

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**"ESTIMACIÓN DE NIVELES DE PLOMO EN SAL COMÚN
(CLORURO SÓDICO) PARA CONSUMO HUMANO
QUE SE DISTRIBUYE EN GUATEMALA"**



PRESENTADO POR:

JULIO CÉSAR PORTILLO DONADO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE

QUÍMICO FARMACÉUTICO.

**PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

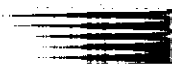
GUATEMALA NOVIEMBRE DE 1997.

06.
T(1203)
C.4

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA.**

<i>DECANO</i>	<i>LIC. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR</i>
<i>SECRETARIO</i>	<i>LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA</i>
<i>VOCAL I</i>	<i>LIC. MIGUEL ANGEL HERRERA GALVEZ</i>
<i>VOCAL II</i>	<i>LIC. GERARDO LEONEL ARROYO CATALAN</i>
<i>VOCAL III</i>	<i>LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE</i>
<i>VOCAL IV</i>	<i>BR. HERBERT RAUL AREVALO ALVARADO</i>
<i>VOCAL V</i>	<i>BR. MANOLA ANLEU FORTUNY</i>

PROCESO 1

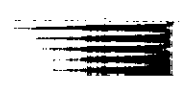


AGRADECIMIENTOS :

- * *A Dios, en su personalidad trinitaria, sin quien nada sería posible.*
- * *A mis padres : Juan Edelberto Portillo D. y Clara Luz Donado de Portillo, a quienes debo la vida y el integral apoyo para optar a este título.*
- * *A mis hermanas y amigos, importante eslabón en la cadena de la vida.*
- * *Al Lic. Elfego Rolando López G., asesor del trabajo, por su disponibilidad y apoyo que representan el verdadero valor de la amistad*
- * *A la Licda. Lilian Irvin Antillón y al Lic. Jorge Luis De León, revisores del trabajo.*
- * *A la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y demás instituciones educativas que colaboraron con mi formación académica.*
- * *Al departamento de Análisis Aplicado y el personal del mismo : por el soporte técnico que brindaron para la realización del trabajo.*

ÍNDICE:

	PAGINA
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS	9
HIPÓTESIS	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	16
RESULTADOS	17
GRAFICOS DE RESULTADOS	19
DISCUSION DE RESULTADOS	22
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
ANEXOS	28
REFERENCIAS.	37



RESUMEN :

Se realizó un análisis químico de 20 muestras de sal común provenientes de 4 salineras registradas en Guatemala, con lo cual se pretendió determinar los niveles de Plomo de dichas muestras. La metodología empleada fue : análisis espectrofotométrico en la región visible. Se utilizó Ditizona para formar un complejo coloreado con Plomo. Se eligió este método, dado a su sensibilidad y a la factibilidad de realizarlo en el Departamento de Análisis Aplicado de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Antes de estimar los niveles de Plomo en las muestras, se realizó una curva de calibración. Para ello se prepararon estándares de Plomo de 0.2 a 1.6 partes por millón (ppm) en progresión geométrica de 0.2 ppm, y se determinó las absorbancias a 520 nm en un espectrofotómetro. Luego se aplicó una regresión lineal a los datos para establecer la ecuación para la obtención de la línea recta. Según los resultados obtenidos, las muestras analizadas contienen niveles promedio de 0.25 ppm de Plomo, lo cual indica que no superan los niveles máximos admisibles para consumo humano - según Food Administration Organization y Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS), (1) - .

Derivado de lo anterior se concluye que la sal común distribuida en Guatemala, contiene niveles de Plomo inferiores a 2 partes por millón, los cuales se encuentran dentro de los límites admisibles.

Finalmente se recomienda la realización de otros estudios que verifiquen los hallazgos del presente estudio, mediante un método cuantitativo de mayor precisión que el método colorimétrico con Ditizona y continuar con las investigaciones encaminadas a detectar contaminación con Plomo en productos alimenticios para evidenciar la posibilidad de toxicidad crónica por esta vía.

INTRODUCCIÓN.

En términos geológicos los metales traza son los que se encuentran en concentraciones menores o iguales a 1000 ppm en la corteza de la tierra. La Agencia para la Protección Ambiental (E.P.A.) de los Estados Unidos, definió al Plomo como uno de los metales traza peligrosos; es decir que la exposición crónica puede causar daños a la salud humana. (2)

El Plomo es un metal pesado porque su densidad es superior a 5 g/cm^3 . Está ampliamente distribuido en la naturaleza pero el riesgo máximo de intoxicación surge de la exposición crónica. (2)

La fabricación de insecticidas, pinturas, vidrios; baterías desechadas son algunas fuentes de contaminación con Plomo. Dicho elemento se emite al ambiente por diferentes vías. El agua es uno de los principales vehículos que en su trayecto acarrea el metal pesado y lo transporta finalmente al mar. Una de las fuentes de obtención del Cloruro Sódico (sal común o sal de mesa), es el agua de mar; por lo que existe la posibilidad de contaminación con Plomo, lo cual es importante por la toxicidad crónica producida por este metal pesado. (2)

El propósito de esta investigación, fue realizar un estudio preliminar acerca de los niveles de Plomo en sal común destinada al consumo humano en Guatemala. Para su desarrollo se recolectaron muestras de sal común de las salineras que producen sal y se encuentran debidamente autorizadas en Guatemala. Posteriormente, se determinó la concentración de Plomo en dichas muestras, mediante el método espectrofotométrico con Ditzona (3); éste, se realizó en el Departamento de Análisis Aplicado de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA CENTRAL



ANTECEDENTES

Uno de los metales ampliamente distribuidos en la naturaleza , es el Plomo. Aunque actualmente no se cuenta con normas que regulen el nivel máximo admisible de Plomo en sal común para uso doméstico; se desarrolla una norma específica por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) .

De acuerdo a la información bibliográfica, se encontró que en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, existen 7 trabajos de tesis a partir del año 1973 a la fecha, en relación a la determinación del Plomo en fluidos biológicos; fuentes naturales y diversos productos elaborados. No obstante, *no existía ningún trabajo sobre la estimación de los niveles de Plomo en la sal común para consumo humano que se comercializa en Guatemala;* lo cual se consideró importante por la toxicidad crónica del metal pesado, por la contaminación ambiental y la descarga de desechos industriales que convergen en el mar.

La importancia de los alimentos en la exposición del hombre al Plomo es motivo de estudio desde hace muchos años.

Uno de los primeros estudios fue el de Kehoe et al (1933) (4) , quienes encontraron Plomo en todos los artículos alimenticios, tanto en sociedades industriales como primitivas. La concentración varía considerablemente (4).

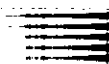
Los informes publicados sobre los niveles de Plomo en el vino, Truhaut et al, 1964 (5) ; Zurlo y Friffini, 1973 (6), ofrecen variaciones importantes entre unas y otras muestras. En este estudio , se calcularon concentraciones medias de Plomo de 130-190 ug/Litro (con márgenes de 60 a 255 ug/Litro); pero recientemente se registran valores aún más elevados (299 ug/Litro) (Boudene et al., 1975 (7)).

Según estudios toxicológicos, la actividad enzimática de las enzimas alfa-aminolevulinico deshidratasa y sintetasa del grupo hemo, es inhibida a niveles de 0.2 a 0.4 ppm de Plomo en sangre (1).

Vega PV, refiere que: el Plomo se acumula en los huesos, reemplaza al Calcio (ruta responsable del almacenamiento de aproximadamente 50% del Plomo). Se acumula especialmente en huesos largos, (piernas y brazos). Se le encuentra como Trifosfato de Plomo. (1)

Food Alimentation Organization (F.A.O.); recomienda los límites máximos de 2 partes por millón (ppm) de Plomo para la glucosa, 0.1 ppm para las grasas y aceites y 0.3 ppm para los jugos. En varios países, basados en estos niveles, *se fijan 2 ppm como límite máximo de contenido de Plomo permisible en alimentos.* Estos niveles se consideran seguros, ya que estudios con animales de laboratorio demuestran que una ingesta diaria menor a 3 mg de Plomo, no causa apreciable retención con posterior efecto adverso acumulativo (1).

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



*TRABAJOS PREVIOS REALIZADOS (TESIS AD GRADUM) , EN LA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.*

En 1973; Chavez Bosque, M.B. ; realizó un estudio de comparación de métodos para dosificar Plomo en orina, en el cual expone los procedimientos utilizados para la determinación de Plomo en orina, por medio de los métodos siguientes : 1) espectrofotometría de absorción atómica, 2) espectrofotometría ultravioleta y visible. Presenta los resultados sobre la exactitud, precisión y confiabilidad de los distintos métodos, por medio de varios ensayos de recuperación de Plomo agregado. (8)

En 1976; Pimentel de Ortega, M.J. ; realizó un estudio de determinación de Plomo en sangre, en el cual describe los resultados obtenidos con los diferentes métodos para la medición de Plomo en sangre con el objeto de elegir entre ellos el más práctico y exacto que pueda realizarse con equipo sencillo. Concluye que el mejor método es el de Gradwohl, por la sensibilidad y corto tiempo. (9)

En 1976; Paniagua de Gudiel, D.R. ; realizó un estudio de determinación de Plomo soluble en cerámica vidriada típica de Guatemala. Refiere que este trabajo constituye el primer estudio realizado acerca del tema. Utilizó muestras de cerámica fina y corriente provenientes de Jalapa, Totonicapán y Antigua Guatemala. Utilizó extracción con ácido acético seguido por cuantificación por espectro de absorción atómica. Demostró el efecto del pH en los alimentos y bebidas en la solubilización del Plomo (10).

En 1980; Flores Morales, A.M. ; realizó un estudio de dosificación de Plomo en sangre por espectrofotometría de absorción atómica. Estudió la concentración de Plomo en sangre de personas cuyo trabajo propicia la contaminación versus un grupo control con actividades no relacionadas con Plomo. Usó fotometría de absorción atómica y encontró que el método ofrece ventajas. Encontró diferencia significativa entre los grupos estudiados. (11)

En 1983; Pinto Paiz , M.E. ; realizó un estudio de determinación de residuos de Plomo en materia prima y productos enlatados de tomate y frijol.

Analizó muestras de materia prima de tomates frescos y frijol negro, 0.07 y 0.31 mg/Kg respectivamente, las cuales demostraron que el nivel de residuos de Plomo presente en la materia prima contribuye significativamente a la contaminación del producto final. La etapa de envasado demostró un aumento drástico en los niveles de Plomo en los productos enlatados; lo que confirma que la soldadura de lata es la causante principal. (12)

En 1983; Serrano Oyarbide, M.L. ; realizó un estudio de determinación de Cobre, Hierro y Plomo en azúcar. El contenido de cenizas que obtuvo concuerda con los valores reportados en la literatura. El Cobre se encuentra arriba del parámetro sugerido por FAO-OMS, el Plomo y el Hierro están en niveles aceptables (13) .

En 1984; Medinilla Aldana, B.E. ; realizó un estudio de evaluación de la determinación de los niveles sanguíneos de protoporfirinas y ala-deshidratasa, para el diagnóstico de la intoxicación por Plomo, en donde evaluó dos métodos usados para el diagnóstico de la intoxicación por Plomo. Por un lado, la determinación de los niveles sanguíneos de protoporfirinas eritrocíticas libres (FEPP) , por otro , la relación de la actividad enzimática de la delta-aminolevulínico deshidratasa (ALA-D) a dos diferentes niveles de pH. Utilizó ratas albinas wistar divididas en grupo experimental y control a las cuales administró Plomo en solución. El método de ALA-D , permite establecer mejor correlación y permite separar los grupos experimental y control (14) .

JUSTIFICACIÓN.

La sal común puede contener niveles elevados de Plomo ; por que distintas fuentes contaminan el agua que finalmente lo transporta al mar ; por lo cual, mediante la ingesta de este producto pueden ingresar al organismo, cantidades de Plomo relativamente altas. Por lo tanto, la ingesta diaria de sal común, conlleva el riesgo de acumulación y manifestación posterior de intoxicación crónica, si el metal pesado en estudio se encuentra en niveles superiores a los considerados seguros para el consumo humano.

Derivado de lo expuesto y dado que en Guatemala no se cuenta con información referente a niveles de metales pesados, particularmente Plomo, en la sal común (cloruro de sodio), destinada al consumo humano; surge la necesidad de realizar una estimación de los niveles de este metal pesado en dicho ingrediente alimenticio; para evidenciar si la población está expuesta a riesgos de acumulación por esta vía.

OBJETIVOS.

GENERAL.

Contribuir con la investigación científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y en la generación de información válida y confiable, referente a problemas que pueden afectar la salud.

ESPECÍFICOS.

1. *Determinar, si la sal común para uso humano, está contaminada con Plomo.*
2. *Estimar la concentración de Plomo en sal común, para disponer de información útil para la realización de trabajos posteriores.*
3. *Determinar si los niveles de Plomo en sal común, superan los límites máximos admisibles para el consumo humano, según FAO/OMS.*

HIPÓTESIS

La sal común (cloruro de sodio) que se distribuye en Guatemala, contiene niveles de Plomo inferiores a 2 partes por millón, considerados seguros para el consumo humano, según FAO-OMS (1).

MATERIAL Y MÉTODOS.

1. Universo de trabajo:

Constituido por las 20 muestras de sal común (Cloruro de Sodio) para consumo humano, recolectadas en 4 salineras registradas en Guatemala.

2. Medios:

2.1 Recursos Humanos:

- *Autor: Julio César Portillo D.*
- *Asesor: Lic. Elfego Rolando López G.*

2.2 Recursos Materiales:

2.2.1. Instalaciones:

- *Departamento de Análisis Aplicado de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*

2.2.2. Equipo:

- *Cristalería y material de laboratorio en general.*
- *Espectrofotómetro UV/VIS*
- *Horno para secado de materiales.*
- *Balanza Analítica.*

2.2.3. Reactivos:

- ⇒ Solución concentrada de Ditiona en Tetracloruro de Carbono.
- ⇒ Solución de amoníaco al 10%
- ⇒ Solución de Cianuro de Potasio al 10%
- ⇒ Solución de Clorhidrato de Hidroxilamina al 10%
- ⇒ Solución de Tartrato Sódico y Potásico al 10%
- ⇒ Solución concentrada de Acetato de Plomo (1mg/mL)

2.3 Procedimiento:

2.3.1 Preparación de soluciones estándar de Nitrato de Plomo y elaboración de la curva estándar .

1. Tomar un volumen de solución stock de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA I;

PREPARACION DE SOLUCIONES ESTÁNDAR DE PLOMO.

No.	CONCENTRACIÓN	VSS*
1	0.00	0.00
2	0.20	0.20
3	0.60	0.60
4	1.00	1.00
5	1.40	1.40
6	1.80	1.80
7	2.20	2.20
8	2.60	2.60
9	3.00	3.00
10	3.40	3.40

* Volumen de solución stock de Nitrato de Plomo a 100 ug/mL requerido para obtener una concentración equivalente en ppm.

2. Aforar las soluciones estándar a 100 mL con solución 1% de ácido nítrico . Mezclar.
3. Aplicar el procedimiento analítico indicado a partir del numeral 8 del inciso 2.3.2 .
4. Elaborar una curva estándar (gráfico) y colocar los datos de concentración en el eje de las ordenadas "x" y absorbancias, en el eje de las abscisas "y"; según los resultados obtenidos con las soluciones estándar.
5. Aplicar una regresión lineal a los valores de : concentración "x" y absorbancias "y". Finalmente determinar la ecuación de la línea recta:

$$A = m(Pb) + k$$

Donde:

A= Absorbancia.

m= pendiente .

(Pb) = Concentración de Plomo en partes por millón.

2.3.2 Preparación de la muestra y cuantificación espectrofotométrica del Plomo.

(3)

Cada una de las muestras de sal común (Cloruro de Sodio), seleccionadas al azar en las zonas de recolección; se identificaron y se trataron como se indica a continuación:

1. *Identificar cada una de las muestras con su duplicado*
2. *Secar aproximadamente 150 g de cada una de las muestras de sal (Cloruro de Sodio) en un horno de convección apropiado a 120 ° C durante 4 horas .*
3. *Pesar exactamente 100 g de cada una de las muestras y transferir cuantitativamente a 250 mL de HNO₃ 0.00316 M (solución de pH 2.5).*
4. *Agitar hasta disolver la mayor cantidad de muestra posible (aproximadamente 83 g).*
5. *Dejar reposar durante una noche.*
6. *Filtrar la cantidad disuelta de la soluciones concentradas de Cloruro Sódico (muestras de sal común)*
7. *Ajustar cada una de las muestras a pH 7.5 con solución 10% de Hidróxido de Amonio (se consumen alrededor de 0.4 mL).*
8. *A 20 mL de la solución muestra, previamente ajustada a pH 7.5 agregar en una ampolla de extracción de 100 mL:*
 - 8.1. *4 mL de solución de Cianuro Potásico 10% (Observar las medidas de seguridad adecuadas).*
 - 8.2. *1 mL de solución de Hidroxilamina en Ácido Clorhídrico 10%.*
 - 8.3. *4 mL de solución de Tártrato Sódico y Potásico al 10%*
 - 8.4. *10 mL de solución diluida de Ditizona en Tetracloruro de Carbono.*
9. *Agitar vigorosamente en ampolla de extracción durante 1 minuto.*
10. *Separar la fase orgánica .*

11. *Agregar 10 mL de solución diluida de Ditizona en Tetracloruro de Carbono (25 $\mu\text{mol/L}$) a la fase acuosa. Repetir el proceso de extracción ; agitar vigorosamente durante 1 minuto y separar la fase orgánica.*
12. *Colectar los extractos orgánicos.*
13. *En un espectrofotómetro, medir la absorbancia en celdas de 1 cm a 520 nanómetros ; utilizando Tetracloruro de Carbono como blanco.*
14. *Calcular la concentración de Plomo en las muestras analizadas. en base a los valores de absorbancia y la ecuación de la línea recta.*

2.4 Diseño de Investigación:

2.4.1 Diseño de Muestreo:

Fueron seleccionadas un total de 20 muestras (muestreo de tipo no probabilístico).

Se utilizaron 5 muestras de un peso no menor a 100 g. de cada una de las 4 salineras registradas en Guatemala; las cuales se ubican en la costa sur ; en jurisdicción de : Sipacate, departamento de Escuintla ; Casas Viejas y Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa.

2.4.2 Tratamiento de Resultados:

Para cada una de las salineras (grupos de estudio) se determinó 5 valores de concentración de Plomo . Se calculó la media aritmética \bar{x} y la desviación estándar muestral σ , para cada uno de los 4 grupos de estudio.

Luego se construyó un intervalo de confianza (I.C.), igual a $\bar{x} \pm 2 (\sigma \div \sqrt{n})$. Este intervalo de confianza se comparó con el valor reportado en la bibliografía como nivel máximo admisible de Plomo en productos para consumo humano; el cual es de 2 partes por millón (ppm) (1).

RESULTADOS.

TABLA II

RESULTADOS DE LA CURVA ESTÁNDAR.
CONCENTRACIONES DE PLOMO VERSUS ABSORBANCIAS.

CURVA STANDAR			LINEA RECTA.		
[Pb] ppm	A	%TRANS	[Pb] ppm	A	%TRANS
0.20	0.11580000	76.59	0.20	0.11677971	76.42
0.40	0.17717835	66.50	0.40	0.17744310	66.46
0.60	0.23781264	57.83	0.60	0.23810648	57.80
0.80	0.29560616	50.63	0.80	0.29876987	50.26
1.00	0.35920794	43.73	1.00	0.35943325	43.71
1.20	0.43179828	37.00	1.20	0.42009663	38.01
1.40	0.48060324	33.07	1.40	0.48076002	33.06
1.60	0.53480589	29.19	1.60	0.54142340	28.75
m=	0.30331692		m=	0.30331692	
b=	0.05611633		b=	0.05611633	
r=	0.99937972		r=	1	
A = 0.30331692 [Pb] + 0.05611633			A = 0.30331692 [Pb] + 0.05611633		

[Pb] ppm = CONCENTRACION DE PLOMO EN PARTES POR MILLON.

A = ABSORBANCIA : $2 - (\log \%TRANS.)$

%TRANS = PORCENTAJE DE TRANSMITANCIA

Esta tabla describe los resultados de la curva de calibración utilizada para estandarizar el método de análisis empleado en la cuantificación de Plomo en las muestras de sal.

En el lado izquierdo de la tabla se observan los valores de concentración de las 8 soluciones estándar de Nitrato de Plomo, los porcentajes de transmitancia, las absorbancias; los valores de: pendiente (m), constante (b), coeficiente de correlación (r) y la ecuación de la curva estándar concentración versus absorbancia respectiva.

En el lado derecho de la tabla se observan los valores de concentración de las 8 soluciones estándar de Nitrato de Plomo, las absorbancias corregidas en base a la ecuación de la curva, los valores de: pendiente (m), constante (b), coeficiente de correlación (r), y la ecuación que describe la mejor línea recta de concentración versus absorbancias respectiva; corregida en base a los valores obtenidos con la ecuación de la curva estándar (lado izquierdo de la tabla).

SAN CARLOS

Centro

TABLA III:

ABSORBANCIAS Y CONCENTRACIONES RESPECTIVAS DE PLOMO EN LAS MUESTRAS DE SAL COMUN ANALIZADAS Y ORDENADAS POR GRUPOS DE ESTUDIO : SALINERAS A, B, C, D.

SALINERA	MUESTRA	ABS	% TRANS.	(Pb) PPM	mg Pb/Kg
A	1.1	0.1207259	75.73	0.2130	0.0710
A	1.2	0.1245863	75.06	0.2257	0.0752
A	1.3	0.1284814	74.39	0.2386	0.0795
A	1.4	0.1226518	75.40	0.2194	0.0731
A	1.5	0.1207259	75.73	0.2130	0.0710
Promedio A				0.2219	0.0740
Desviación				0.0109	0.0036
% Desviación				4.92%	4.92%
B	2.1	0.1074784	78.08	0.1693	0.0564
B	2.2	0.1131065	77.07	0.1879	0.0626
B	2.3	0.1112224	77.41	0.1817	0.0606
B	2.4	0.1056185	78.41	0.1632	0.0544
B	2.5	0.1131065	77.07	0.1879	0.0626
Promedio B				0.1780	0.0593
Desviación				0.0112	0.0037
% Desviación				6.30%	6.30%
C	3.1	0.1567710	69.70	0.3318	0.1106
C	3.2	0.1505519	70.70	0.3113	0.1038
C	3.3	0.1630805	68.69	0.3526	0.1175
C	3.4	0.1609671	69.03	0.3457	0.1152
C	3.5	0.1526150	70.37	0.3181	0.1060
Promedio C				0.3319	0.1106
Desviación				0.0176	0.0059
% Desviación				5.29%	5.29%
D	4.1	0.1444206	71.71	0.2911	0.0970
D	4.2	0.1444206	71.71	0.2911	0.0970
D	4.3	0.1383746	72.72	0.2712	0.0904
D	4.4	0.1444206	71.71	0.2911	0.0970
D	4.5	0.1324116	73.72	0.2515	0.0838
Promedio D				0.2792	0.0931
Desviación				0.0177	0.0059
% Desviación				6.35%	6.35%
Promedio general				0.24566	0.08189
Desviación estándar general:				0.0611	0.0204
% Desviación estándar general:				24.88%	24.88%
Intervalo de Confianza:				\pm 0.0273	0.0091
IC SUPERIOR				0.2730	0.0910
IC INFERIOR				0.2183	0.0728

GRAFICO I
 CURVA DE CALIBRACIÓN :
 SOLUCIONES DE NITRATO DE PLOMO VERSUS ABSORBANCIAS

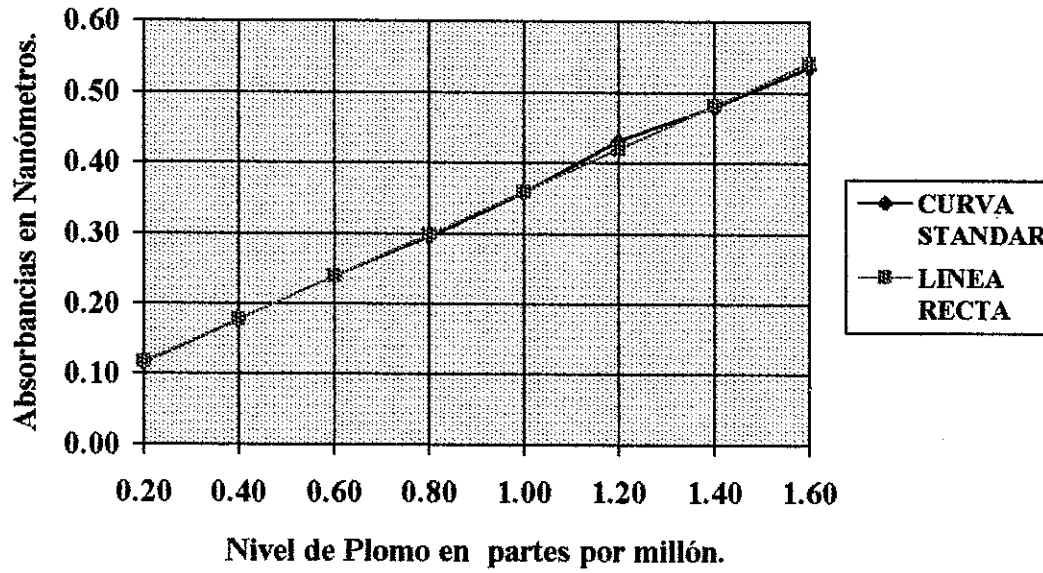


GRAFICO II
 NIVELES DE PLOMO, EN PPM, COMPARADOS
 CON EL NIVEL PROMEDIO : SALINERA A

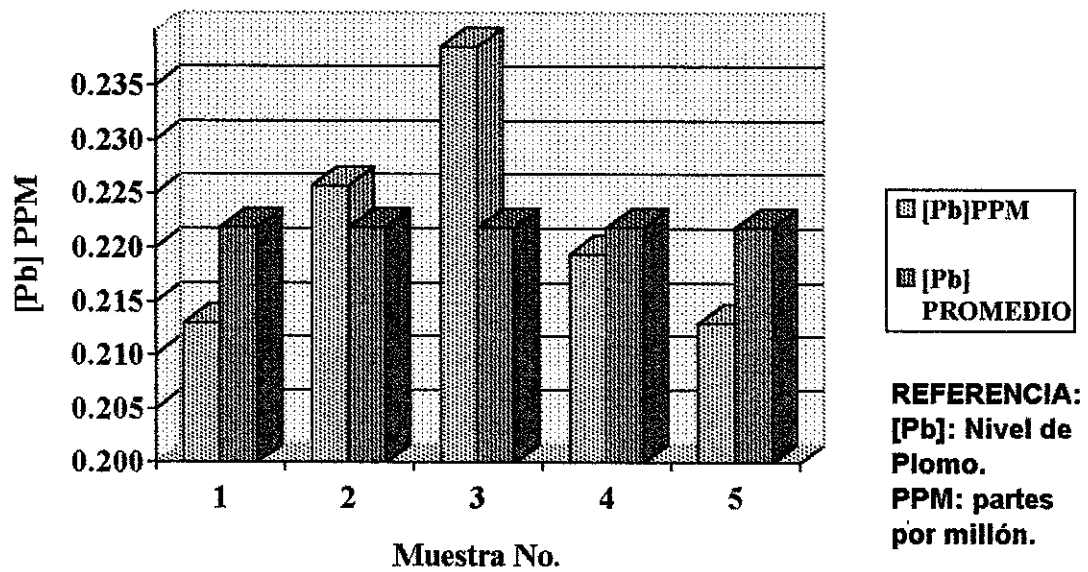


GRAFICO III
NIVELES DE PLOMO, EN PPM, COMPARADOS
CON EL NIVEL PROMEDIO : SALINERA B

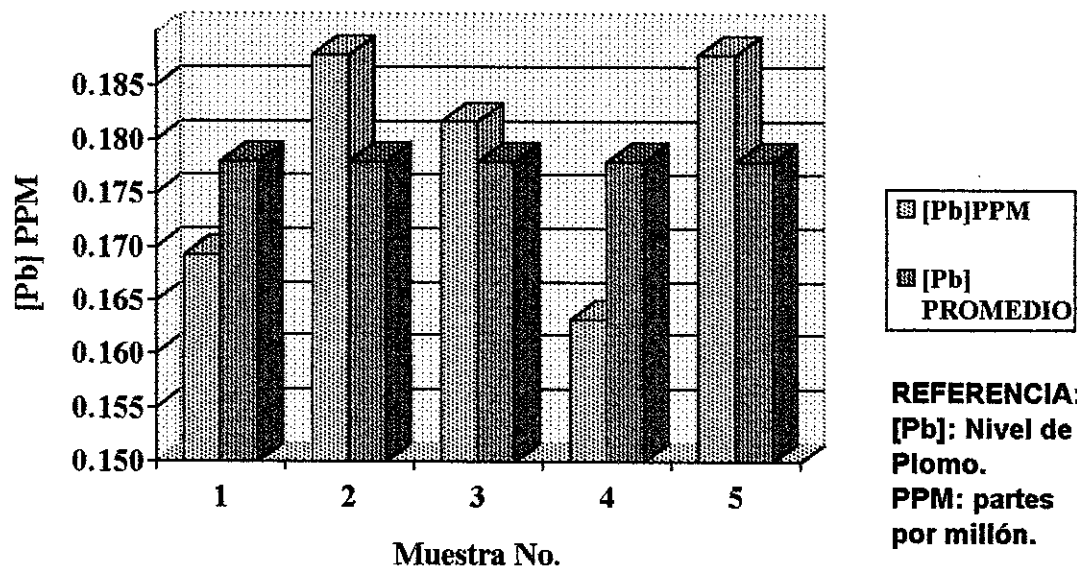


GRAFICO IV
NIVELES DE PLOMO, EN PPM, COMPARADOS
CON EL NIVEL PROMEDIO : SALINERA C

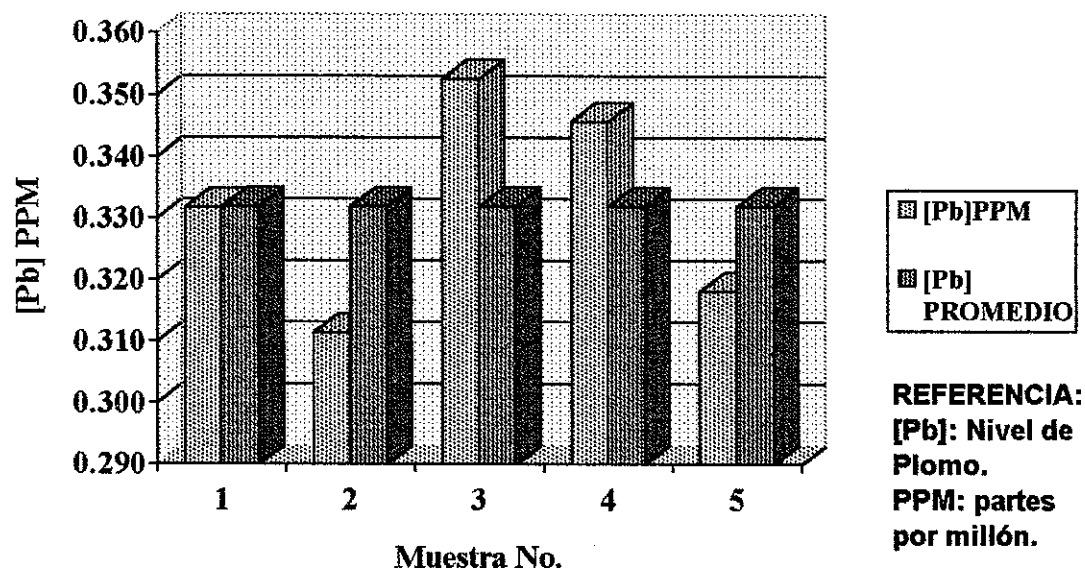


GRAFICO V
NIVELES DE PLOMO, EN PPM, COMPARADOS
CON EL NIVEL PROMEDIO : SALINERA D

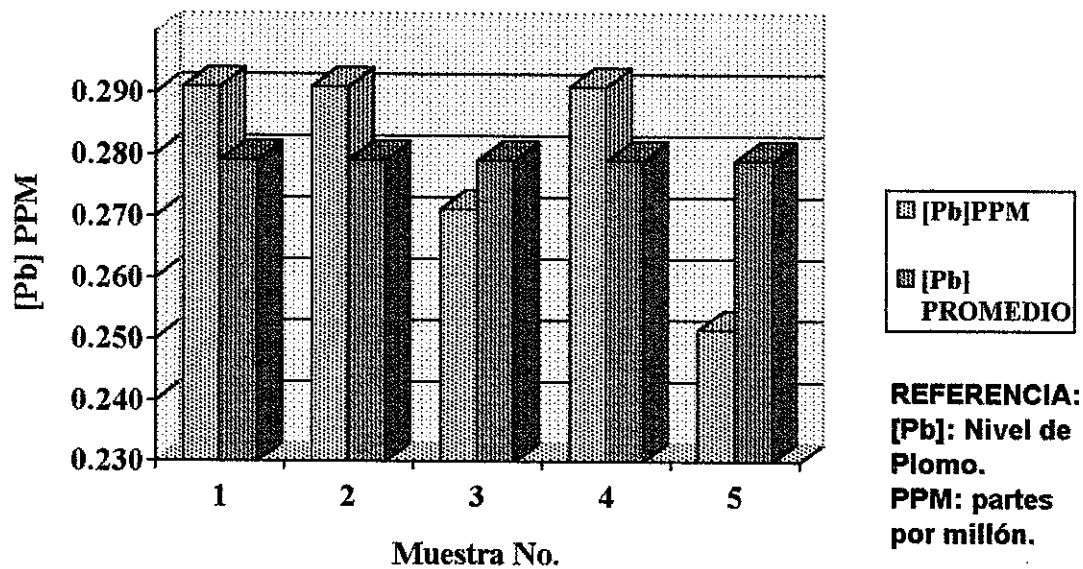
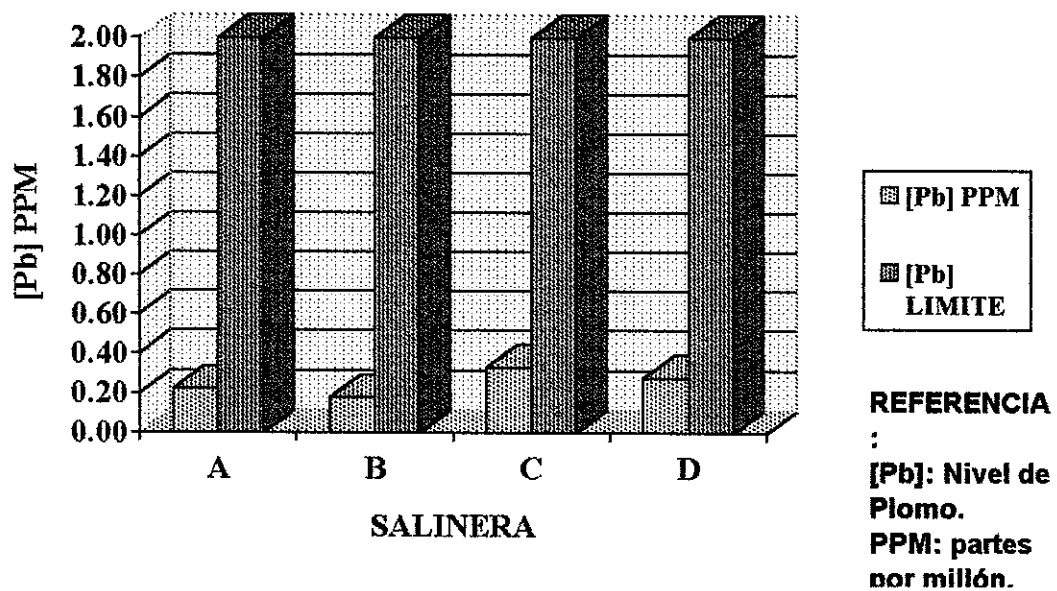


GRAFICO VI
NIVELES DE PLOMO PARA CADA GRUPO DE ESTUDIO (SALINERA),
COMPARADOS CON EL NIVEL MAXIMO ADMISIBLE.



DISCUSION DE RESULTADOS :

El análisis de las muestras se realizó satisfactoriamente. Sin embargo, fue necesario disminuir la concentración de sal común en las soluciones de ácido nítrico diluido, debido a que la alta concentración del electrolito provocó dificultades en la extracción: formación de emulsiones difíciles de eliminar. Por lo tanto, el peso de muestra se disminuyó a 30 gramos.

La reproducibilidad estadística de los datos es aceptable, porque las desviaciones estándar para los datos de cada uno de los grupos de estudio (salineras A, B, C y D) no superan las 0.018 partes por millón, es decir que el porcentaje de desviación máximo es de 6.35 % (véase Tabla III, página 18). Esto asegura que el procedimiento analítico es reproducible de una muestra a otra, para cada uno de los grupos de estudio. La desviación estándar global es mas alta [0.0611 ppm (24.8%)], porque los promedios de concentración de Plomo de las salineras A, B C y D son diferentes entre sí.

En la tabla II (página 17) de resultados, se describe la curva de calibración que se realizó con 8 soluciones estándar de Nitrato de Plomo en concentraciones desde 0.2 hasta 1.6 partes por millón (ppm), en progresión geométrica de 0.2 ppm; para cada una de las cuales se determinó el porcentaje de transmitancia y las absorbancias respectivas a 520 nm en un espectrofotómetro, según la metodología descrita en la sección 2.3.2 de material y métodos (página 13 y 14). Con los datos de concentración de Plomo en el eje "x" y las absorbancias respectivas en el eje "y", se construyó un gráfico de concentración versus absorbancia para la curva estándar y para la mejor línea recta, calculada en base a la curva estándar (véase el gráfico I, en la página 19). Se aplicó una regresión lineal, con la cual se obtuvo los valores de la pendiente (m), constante (b) y coeficiente de correlación lineal (r) para la curva estándar. A partir de estos valores se construyó una ecuación de la forma :

$$A = m [\text{Plomo}] + b.$$

Donde :

A= Absorbancia

m = pendiente

[Plomo] = Concentración de Plomo en partes por millón.

b = valor constante.

A partir de esta ecuación, se corrigió las desviaciones absorbancia-concentración para obtener la ecuación que describe la línea recta (ambas líneas se describen en la tabla II, página 17 y en el gráfico I, página 19). Esta ecuación se utilizó para estimar las concentraciones de Plomo en las muestras de sal común analizadas.

Se preparó y analizó cada una de las 20 muestras de sal común, según se describió en el procedimiento de preparación de muestras y cuantificación espectrofotométrica de Plomo, en la sección 2.3.2 de materiales y métodos (página 13 y 14). Luego se realizó el análisis estadístico, según el respectivo diseño de investigación (tratamiento de resultados).

En la tabla III (página 18) se describen los resultados de concentración de Plomo para cada grupo de salineras analizadas, con sus respectivos parámetros estadísticos de : media aritmética, desviación estándar y porcentaje de desviación. En esta tabla también se describió para cada uno de los 4 grupos en estudio ; un promedio general de concentración de Plomo con su respectiva desviación estándar. Con estos datos se construyó un intervalo de confianza (IC) para comparar el promedio global de concentración de Plomo, con el límite máximo admisible . Dicho intervalo de confianza fue :

$$0.24566 \pm 0.0273 = 0.2183 \text{ a } 0.2730 \text{ (ppm de Plomo).}$$

Los gráficos II a V (páginas 19 a 21) ; comparan los niveles de Plomo para cada uno de los grupos de estudio (5 muestras de cada una de las 4 salineras), con el nivel promedio de Plomo respectivo. Estos gráficos demuestran que la variación de los datos es aceptable.

El gráfico VI (página 21) , compara los resultados globales de los niveles promedio de Plomo para las muestras de las cuatro salineras, en comparación con el nivel máximo admisible de éste metal pesado en alimentos : 2 partes por millón.

Según los resultados (tabla III y gráfico VI ; páginas 18 y 21 respectivamente), ninguna de las muestras de sal común analizadas, presentó niveles de Plomo superiores a 2 partes por millón (nivel máximo admisible). Sin embargo, antes de afirmar categóricamente que la sal común distribuida en Guatemala, es segura para el consumo humano, desde el punto de vista de la contaminación por Plomo , es indispensable realizar una verificación de los niveles de este metal pesado en dicho ingrediente alimenticio, mediante un método de análisis cuantitativo de mayor precisión que el análisis espectrofotométrico con Ditizona .

Es importante destacar que de los cuatro grupos de estudio analizados, se observó que las muestras de sal refinada correspondientes a las salineras A y B , presentan concentraciones promedio de Plomo menores que las correspondientes a las salineras C y D , las cuales no son refinadas.

Según la bibliografía consultada , el proceso de refinado de la sal consiste en la evaporación y cristalización fraccionada, lo cual elimina partículas de gran tamaño. Luego se agrega la cantidad suficiente de cal , para coagular y remover el Sulfuro Ferroso, para eliminar el Sulfuro de Hidrógeno y para precipitar el Magnesio como Hidróxido de Magnesio. La clorinación remueve también el Sulfuro de Hidrógeno.



Posteriormente se utiliza un sistema de evaporadores al vacío, el cual se lleva a temperatura de ebullición para remover los cristales de sal residuales. El producto obtenido mediante este proceso se somete a un proceso de centrifugación y secado. Se obtienen granos o finos cristales cúbicos de sal (15 y 21).

Dado que en el proceso de refinado de la sal común, se utiliza cal (Hidróxido de Calcio), las condiciones de alcalinidad pueden favorecer la eliminación del Plomo que pueda estar presente en la materia prima. Derivado de lo anterior, existe la posibilidad que las condiciones alcalinas en el proceso de refinado de este producto, expliquen el bajo nivel de Plomo en las muestras de sal refinada (salineras A y B) en relación a las no refinadas (salineras C y D).

CONCLUSIONES :

- Según el análisis espectrofotométrico con Ditizona, se estima que los niveles de Plomo en las muestras de sal común (Cloruro de Sodio) para consumo humano, recolectadas en 4 salineras registradas en Guatemala, son de 0.2190 a 0.2736 partes por millón.
- Las muestras de sal común (Cloruro de Sodio) para consumo humano, recolectadas en 4 salineras registradas en Guatemala, *contienen niveles de Plomo inferiores a 2 partes por millón, el cual es el nivel máximo admisible.*
- El proceso de refinado, puede ser un factor que disminuyó los niveles de Plomo en las muestras de sal común, correspondientes a 2, de las 4 salineras en estudio.

RECOMENDACIONES :

- Confirmar los resultados de la presente investigación, mediante la determinación cuantitativa de Plomo en muestras de sal común recolectadas en la misma forma , pero con otro método de análisis cuantitativo con mayor precisión .
- Continuar con las investigaciones encaminadas a detectar contaminación por metales pesados, particularmente Plomo , en ingredientes o productos alimenticios , tal como la sal común o sal de mesa, dado a la amplia distribución del metal pesado y a su importancia toxicológica.
- Realizar un estudio comparativo, de los niveles de Plomo en sal común distribuida en Guatemala, entre muestras refinadas y no refinadas, para determinar si realmente el proceso de refinado reduce los niveles de dicho metal pesado en el producto final.

ANEXOS

ANEXO	CONTENIDO	PÁGINA
I	MONOGRAFÍAS DE PLOMO Y CLORURO SÓDICO	29
	* MONOGRAFÍA DE PLOMO	29
	* MONOGRAFÍA DE CLORURO DE SÓDIO	32
II	PREPARACIÓN DE REACTIVOS.	34

ANEXO I

MONOGRAFÍAS.

1) *Plomo:*

1.1. *Fuentes y exposición :*

Los alimentos son fuente importante de la exposición humana al Plomo. Tanto los alimentos como las bebidas ácidas pueden disolver el Plomo de recipientes vidriados que contienen Acetato de Plomo, si lo poseen en cantidades relativamente altas.

La mayor parte de la toxicidad manifestada por el Plomo, resulta de la exposición ambiental e industrial. (17).

La intoxicación de Plomo en los niños es resultado común de la ingesta de partículas de pintura. La American Estándar Association especificó en 1995 que las pinturas no debían contener más de 1% de Plomo en los sólidos secos finales de la pintura fresca. (18).

La exposición ocupacional al Plomo disminuye en los últimos años debido a regulaciones adecuadas y programas de vigilancia médica.

1.2. *Absorción distribución y excreción :*

La vía principal de absorción es el tracto gastrointestinal y el sistema respiratorio. La absorción gastrointestinal varía con la edad. Los adultos absorben aproximadamente 10% del Plomo ingerido, mientras los niños absorben hasta 40%. El Calcio puede competir por un mecanismo de transporte en la mucosa gástrica. Se distribuye principalmente en tejidos blandos particularmente en el epitelio tubular renal y el hígado. Luego se redistribuye y deposita en huesos, dientes y pelo, en forma de Trifosfato de Plomo, donde reemplaza al Calcio (ruta responsable del 50% del almacenamiento del Plomo) (17)

Los factores que afectan la distribución del Calcio actúan en forma similar sobre el Plomo. La vitamina D promueve el depósito de Plomo en el hueso. (17)

En los animales de experimentación el Plomo es excretado en la bilis y se elimina principalmente en las heces (19). En el hombre la excreción urinaria es una vía más importante y la concentración de Plomo es directamente proporcional a la plasmática (20). También se excreta en la leche y el sudor. Ocurre transferencia placentaria. (17)

1.3. *Intoxicación crónica.*

Los signos y síntomas de la intoxicación crónica se conocen como saturnismo; y se dividen en las siguientes categorías:

- 1.3.1. *Gastrointestinales* : Caracterizados por espasmo intestinal que causa "cólico saturnino" y rigidez de los músculos abdominales.
- 1.3.2. *Neuromusculares*: Caracterizados por debilidad muscular y fatiga que puede progresar a parálisis.
- 1.3.3. *Efectos sobre el Sistema Nervioso Central*: Denominado encefalopatía por Plomo. Es la manifestación más grave del saturnismo y más frecuente en niños. Algunos síntomas son excitación , convulsiones, vómitos y alteraciones visuales.
- 1.3.4. *Hematológicos*: La anemia microcítica hipocrómica es un resultado común del saturnismo; frecuentemente observado en niños. La actividad enzimática de la alfa-aminolevulínico deshidratasa y ferroquelatasa es inhibida a niveles de 0.2 a 0.4 ppm de Plomo en sangre.
- 1.3.5. *Renales*: Puede producir un trastorno tubular renal reversible (en la exposición aguda) y una nefropatía intersticial irreversible (en la exposición crónica industrial). Es frecuente que se produzca hiperuricemia gotosa (17).

Según estudios toxicológicos se determinó la relación entre la ingesta diaria de Plomo y los efectos nocivos a la salud humana, según la siguiente tabla.

TABLA IV
RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DIARIA DE PLOMO ;
NIVELES DE TOXICIDAD Y SU EFECTO ADVERSO EN EL HOMBRE.

ID (mg)*	CS **(ug/mL).	Efecto producido a largo plazo.
0.3	20	No produce efecto adverso a largo plazo.
1.0	>40	Disminución de la actividad de alfa aminolevulínico deshidratasa en orina y sangre.
3.0	>80	Disminución del conteo de eritrocitos, anemia, cólico abdominal y retraso mental progresivo.
10.0	>120	Daño agudo al cerebro y al sistema nervioso central.

* ID : Ingesta Diaria de Plomo, en miligramos.

** CS: Concentración sanguínea según ID, en microgramos por mililitro.

Tomado de Vega PV, Toxicología de alimentos (1).

Biblioteca

2) *Cloruro de Sodio.*

2.1. *Formula Empirica:*

Na Cl [Peso Molecular = 58.44 g/mol] (22)

2.2. *Denominaciones:*

Sal , sal común , sal de mesa, cloruro de sodio, cloruro sódico.

2.3. *Fuentes naturales de obtención :*

El artículo comercial es conocido también como sal de roca o sal marina. Ocurre en la naturaleza como mineral halita. Es producida por evaporación de salmueras en depósitos subterráneos de sal, y principalmente por evaporación solar de agua marina. (22)

Las principales fuentes de cloruro de sodio en la naturaleza son :

2.3.1. *El agua marina*, en la cual se encuentra en forma de solución que varía de 1 a 5 % en total, de sólidos disueltos, con un promedio de 3.5 % . El 55% de estos sólidos es Cloro, el 31% es Sodio , 8 % es de ion Sulfato, 4 % es de Magnesio y aproximadamente 1% es Calcio y Potasio.

2.3.2. *Sal de roca* : esta se explota en forma similar al Carbón, por tiros profundos y galerías, la sal cruda obtenida se muele posteriormente y se clasifica . Se usa directamente para eliminación de nieve en las carreteras. Cuando se requiere un mayor grado de pureza , esta sal se trata con soda ash y sosa cáustica , para precipitar impurezas, se filtra y el producto purificado se cristaliza mediante una evaporación de múltiple efecto en evaporadores de hierro fundido y con elementos calefactores de acero inoxidable.

2.3.3. *Salmueras naturales* : Estas salmueras son una fuente importante de sal desde hace mucho tiempo. Pueden alcanzar la superficie del terreno en forma de manantiales, sin embargo deben obtenerse mediante bombeo de un pozo profundo. La ventaja económica de esta fuente es cuando la sal se usa como materia prima en manufactura de productos químicos, como fuente de iones sodio y cloruro.

2.3.4. *Lagos salados* : Estos son cuerpos de agua de mar que son aislados de los océanos o que se crean mediante la lixiviación de la sal de los terrenos superiores. Son una fuente menos importante para la obtención del Cloruro de Sodio. (21)

2.4. *Descripción y propiedades físicas:*

Cristales cúbicos blancos, gránulos o polvo incoloro o transparente y translúcido cuando esta en forma de cristales largos.

La sal comercial usualmente contiene cloruros de Calcio y magnesio que absorben humedad y formar un cake.

Funde a 804 °C y volatiliza arriba de esa temperatura.

Un gramo se disuelve en 2.8 mL de agua a 25 °C y en 2.6 mL de agua hirviendo.

Ligeramente soluble en alcohol. Su solubilidad en agua es disminuida por ácido clorhídrico. Su solución acuosa es neutra al (pH 6.7-7.3). La densidad de la solución saturada a 25 °C es de 1.202 g/mL. (22).

2.5. *Usos:*

Fuente de cloruro y sodio en la dieta. Como preservante de alimentos. Se usa en la manufactura de jabones y productos químicos : como fuente de ion Cloruro y ion Sodio ; como fijador de color en pinturas y como agente viscosante. (22).

ANEXO II.**PREPARACIÓN DE REACTIVOS:**

- 1.1: Solución de Ácido Nítrico diluido (HNO_3) 0.0362 M (0.1993%). (16)**
- 1.1.1. Medir 2.05 mL de HNO_3 fumante (gravedad específica de 1.40 y 68 a 71% de pureza).
 - 1.1.2. Disolver en 200 mL de agua destilada.
 - 1.1.3. Aforar a 1000 mL con agua destilada .
 - 1.1.4. Transferir a frasco de vidrio ámbar y etiquetar debidamente.
- 1.2: Solución de Hidróxido de Amonio diluido (NH_4OH) 0.075N. (0.26 %). (16)**
- 1.2.1. Medir 6.95 mL de Amoníaco concentrado (20 a22% de pureza y gravedad específica de 0.90).
 - 1.2.2. Transferir a un balón volumétrico de 500 mL .
 - 1.2.3. Aforar con agua destilada.
 - 1.2.4. Transferir a frasco de plástico y etiquetar debidamente.
- 1.3: Solución de Cianuro de Potasio 10% . (16)**
- 1.3.1. Pesar exactamente 20.0 g de Cianuro de Potasio grado analítico (metales traza de preferencia
 - 1.3.2. Aforar a 200 mL con agua destilada.

1.4: Solución de Hidroxilamina 10%. (16)

- 1.4.1. Pesar exactamente 5.0 g de Hidroxilamina Clorhidrato, grado analítico (metales traza de preferencia).
- 1.4.2. Aforar a 50 mL con agua destilada.

1.5: Solución de Tártrato Sódico y Potásico 10%. (16)

- 1.5.1. Pesar exactamente 20.0 g de Tártrato Sódico y Potásico grado analítico (metales traza de preferencia).
- 1.5.2. Aforar a 200 mL con agua destilada.

1.6: Solución reactivo de Ditizona en Tetracloruro de Carbono.

(Solución Stock de Ditizona en Tetracloruro de Carbono). (3)

- 1.6.1. Pesar exactamente 25.0 mg de Ditizona Grado Analítico.
- 1.6.2. Disolver en 38 mL de Tetracloruro de Carbono.
- 1.6.3. Filtrar la solución en ampolla de decantación de 100 mL; y extraer con dos porciones de 25 mL de amoníaco 0.075 M.
- 1.6.4. Descartar la fase orgánica y coleccionar los extractos acuosos.
- 1.6.5. Agregar 2 mL de Tetracloruro de Carbono . Agitar y luego descartar el solvente orgánico.
- 1.6.6. Agregar 50 mL de Tetracloruro de Carbono y acidificar con 2.5 mL de Ácido Sulfúrico 1 N . Agitar vigorosamente durante 2 minutos.
- 1.6.7. Separar la fase orgánica y lavar con agua.
- 1.6.8. Repetir la extracción de ditizona en Tetracloruro de Carbono a la solución amoniacal; hasta que al hacerse el extracto con las dos porciones de amoníaco, *la fase orgánica quede incolora.*

1.7: Solución diluida de Ditizona en Tetracloruro de Carbono (Concentración de 25 $\mu\text{mol/mL}$).

1.7.1. Mezclar 3.5 mL de Solución Stock de Ditizona en Tetracloruro de Carbono con 100 mL de Tetracloruro de Carbono. Agitar .

1.7.2. Aforar a 250 mL con Tetracloruro de Carbono.

1.8: Solución stock de Nitrato de Plomo (100 $\mu\text{g/mL}$):

1.8.1. Pesar exactamente 159.85 mg de Nitrato de Plomo (equivalente a 100 mg de Plomo).

1.8.2. Aforar a 100.0 mL con Solución de Acido Nítrico 1%.

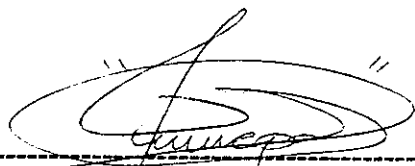
1.8.3. Medir una alícuota de 10.0 mL de la solución anterior (preparada en el inciso 2) y aforar a 100.0 mL con solución de Ácido Nítrico 1%.

REFERENCIAS:

1. Vega PV. Toxicología de alimentos. Metepeq, México: Centro Panamericano de Ecología Humana, Organización Mundial de la Salud. 1986. 218p (144-147).
2. Dreisbach RH. Manual de toxicología clínica, prevención y diagnóstico. 5 ed. Escamilla EF, trad. México: El Manual Moderno, 1983. 586p. (p83-90).
3. Fries J, Getrost H. Organic reagents for trace analysis. Alemania: E. Merck Darmstadt, 1977. 453p (206-213).
4. Kehoe et al. El Plomo en artículos alimenticios. p40-68. (En Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de Salud. Criterios de salud ambiental 1979; 3:58-61).
5. Truhaur et al. Determinación de Plomo en vino ordinario. p20-24. (En Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de Salud. Criterios de salud ambiental 1979; 3:58-61).
6. Zurlo KJ, Griffini. Valoración de metales pesados en vino blanco. p58-72. (En Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de Salud. Criterios de salud ambiental 1979; 3:58-61).
7. Boudene et al. Niveles de Plomo en diferentes marcas de vinos. p48. (En Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de Salud. Criterios de salud ambiental 1979; 3:58-61).
8. Chavez MB, Comparación de métodos para dosificar Plomo en orina. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1973. 79p.
9. Pimentel MJ, Determinación de Plomo en sangre. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1976. 48p.

10. Paniagua DR, Determinación de Plomo soluble en cerámica vidriada típica de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1976. 42p.
11. Flores AM, Dosificación de Plomo en sangre por espectrofotometría de absorción atómica. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1980. 41p.
12. Pinto ME, Determinación de residuos de Plomo en materia prima y productos enlatados de tomate y frijol. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1983. 76p.
13. Serrano ML, Determinación de Cobre, Hierro y Plomo en azúcar. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1983. 79p.
14. Medinilla BE, Evaluación de la determinación de los niveles sanguíneos de protoporfirinas y ala-deshidratasa, para el diagnóstico de la intoxicación por Plomo. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1984. 53p.
15. Thornton WR. Industrial Chemistry. 3ed. New York : Jonh Wiley and Sons , Inc., 1975 . 631 p (p233).
16. Howirtz W. Official methods of analisis of the association of official analitical chemists. Washington, DC: Asociacion of Official Analitical Chemists, 1970. 1080p (p412-416).
17. Goodman, GA et al. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 8 ed. Editorial Medica panamericana, trad. Mexico: Editorial Médica Panamericana, 1991. 1751p .
18. National Academy of Science. lead: Airborne lead in Perspective. 58p . (En Goodman, GA eta al. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 8 ed. Editorial Medica panamericana, trad. Mexico: Editorial Médica Panamericana, 1991. 1751p).

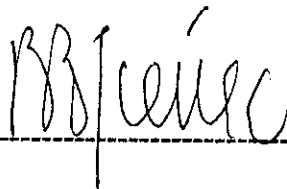
19. Gregus Z, Klaassen, CD. Disposition of metals in rats: a comparative study of fecal , urinary and biliary excretion and tissue distribution. Toxicol. Appl. Pharmacol.,1986, 85, 24-38.
20. Kehoe RA. Studies of lead administration and elimination in adult volunteers under natural and experimentally induced condition over extended periods of time. Fopod Chem. Toxicol., 1987, 25, 421-443.
21. Faith K, et al. Industrial Chemicals. 4 ed. F.A. Lowenheim, M.K. Moram eds. New York: Wiley Interscience, 1975. 1500p (p722-730).
22. Budavari S, et al. The Merck Index; An enciclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 11 ed. Rahway N.J. U.S.A. Merck & Co. Inc. eds, 1989. XIX+1606+MISC-129+REG-103+THER-29+FI-80+CI-353p. (p 1359).



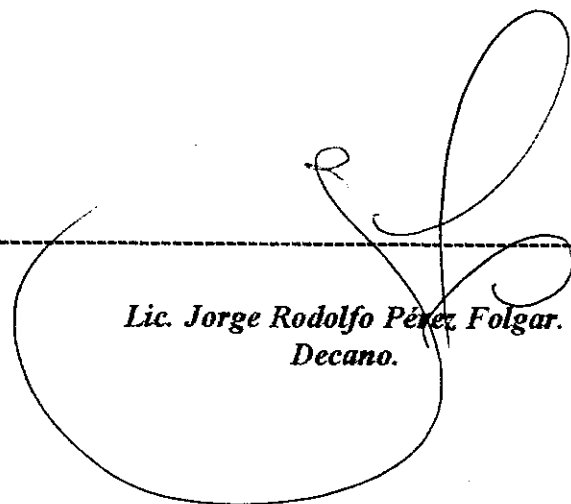
Julio César Portillo Donado.
Autor.



Lic. Eliego Rotundo López García.
Asesor.



Lic. Beatriz Batres de Jimenez.
Directora.



Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar.
Decano.

