANEXO 3
Sistema contenedor de la muestra y gas nitrógeno en Fluorescencia de Rayos "X"



ANEXO 4
Equipo de Absorción Atómica



ANEXO 5
Equipo de Espectroscopia Ultravioleta y Visible



ANEXO 6

ESQUEMAS DE DILUCIÓN SEGUIDO EN EL LABORATORIO.CALCULO PARA CARBONATO DE CALCIO:

Si para 100.0g de sal → Tenemos 2.0g de Antihumectante.

En 1.0g de sal → X g de Antihumectante

X ≡ 0.02g de Antihumectante.

Entonces si tenemos:

Masa Molar CaCO₃ → Masa Molar Ca

100.09g. → 40.08g.

En 0.02g. de Antihum. → X g. como Ca.

X ≡ 0.008g. de Ca.

ESQUEMA DE DILUCION.

Pesar 1.0 g. de sal ≈ 8.0 mg de Antihum. → 100.0 ml con H₂O bidest.

5.0ml → 100.0ml

FD = 100.0 x 100.0 / 5 = 2000.0

CALCULOS PARA EL CARBONATO DE MAGNESIO.

Tenemos que: El Masa Molar MgCO₃ → Masa Molar Mg.

84.317g. → 24.31g.

En 0.02g. de Antihum. → X g. de Mg.

X ≡ 0.0057142g. de Mg.

ESQUEMA DE DILUCION.

Pesar 1.0g de sal \approx 5.7142mg de Mg. \rightarrow 100.0ml. H₂O bidest.

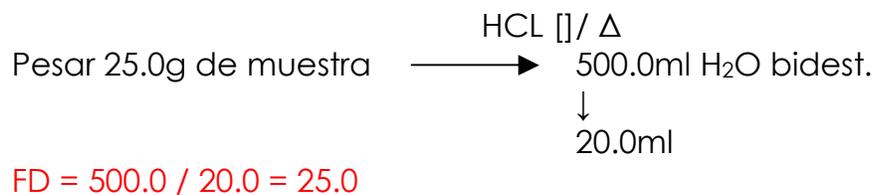
↓
6.0ml. \rightarrow 100.0ml H₂O bidest.

↓
5.0ml. \rightarrow 50.0ml
H₂O bidest.

$$\underline{FD = 100.0 \times 100.0 \times 50.0 / 5.0 \times 5.0 = 20000.0}$$

Anexo 7

ESQUEMA DE DILUCION PARA LA MUESTRA EN LA DETERMINACION DE ALUMINIO.



ANEXO 8

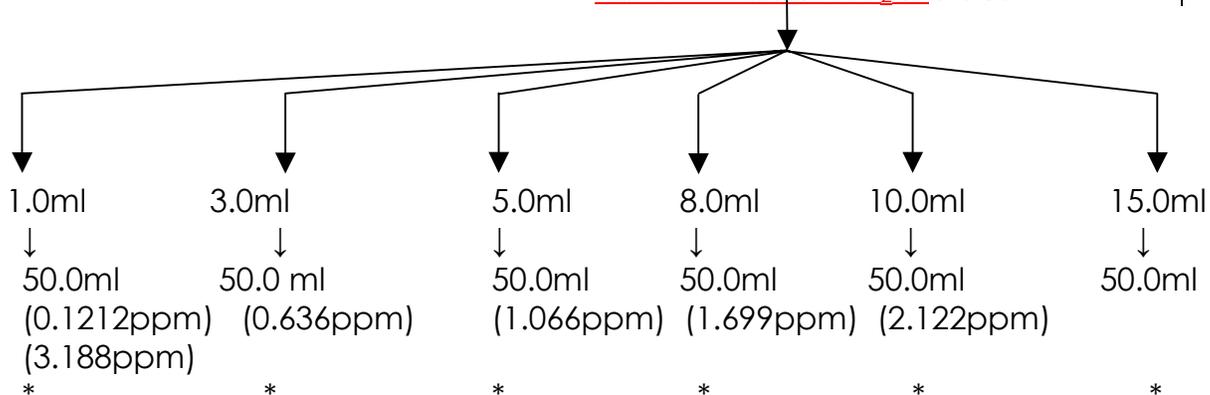
ESQUEMA DE DILUCION PARA LA MUESTRA.

1.0g de muestra \longrightarrow 100.0ml H₂O bidest.

CURVA DE DILUCION PARA EL ESTANDAR.

Pesar 2.366g de Na₂SiO₃ · 9H₂O \longrightarrow 500.0ml H₂O bidest.

1.0ml \rightarrow 100.0ml H₂O bidest.



* Diluyente = Agua Bidestilada.

Anexo 9

Zonas a muestrear en el área metropolitana de San salvador.

Zona 1:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1- Despensa de don Juan | (sucursal plaza Soyapango) |
| 2- “ “ | (sucursal Unicentro) |
| 3- “ “ | (sucursal San Bartolo) |
| 4- Supermercados selectos | (sucursal Soyapango) |
| 5- “ “ | (sucursal Los Ángeles) |
| 6- “ “ | (sucursal Unicentro) |
| 7- Hiper Paiz | (sucursal Soyapango) |
| 8- Despensa de don Juan | (sucursal San Jacinto) |

Zona 2:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1- Despensa de don Juan | (sucursal centro) |
| 2- “ “ | (sucursal Darío) |
| 3- “ “ | (sucursal Victoria) |
| 4- “ “ | (sucursal La Libertad) |
| 5- Supermercados selectos | (sucursal Arce) |
| 6- “ “ | (sucursal España) |

7-	“	“	(sucursal Morazán)
8-	“	“	(sucursal centro)
9-	Supermercados selectos		(sucursal ANTEL)
10-	“	“	(sucursal Libertad)
11-	“	“	(sucursal San José)
12-	Supermercados Europa		(sucursal centro)
Zona 3:			
1-	Despensa de don Juan		(sucursal Las Terrazas)
2-	Supermercados selectos		(sucursal San Miguelito)
3-	“	“	(sucursal 25 Av. Nte)
4-	“	“	(sucursal de Todo)
Zona 4:			
1-	Supermercados selectos		(sucursal mejicanos)
2-	“	“	(sucursal Metrópoli)
3-	“	“	(sucursal Zacamil)
4-	“	“	(sucursal de Todo)
Zona 5:			
1-	Despensa de don Juan		(sucursal San Benito)

2- Despensa de don Juan	(sucursal Escalón norte)
3- Supermercados selectos	(sucursal zona Rosa)
4- “ “	(sucursal Beethoven)
5- “ “	(sucursal Gigante)
6- “ “	(sucursal Caribe)
7- “ “	(sucursal Santa Emilia)
8- “ “	(sucursal Escalón)
9- “ “	(sucursal Feria Rosa)
10- “ “	(sucursal Los Santos)
11- “ “	(sucursal autopista Sur)
12- “ “	(sucursal Olímpica)
13- “ “	(sucursal Masferrer)
14- “ “	(sucursal la Sultana)
15- Supermercados Europa	(sucursal Beethoven)
Zona 6:	
1- Supermercados Europa	(sucursal Bernal)
2- Supermercados selectos	(sucursal Miralvalle)
3- “ “	(sucursal Metrocentro)

- 4- “ “ (sucursal Metrosur)
- 5- Supermercados selectos (sucursal San Luis)
- 6- “ “ (sucursal de Todo)
- 7- Price Smart.

GLOSARIO

Alimento: Es todo producto natural o artificial elaborado o sin elaborar que ingerido aporta al organismo materiales sin energía para el desarrollo de los procesos biológicos del hombre.

Aditivo: Es aquella sustancia que es agregada a un alimento ya sea nutritiva o no.

Antihumectante: Sustancia que es agregada a un alimento con el objeto de evitar su humedad.

Concentración: Se refiere a las cantidades relativas de Solute y disolvente en una disolución se puede expresar de muchas formas como tanto por ciento en masa de Solute, o fracción molar, pero con más frecuencia como molaridad.

Espectro de Absorción: Grafica que representa la absorción de la radiación por una sustancia en un intervalo de longitudes de onda.

Estado Excitado: estado electrónico de mayor energía que la del estado fundamental.

Higroscópico: capacidad que tiene una sustancia para absorber la humedad.

Estado Fundamental: Estado energético mas bajo permitido de un átomo, ion o molécula.

Rayos X: Rayos de luz que tienen una longitud de onda desde .01 hasta 1.0 nm.

Sal: Compuesto iónico sólido Ej. Cloruro de sodio.

Kv: Kilovoltios.

Ma: Miliamperios.