

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**CUANTIFICACION DE PLOMO Y ARSENICO EN EL ARROZ DEL
PROGRAMA DE ALIMENTACION Y SALUD ESCOLAR DE EL SALVADOR**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

BEATRIZ GABRIELA LOPEZ LINARES

KATIA MELISA LOPEZ FLORES

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

MARZO, 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ

DIRECCION DE PROCESO DE GRADUACION

DIRECTORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

TRIBUNAL CALIFICADOR

**COORDINADORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: CALIDAD
AMBIENTAL**

MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velázquez

**COORDINADORA DE AREA DE INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y
TOXICOLOGIA**

MAE. Nancy Zuleyma González Sosa

DOCENTES ASESORES

Lic. Freddy Alexander Carranza Estrada

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por habernos dado la sabiduría y las fuerzas para culminar exitosamente nuestra carrera.

Licda. Odette Rauda, MSc. Cecilia Gallardo y MSc. Nancy González por el tiempo y esfuerzos que dedicaron a examinar, evaluar, corregir y validar nuestro trabajo de graduación.

Lic. Freddy Carranza y Lic. Guillermo Castillo, por guiarnos en este trabajo, por todo el tiempo y esfuerzos al asesorarnos durante todo el proyecto para que lográramos culminarlo, por toda la dedicación e interés demostrado.

Agradecemos por todo el apoyo y colaboración que nos brindaron en el **Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas** pero en especial a **Licda. Lorena de Torres, Ing. Flor de María López, Ing. Juan Milton Flores y Lic. Norbis Solano.**

A la **Licda. Rosa Lidia Castillo** quien es Directora de la Escuela Parvularia “Santa Isabel” por permitirnos entrevistarla y proporcionarnos las muestras de arroz que se analizaron.

A todos los docentes que a lo largo de la carrera nos enseñaron porque han contribuido en nuestra formación académica.

Beatriz Gabriela López Linares

Katia Melisa López Flores

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial por darme la vida, salud, sabiduría y fuerzas para poder completar mi carrera universitaria.

A mis padres por proveerme los medios para poder estudiar, darme su cariño, ánimo y sabios consejos.

A mi hermano por su apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado ayudándome.

A mi abuelita Gabriela por mantenerme siempre presente en todas sus oraciones, por su ejemplo de fortaleza y ánimos, por sus consejos.

A mis abuelos Dorita y Luis por el cuidado y amor que siempre me han dado, por todo el conocimiento que me han impartido.

Y en especial al equipo con el que no dudo ir al fin del mundo; por desvelarse y madrugar conmigo, escuchar atentamente mis aflicciones y darme ánimos, por levantarme en mis derrotas y celebrar mis victorias.

A mis estimados docentes asesores **Lic. Freddy Carranza y Lic. Castillo** por su ayuda invaluable.

A **Katia López** por ser mi amiga y compañera en este trabajo, a **su Tía Sonia y Don Abelardo** por su generosa hospitalidad.

Beatriz Gabriela López Linares

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María, por haberme permitido llegar a este triunfo e inspirado mi espíritu para la conclusión de esta tesis.

A la memoria de mi padre. A mi madre que hizo todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme su mano cuando sentía que el camino se hacía más difícil y tener la confianza plena en mí de poder lograrlo.

A mi hermana por su apoyo y paciencia en los momentos más difíciles.

A mi amada abuela, su sabiduría, sus consejos y valores influyo en mí la madurez para lograr todos los objetivos propuestos.

A mis tías y primos, que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda.

A mi novio, por su paciencia, comprensión y estar siempre a mi lado brindándome su apoyo.

A mi amiga y compañera de tesis, que siempre ha estado apoyándome en nuestra formación profesional. A su familia, personas grandiosas que siempre han estado disponibles para brindarme su ayuda en todo momento.

Con mucho cariño a todos ustedes, mis infinitos agradecimientos.

Katia Melisa López Flores

INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xvii
Capítulo II	
2.0 Objetivos	19
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	
3.1 Programa de Alimentación y Salud Escolar	21
3.2 El Arroz	22
3.3 Metales	31
3.4 Absorción Atómica con Horno de Grafito	44
Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	
4.1 Tipo de Estudio	59
4.2 Investigación Bibliográfica	59
4.3 Investigación de Campo	59
4.4 Parte Experimental	61
4.4.1 Preparación de Reactivos	61
4.4.2 Preparación de la Muestra	61
4.4.3 Determinación de Plomo	62
4.4.4 Determinación de Arsénico	67

Capítulo V

5.0 Resultados e Interpretación de Resultados

5.1 Legislación en El Salvador sobre el contenido de Plomo y Arsénico
en el arroz 73

5.2 Resultados del análisis de Plomo en las muestras de arroz 74

5.3 Resultados del análisis de Arsénico en las muestras de arroz 79

Capítulo VI

6.0 Conclusiones 85

Capítulo VII

7.0 Recomendaciones 87

Bibliografía

Anexos

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Entrevista.
2. Tablas Military Estándar
3. Preparación de la muestra de arroz.
4. Determinación de Plomo.
5. Determinación de Arsénico.
6. Normas del Codex Alimentarius.
7. Carta de resultados para la Directora de la Escuela Parvularia "Santa Isabel" de Santa Ana.
8. Informes de resultados.
9. Material, equipo y reactivos.
10. Artículos relacionados.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág.
1. Niños y niñas con refrigerio escolar.	21
2. Planta y grano de arroz.	23
3. Arroz de grano largo.	25
4. Arroz de grano medio.	25
5. Arroz de grano corto.	26
6. Órganos que intervienen en el sistema de detoxificación.	37
7. Metabolismo de las porfirinas.	38
8. Método de adición de estándar.	55
9. Método simple de adición de estándar.	55
10. Preparación de solución stock de plomo.	65
11. Preparación de estándares de plomo.	66
12. Preparación de solución stock de arsénico.	70
13. Preparación de estándares de arsénico.	71
14. Gráfica de resultados del análisis de plomo.	77
15. Gráfica de resultados del análisis de arsénico.	82

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	Pág.
1. Variedades de arroz según estudios realizados por el CENTA.	26
2. Producción y rendimiento de arroz a nivel mundial.	27
3. Canasta Básica Alimentaria y cantidad diaria requerida por persona.	29
4. Gasto en consumo de arroz por hogares Salvadoreños en el año 2010.	29
5. Composición del arroz blanco por 100 g de sustancia.	30
6. Datos para cálculos en la determinación de plomo.	74
7. Resultados del análisis de plomo en las muestras de arroz.	76
8. Datos para cálculos en la determinación de arsénico.	79
9. Resultados del análisis de arsénico en las muestras de arroz.	81

ABREVIATURAS

%	Tanto por ciento
#	Numeral
°C	Grados Celsius
µg	Microgramo
µL	Microlitro
a de J. C.	Antes de Jesucristo
As	Arsénico
BGC-D ₂	Corrección de Fondo con Deuterio
Cd	Cadmio
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal
cm	Centímetro
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
DHHS	Departamento de Salud y Servicios Humanos
dL	Decilitro
Dr.	Doctor
EE.UU. o E.U.A.	Estados Unidos de América
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
FAAS	Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
g	Gramos
GFAAS	Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito
HCl	Acido clorhídrico
hemo	Grupo prostético
HNO ₃	Acido nítrico
HVG-1	Unidad de Generación de Vapor de Hidruros

IARC	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer
INCAP	Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá
IQ	Coeficiente de Inteligencia
Kg	Kilogramo
mA	Miliamperio
mg	Miligramo
mL	Mililitro
mol	Cantidad de sustancia
ng	Nanogramo
nm	Nanómetro
OMS	Organización Mundial de la Salud
Pág.	Página
Pb	Plomo
PbCO ₃	Cerusita
PbCl ₂	Cloruro de plomo (II)
PbO	Oxido de plomo (II)
PbO ₂	Oxido de plomo (IV)
PbS	Galena
PbSO ₄	Anglesita
Pd	Paladio
pH	Potencial de hidrógeno
ppb	Partes por billón
ppm	Partes por millón
Tm	Tonelada métrica
US \$	Dólar Estadounidense

RESUMEN

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal cuantificar plomo y arsénico en el arroz del Programa de Alimentación y Salud Escolar de El Salvador por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Parte de la investigación comprendió realizar un muestreo dirigido y puntual al arroz que recibe la Escuela Parvularia Santa Isabel, en la Ciudad de Santa Ana dentro del Programa de Alimentación y Salud Escolar; recolectando nueve muestras de arroz, que fueron analizadas por duplicado en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en el período de Junio a Noviembre del año 2014.

El resultado promedio del contenido del plomo y arsénico en las muestras de arroz fue de 0.104 ppm y 0.103 ppm respectivamente.

Al comparar los resultados obtenidos con el límite permitido por la norma CODEX STAN 193-1995 para plomo (0.2 ppm) y la propuesta de la Organización Mundial para la Salud del nivel máximo de arsénico permitido en el arroz (0.2 ppm), se concluye que ninguna de las muestras sobrepasó la concentración máxima establecida para ambos metales.

Por lo tanto se recomienda a las autoridades del Ministerio de Educación responsables del proceso de licitación de insumos alimenticios, que exijan comprobantes de análisis de plomo, arsénico y otros metales perjudiciales en los productos alimenticios que las empresas ofertan, para contribuir a la seguridad alimentaria de los niños y las niñas, que ingieren estos granos básicos en el refrigerio escolar.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

El arroz es un alimento de alto consumo, susceptible de presentar elevadas concentraciones de plomo y arsénico y puede por ello, constituir un riesgo para la salud de los consumidores.

La exposición al plomo y arsénico es más peligrosa en niños, ya que los efectos son más dañinos y repercuten en una disminución de la capacidad mental, dificultades de aprendizaje, retardo de crecimiento, irritación del estómago y los intestinos, daño de los vasos sanguíneos, alteraciones de la piel y de los nervios.

En El Salvador, la población podría estar expuesta a la intoxicación con plomo y arsénico debido a que no existen normativas que regulen el contenido de estos y otros metales perjudiciales en el arroz.

Por las razones anteriores esta investigación tuvo como objetivo cuantificar plomo y arsénico en el arroz que recibe la Escuela Parvularia “Santa Isabel” dentro del Programa de Alimentación y Salud Escolar, recolectando nueve muestras de arroz de 2.27 Kg cada una, a las cuales se les cuantificó Plomo utilizando un horno de grafito y arsénico con un generador de vapor de hidruros. La cantidad de plomo detectada se comparó con la Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos CODEX STAN 193-1995 y la cantidad de arsénico detectada se comparó con la Propuesta de la FAO/OMS para el nivel máximo de arsénico.

La investigación se desarrollo durante el año 2014, realizándose la parte experimental en las instalaciones del Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador durante el mes de noviembre del mismo año.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Cuantificar Plomo y Arsénico en el arroz del Programa de Alimentación y Salud Escolar de El Salvador.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1 Investigar si en El Salvador existe legislación que regule el contenido de Plomo y Arsénico en el arroz.
- 2.2.2 Determinar cuantitativamente la presencia de Plomo y Arsénico por el Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica.
- 2.2.3 Comparar los resultados obtenidos con lo que establece el CODEX STAN 193-1995 para el nivel de Plomo y la Propuesta de la FAO/OMS para el nivel máximo de Arsénico.
- 2.2.4 Dar a conocer los resultados de los análisis del arroz a la directora de la Escuela Parvularia “Santa Isabel” de la Ciudad de Santa Ana.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3. MARCO TEORICO

3.1 PROGRAMA DE ALIMENTACION Y SALUD ESCOLAR. (15,21)

El Programa tiene como objetivo contribuir a mejorar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, satisfacer sus necesidades alimentarias inmediatas y fortalecer las acciones educativas a fin de introducir conocimientos y prácticas adecuadas en salud, alimentación y nutrición.

Dentro de sus componentes esta el “Refrigerio Escolar”, para lo cual el Ministerio de Educación hace entregas periódicas de alimentos en crudo a las escuelas, y con el apoyo de la comunidad educativa, principalmente las madres de familia, el alimento es preparado y entregado a los estudiantes, en las primeras horas de cada jornada de clase.

Para el presente año, se han realizado las compras de los productos por medio de la Unidad de Adquisiciones y Contrataciones Institucionales, haciendo uso del presupuesto asignado para ese fin.



Figura N° 1. Niños y niñas con refrigerio escolar.

La preparación del refrigerio escolar incluye arroz, frijoles, aceite vegetal, azúcar, leche y bebida fortificada con vitaminas y minerales que ayudan a suplir las necesidades alimentarias de corto plazo de los estudiantes. Los centros educativos dentro de la modalidad de tiempo pleno reciben todos los días un almuerzo servido que incluye una dieta balanceada en la que se incluye frutas, verduras y carnes.

3.2 EL ARROZ

- HISTORIA Y ORIGEN ⁽⁹⁾

El arroz se ha cultivado desde edades tan remotas que su origen siempre dará lugar a conjeturas. Con certeza, su siembra data desde las primeras edades del hombre y de mucho antes de la era en que se tienen pruebas históricas de que el arroz probablemente era el alimento básico y la primera planta cultivada de Asia.

En China, se han descubierto ejemplares de arroz que datan del tercer milenio a. de J.C. y el término chino de arroz aparece en inscripciones fechadas en el segundo milenio a. de J.C. Las referencias históricas más antiguas se encuentran en escritos chinos de hace unos cinco mil años, en donde se asienta que el arroz era la más importante de las cinco principales plantas alimenticias del país.

Se desconoce la fecha y la forma de introducción de *Oryza sativa* L. al África Occidental, se ha sugerido que lo introdujeron los comerciantes portugueses que visitaban las regiones costeras; los portugueses introdujeron el arroz al Brasil y los Españoles a la América Central y partes de América del Sur. El cultivo en Brasil se menciona en algunos de los primeros relatos de las colonizaciones europeas.

El cultivo del arroz en los E.U.A., data de alrededor de 1646, cuando fue introducido a la región del río James de Virginia y en 1685, cuando se cultivó por primera vez en la colonia de Carolina del Sur, probablemente traído de Madagascar. No sabemos cuál haya sido el país de origen del arroz, pero la fuerza de la evidencia señala hacia la conclusión, de que el centro de origen de *Oryza sativa* L., se encuentra en el sureste de Asia, en particular en India e Indochina, donde se han registrado la mayor diversidad de formas cultivadas. Se extendió en Asia hacia el norte del territorio continental, con el flujo de la cultura humana, se extendió al sur y al este a través del archipiélago Malayo.

- MORFOLOGIA DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) ⁽³³⁾

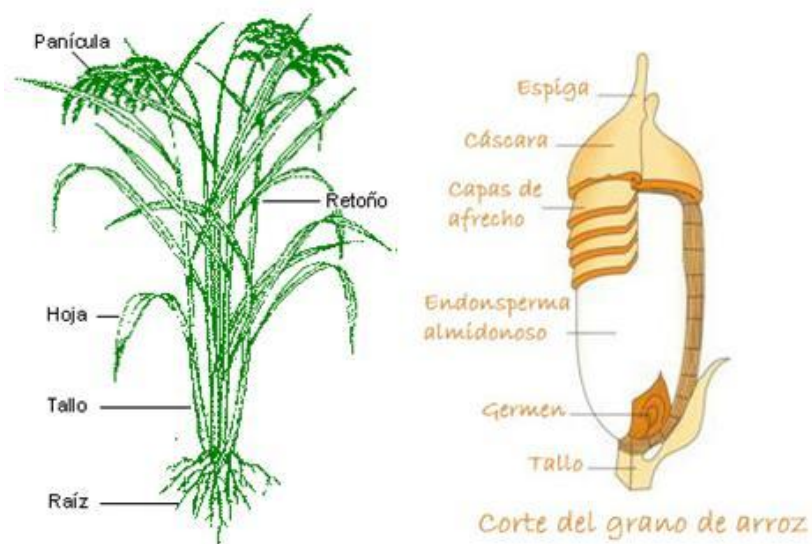


Figura N° 2. Planta y grano de arroz.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*.

- Raíces: Son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las

raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

- Tallo: Se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud.

- Hojas: Son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

- Flores: son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

- Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemas estériles, raquis y el flósculo.

- Grano: Es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariósido) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

- VARIEDADES DE ARROZ (29,30)

Las variedades de arroz se diferencian por su composición química, en particular por el contenido de amilasa y amilopectina, lo que determina la textura y el grado de aglutinación del arroz.

También predominan las que se clasifican por la forma y tamaño del grano como las descritas a continuación:

- **Arroz de grano largo:** Es el tipo de arroz que se produce en El Salvador y es reconocido en el mercado internacional por su alta calidad. Es un grano largo y delgado, es al menos 3 veces más largo que ancho. Supera los 6 milímetros de longitud. La cáscara, el salvado y el germen se eliminan durante tratamiento industrial. Después del cocinado, los granos tienden a permanecer separados debido a su bajo contenido de amilopectina.



Figura N° 3. Arroz de grano largo.

- **Arroz de grano medio:** Es un grano más corto y grueso que el arroz de grano largo y tiene una textura suave y tierna al ser cocido. Su longitud oscila entre 5.2 y 6 milímetros. Es de forma ligeramente redondeado y tiende a empastarse cuando se someten a una cocción demasiado prolongada.



Figura N° 4. Arroz de grano medio.

- **Arroz de grano corto o redondo:** Es prácticamente redondo en su forma. Su longitud es menor a 5.2 milímetros. Tiende a pegarse cuando se le cocina. Se le aplica el mismo tratamiento industrial que a los anteriores (sin cáscara, sin salvado y sin germen).



Figura N° 5. Arroz de grano corto.

En El Salvador a través del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), se han desarrollado una serie de investigaciones para obtener variedades productoras más resistentes a las plagas, todas son de alta adaptabilidad a los ecosistemas propios de esta región. Las variedades se presentan en la tabla N° 1.

Tabla N° 1. Variedades de arroz según estudios realizados por el CENTA

Variedad	Tipo de Cultivo	Año
A-8	Secano	2006
A-9	Secano no favorecido	2008
A-10	Secano favorecido	2008

- **IMPORTANCIA ECONOMICA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA** (22, 26, 29, 30, 33)

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha.

A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, debido a que es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas.

Tabla N°2 Producción y Rendimiento de Arroz a nivel mundial ⁽³³⁾

País	Producción (Tm)	Rendimiento (Kg/ha)
China	190.389.160	6.241
India	135.000.000	3.027
Indonesia	51.000.000	4.426
Vietnam	32.000.000	4.183
Bangladesh	29.856.944	2.852
Tailandia	23.402.900	2.340
Myanmar	20.000.000	3.333
Japón	11.750.000	6.528
Brasil	10.940.500	3.010
Filipinas	12.500.000	3.205
E.U.A.	8.692.800	6.963
Rep. de Corea	7.270.500	6.880
Colombia	2.100.000	4.773
Perú	1.664.700	5.549
Venezuela	737.000	4.913

Tm = tonelada métrica

Kg/ha= kilogramo por hectárea

En El Salvador el arroz es de gran importancia alimenticia; a nivel nacional representa el 5.26% de la estructura de la dieta de la población, siendo mayor su consumo en el área rural en donde alcanza el 5.31% de la dieta contra 4.72% del área urbana, a pesar de que todavía su consumo per cápita (9.0 Kg) es todavía bajo (50%) en relación con el mínimo recomendado por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) que es de 18.0 Kg per cápita.

Desde el marco de seguridad alimentaria, se debe garantizar la ingesta calórica suficiente para satisfacer las necesidades de la población. El crecimiento de esta impone el reto permanente hacia el cumplimiento de ese objetivo.

La Canasta Básica Alimentaria está formada por alimentos que proporcionan la cantidad de calorías necesarias establecidas por la FAO siendo en total 2,200 calorías diarias por persona. Esta cantidad de calorías ha sido fijada como el mínimo de energía necesaria para cubrir las necesidades de energía de una persona adulta.

En este sentido, las estimaciones de calorías diarias para la población de El Salvador se basan en las características de la población y consideran los factores como la edad, peso, talla y sexo.

En la tabla N°3 se muestra los alimentos y gramos diarios por personas requeridos para un adecuado consumo energético. Es decir, la proporción de calorías necesarias, para realizar las actividades cotidianas en El Salvador.

El arroz es parte de la dieta diaria del consumidor salvadoreño, razón por la cual se incluye dentro de la Canasta Básica Alimentaria Urbana y Rural.

Tabla N° 3. Canasta Básica Alimentaria y cantidad diaria requerida por persona.⁽²²⁾

Alimentos	Área Urbana	Área Rural
	Gramos por persona	Gramos por persona
Pan francés	49	-
Tortillas	223	402
Arroz	55	39
Carnes(Res, cerdo, ave)	60	14
Grasas (Aceite, margarina, manteca vegetal)	33	14
Huevos	28	30
Leche Fluida	106	31
Frutas (Naranja, plátano, guineo)	157	16
Frijoles	79	60
Verduras (papa, cebolla, chile verde, tomate, güisquil, repollo)	127	-
Azúcar	69	65

De acuerdo con la información proporcionada por la encuesta de hogares de propósitos múltiples, el gasto promedio mensual en este producto, por hogar es de \$5.70 para el precocido y \$5.30 para el corriente o no precocido (Ver Tabla N° 4).

Tabla N° 4. Gasto en consumo de arroz por hogares Salvadoreños en el año 2010. ⁽²⁶⁾

Tipo de alimento	Gasto promedio mensual del hogar (US \$)	Total de hogares que lo consumen	Gasto total mensual de hogares (US \$)
Arroz precocido	5.70	235,323	1,351,144.6
Arroz corriente	5.30	700,574	3,712,267.3
total de hogares		1,580,199	

- VALOR NUTRICIONAL

Tabla N° 5 Composición del arroz blanco por 100 g de sustancia ⁽³³⁾

Agua (%)	15.5
Proteínas (g)	6.2
Grasas (g)	0.8
Carbohidratos (g)	76.9
Fibra (g)	0.3
Cenizas (g)	0.6
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0.4
Sodio (mg)	2
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0.09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0.03
Niacina (Ácido nicotínico) (mg)	1.4
Calorías	351

% = porcentaje mg = miligramos
g = gramos

- EL ARROZ Y LOS METALES PESADOS ⁽²⁷⁾

El arroz constituye la base de la dieta para la mitad de la población mundial, especialmente en los países en vías de desarrollo, en los cuáles llega a aportar hasta el 70% de la energía diaria. Este cereal, sin embargo, contiene también elementos traza tóxicos entre los cuales As, Pb y Cd han sido los más estudiados.

Diversos trabajos realizados en la pasada década en alimentos comercializados en occidente evidenciaron, que las concentraciones del As total en el arroz, superaban las halladas en otros productos de origen vegetal. Ello ha producido que en los últimos años se incrementen notablemente las investigaciones sobre

este cereal, habiéndose detectado elevadas concentraciones de As en muestras comercializadas en Taiwán (0,76 $\mu\text{g g}^{-1}$), Vietnam (0,697 $\mu\text{g g}^{-1}$).

Los niveles de As en el grano están influenciados por las condiciones de cultivo, debido al incremento del As en el agua de riego o en el suelo. Por ello, en las áreas contaminadas con As, como el sudeste de Asia, la contaminación del arroz por As ha sido considerada como un desastre. (Ver anexo 10)

3.3 METALES

- PLOMO ^(3, 34)

Su símbolo es Pb, su número atómico es 82 y su masa atómica es 207.2 g/mol.

El plomo es un metal de color gris azulado que pierde su brillo cuando se expone al aire.

Es muy suave y maleable con gran facilidad para ser fundido, para generar alambres y para extruirlo. Existen diferentes isótopos de este elemento con número de masa de: 204 (1.5 %), 206 (23.6%), 207 (22.6 %) y 208 (52.3 %). Por decaimiento de tres elementos radiactivos se obtiene ^{206}Pb , de la serie de uranio; ^{208}Pb de la serie de Torio y ^{207}Pb de la serie de Actinio.

La estructura del metal es cúbica centrada en la cara, la longitud de la celda es de 4.9389 nm y el número de átomos por celda unitaria es de 4.

Existe en el cuerpo humano a ciertos niveles sin causar efectos adversos, sin embargo, un incremento en estos niveles genera problemas graves a la salud, los cuales, en conjunto se conocen con el nombre de plumbismo. En experimentos con animales se ha observado que el plomo es un elemento esencial. El plomo es un producto muy importante en la industria moderna. Esta importancia se debe a propiedades como: Bajo punto de fusión, alta densidad,

baja dureza, resistencia a ácidos, estabilidad química en aire, agua y tierra, principalmente.

Este metal junto con el cobre, oro y plata son los primeros que utilizó el hombre. Se tienen pruebas del uso del plomo por los egipcios, griegos y romanos, tanto para una utilidad práctica, como estética. Se ha encontrado plomo en estructuras de edificios griegos y en cañerías usadas en el imperio romano, algunas de las cuales aun son usadas en Gran Bretaña.

Tanto el plomo, como sus compuestos son venenos acumulativos por lo que deben manipularse con mucho cuidado, no ponerse en contacto con alimentos, ni otras sustancias que serán ingeridas.

Se encuentra en la naturaleza formando una gran variedad de minerales, entre los que se encuentran principalmente la galena (PbS), la anglesita (PbSO_4) y la cerusita (PbCO_3). Se obtiene de ellos por métodos pirometalúrgicos o electroquímicos.

Los principales usos de este metal y sus compuestos son: en baterías, pigmentos, aleaciones, cerámica, plásticos, municiones, soldaduras, cubiertas de cables, plomadas y armamento. También se usa en la elaboración de equipo usado en la fabricación de ácido sulfúrico, en el refinamiento de petróleo, reacciones de halogenación y sulfonación. Además, su uso para atenuar ondas de sonido, radiación atómica y vibraciones mecánicas, va en aumento. En estas últimas aplicaciones, se aprovecha la suavidad y densidad alta del plomo para formar aleaciones que son las que realmente se usan.

A partir de él se sintetizan otros productos como el tetraetilo de plomo y otros derivados y en la protección para radiaciones y rayos X.

El plomo no se degrada cuando entra al medio ambiente, pero los compuestos de plomo son transformados por la luz natural, el aire y el agua. Cuando se

libera plomo al aire, puede moverse largas distancias antes de depositarse en el suelo. Una vez que cae al suelo, generalmente se adhiere a partículas del suelo. La movilización del plomo desde el suelo al agua subterránea dependerá del tipo de compuesto de plomo y de las características del suelo.

- RIESGOS A LA SALUD (3, 34)

El plomo en sus diferentes formas, entra al organismo por inhalación e ingestión, por lo que se absorbe al sistema circulatorio a través de los pulmones y el tracto digestivo y se excreta por las vías urinarias y las heces. Generalmente se elimina completamente, sin embargo una exposición excesiva permite que parte de ese plomo no logre hacerlo provocando una intoxicación. Los síntomas de una intoxicación con plomo incluyen anemia, fatiga, dolor de cabeza, insomnio, hipotensión y pérdida de peso. Pueden presentarse también, disturbios gastrointestinales y manifestaciones más severas como daño al sistema nervioso y a los riñones. Físicamente se observa palidez, mal nutrición, inflamación estomacal y una línea azul oscura en las encías, pero solo en el caso de una higiene dental pobre. También se presentan problemas neuromusculares, acompañados de fatiga motriz, la cual va progresando hasta convertirse en parálisis. La intoxicación con plomo se confirma con estudios en orina y sangre.

Los efectos tóxicos sobre pulmones y tracto digestivo del plomo dependen de factores como el tamaño de partícula y la composición química del plomo y sus compuestos. Así, las partículas pequeñas y los compuestos muy solubles en agua, como el cloruro y el óxido, entrarán más rápidamente al sistema circulatorio. Los compuestos poco solubles como el sulfato y carbonato, son peligrosos en forma de polvo. De los compuestos de plomo, los que se han encontrado más tóxicos son el carbonato y monóxido.

Su toxicidad se debe principalmente, a que es acumulativa y la manifestación de los síntomas de intoxicación se conoce como plumbismo.

Es conveniente hacer determinaciones periódicas de la concentración de plomo en la sangre y orina de personas que tienen contacto constante con estos productos. En la orina, empieza a aparecer ácido -aminolevulínico, cuando los niveles de plomo en la sangre exceden de 40 μg de Pb/100 ml. Cuando la concentración es entre 40 - 60 μg de Pb/100 ml, aparecen otros síntomas como reticulosis leve e incremento en la excreción por orina de coproporfirina III.

Desde luego, estos peligros de intoxicación pueden disminuirse o, incluso, evitarse utilizando una ventilación adecuada en los sitios de trabajo, utilización del equipo personal de seguridad y, en general, siguiendo las normas de higiene y seguridad para estos casos.

Los efectos tóxicos del plomo pueden ser más pronunciados en el feto, por lo que las mujeres embarazadas, deben tener cuidado especial al exponerse a este producto. De hecho se sabe que compuestos como PbCO_3 , PbCl_2 , PbO y PbO_2 , pueden atravesar la placenta y provocar graves problemas en el feto, incluso la muerte. También se ha informado que tienen efectos teratogénicos en algunas especies animales.

No hay evidencia definitiva de que el plomo produzca cáncer en seres humanos. Algunas ratas y ratones que recibieron dosis altas de un cierto tipo de compuesto de plomo desarrollaron tumores en el riñón. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS), ha determinado que es razonable predecir que el plomo y los compuestos de plomo son carcinogénicos en seres humanos. La EPA ha determinado que el plomo es, probablemente carcinogénico en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), ha determinado que el plomo inorgánico probablemente es carcinogénico en seres humanos y que no hay suficiente

información para determinar, si los compuestos orgánicos de plomo pueden producir cáncer en seres humanos.

- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA TOXICIDAD DEL PLOMO (8, 19, 20, 35)

- EDAD

Los niños pequeños absorben plomo con más facilidad que la personas mayores, ya que los niños son más susceptibles que los adultos en el sentido, de que los efectos tóxicos ocurren a concentraciones sanguíneas de plomo más bajas. No se ha estudiado la susceptibilidad de las personas ancianas en comparación con adultos jóvenes.

Los lactantes y niños de edad preescolar constituyen un grupo muy expuesto en lo que concierne a la ingestión y absorción de plomo. Las contribuciones relativas de los alimentos, el agua y el aire son difíciles de estimar, debido a las diferencias en la dieta (por ejemplo, la leche) y a la mayor actividad metabólica en los niños pequeños. Además, la absorción intestinal de plomo por los niños pequeños y, en particular por los lactantes, tal vez sea superior a la de los adultos. La absorción admisible de plomo en niños de edad preescolar, ha de ser inferior al límite de 3 mg/semana recomendado provisionalmente para los adultos.

Mientras menos edad tienen, el intestino absorbe más plomo, 5 a 10 veces, que niños mayores y los adultos, especialmente con el estómago vacío. La absorción intestinal de plomo en niños aumenta en casos de deficiencia de hierro, calcio y zinc, que son condiciones comunes. Todas estas condiciones favorecen un mayor riesgo de toxicidad en los niños.

- SISTEMA INMUNITARIO FRENTE A AGENTES TÓXICOS EXTERNOS

Los xenobióticos son sustancias consideradas extrañas por el organismo, o bien productos que aun siendo afines a él, se encuentran en cantidades anormalmente elevadas

La respuesta inmunitaria es el proceso por el cual el organismo reconoce y defiende de las sustancias nocivas para ello, el sistema inmunitario detecta y reacciona frente a los antígenos -generalmente proteínas- que se encuentran en la superficie de estas sustancias nocivas.

La primera línea de defensa del organismo implica mecanismos físicos, químicos y biológicos como la piel, las mucosas o el pH ácido del estómago. Cuando estas barreras naturales fracasan el sistema inmunitario actúa mediante dos vías: la inmunidad innata y la adquirida.

La inmunidad innata es capaz de controlar casi la totalidad de los agentes patógenos que entran en el organismo. Es la primera en actuar y no requiere de sensibilización previa, por lo que también se conoce como inmunidad inespecífica.

La inmunidad innata intervienen principalmente células con capacidad fagocítica y células conocidas como natural killer.

Por otro lado la inmunidad adquirida es específica y tiene memoria, se activa contra un antígeno específico y una vez que ha habido un primer contacto con este, la respuesta desencadenada es más rápida y potente en contactos posteriores.

Pero en los niños el sistema inmune todavía no está bien desarrollado, y esto provoca que los xenobióticos causen más daño a los infantes que a las personas adultas.

Sistema de detoxificación

Se entiende por detoxificación todos los procesos por los que las toxinas movilizadas se metabolizan para ser neutralizadas y convertidas a formas menos tóxicas y asegurar su excreción y eliminación. Este sistema de detoxificación está comprometido en los infantes debido a que en esta etapa recién se están formando las líneas de defensa del organismo y en los ancianos porque sus defensas ya van en deterioro.

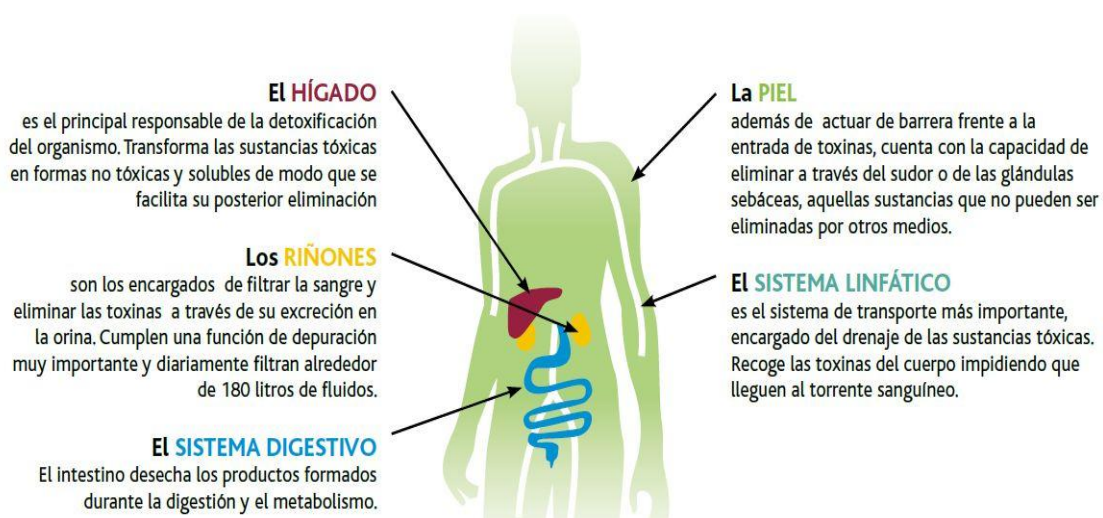


Figura N° 6. Órganos que intervienen en el sistema de detoxificación.⁽³⁵⁾

El Hígado es el órgano donde se producen la mayor parte de procesos metabólicos y el que juega el papel más importante en la detoxificación. Transforma las sustancias tóxicas en formas no tóxicas e hidrosolubles.

Los riñones son los encargados de eliminar esas toxinas a través de su excreción en la orina. Diariamente filtran alrededor de 180 litros de fluidos.

- NUTRICION

Se tienen pocos informes de estudios que contribuyan a las variables nutricionales, un efecto definido sobre la toxicidad del plomo en el hombre. La ferropenia y la exposición plúmbica afectan el metabolismo de las porfirinas (Ver figura N° 7) en la etapa en la cual la protoporfirina IX se convierte en hemo. De ello, se deriva un efecto aditivo.

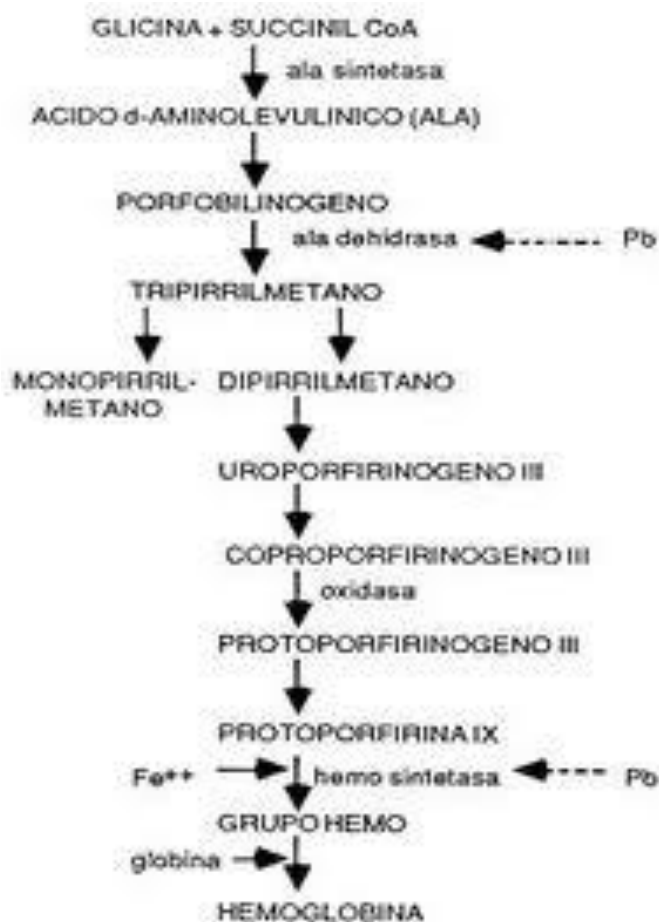


Figura N° 7. Metabolismo de las porfirinas.⁽²⁰⁾

La presencia del plomo disminuye la producción del núcleo heme, lo que afecta la habilidad del organismo de producir hemoglobina. El plomo inhibe la

dehidratasa del ácido d-amino levulínico y la actividad de la ferroquelatasa. La ferroquelatasa cataliza la inserción del hierro a la protoporfirina IX y es muy sensible al efecto del plomo. Con la disminución de la actividad de esta enzima aumenta la protoporfirina del glóbulo rojo. En presencia del plomo, aumenta el ácido d-amino levulínico, en sangre y plasma, así como la protoporfirina libre. Se estima que un nivel de plomo en sangre de 50 $\mu\text{g/dL}$ en adultos con exposición ocupacional y de alrededor de 40 $\mu\text{g/dL}$ en niños, representan el umbral de anemia, aunque otros estudios en niños sugieren un umbral más bajo (25 $\mu\text{g/dL}$).

El plomo puede causar dos tipos de anemia, a menudo acompañadas con inclusiones basófilas de los eritrocitos jóvenes. Una exposición severa aguda se asocia con anemia hemolítica. La anemia no es una manifestación temprana de la intoxicación con plomo; solo se hace evidente con exposiciones altas y prolongadas. En casos de exposición crónica, el plomo produce anemia, porque interfiere con la síntesis del núcleo heme y disminuye el promedio de vida de los eritrocitos (Ver figura N° 7).

La anemia es hipocrómica y normocítica o microcítica asociada a reticulocitosis. La alteración de la síntesis del núcleo heme también afecta otros procesos biológicos del sistema nervioso, renal, endocrino y hepático.

En niños existe una correlación inversa entre los niveles de plomo en la sangre y los niveles de vitamina D. El plomo previene la conversión de la vitamina D a 1, 24-dihidroxitamina D. Esta hormona, que mantiene el equilibrio del calcio intracelular y extracelular, además puede limitar el crecimiento, maduración y desarrollo de los huesos y dientes. Estos efectos son evidentes en casos de exposición crónica con niveles sanguíneos elevados (62 $\mu\text{g/dL}$) y desnutrición crónica, especialmente relacionada a deficiencia de calcio, fosforo y vitamina D.

En casos severos de envenenamiento, los niños o adultos pueden quejarse de cólicos severos, que pueden ser considerados equivocadamente como apendicitis o abdomen agudo.

- ARSENICO ⁽¹⁾

El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre. Ha sido clasificado químicamente como un metaloide, con propiedades, tanto de metal como de elemento no metálico; sin embargo, se le refiere frecuentemente como un metal. El arsénico elemental (llamado también arsénico metálico) es un material sólido de color gris acero. Sin embargo, en el ambiente, el arsénico generalmente se encuentra combinado con otros elementos, como por ejemplo oxígeno, cloro y azufre. El arsénico combinado con estos elementos se conoce como arsénico inorgánico. El arsénico combinado con carbono e hidrógeno se conoce como arsénico orgánico.

La mayoría de los compuestos inorgánicos y orgánicos de arsénico son polvos de color blanco que no se evaporan. No tienen olor y la mayoría no tiene ningún sabor especial. Por esta razón, generalmente no se puede saber si están presentes en los alimentos, el agua o el aire.

El arsénico inorgánico se encuentra naturalmente en el suelo y en muchos tipos de rocas, especialmente en minerales que contienen cobre o plomo.

El arsénico se encuentra en el suelo y en minerales y por lo tanto puede entrar al aire, al agua y al suelo en polvo que levanta el viento. También puede entrar al agua en agua de escorrentía o en agua que se filtra a través del suelo. Las erupciones volcánicas constituyen otra fuente de arsénico. El arsénico está asociado con minerales que se minan para extraer metales, como por ejemplo cobre y plomo, y puede entrar al ambiente cuando se extraen o funden estos minerales. También se pueden liberar a la atmósfera cantidades pequeñas de

arsénico desde plantas de carbón y desde incineradores, porque a menudo el carbón y los productos de desecho contienen arsénico.

El arsénico no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma o puede adherirse o separarse de partículas. Puede cambiar de forma al reaccionar con oxígeno o con otras moléculas presentes en el aire, el agua o el suelo, o por la acción de bacterias que viven en el suelo o el sedimento. El arsénico que liberan plantas de energía y otros procesos de combustión generalmente está adherido a partículas muy pequeñas. El arsénico contenido en polvo que levanta el viento se encuentra generalmente en partículas más grandes. Estas partículas se depositan en el suelo o son removidas del aire por la lluvia. El arsénico que está adherido a partículas muy pequeñas puede permanecer en el aire varios días y puede moverse largas distancias. Muchos compuestos comunes de arsénico pueden disolverse en agua. Por lo tanto, el arsénico puede pasar a lagos, ríos o al agua subterránea disolviéndose en el agua de lluvia o la nieve o en desagües industriales. Cierta cantidad de arsénico se adherirá a partículas en el agua o a sedimento del fondo de lagos o ríos, mientras que otra porción será arrastrada por el agua. Al final, la mayor parte del arsénico termina en el suelo o en el sedimento. Aunque algunos peces y mariscos incorporan arsénico que puede acumularse en los tejidos, la mayor parte de este arsénico se encuentra en una forma orgánica llamada arsenobetaina (llamada comúnmente arsénico de pez) que es mucho menos peligrosa.

La concentración de arsénico en el suelo varía ampliamente, en general entre aproximadamente 1 y 40 partes de arsénico por millón de partes de suelo (ppm) con un promedio de 3 a 4 ppm. Sin embargo, los suelos cerca de depósitos geológicos ricos en arsénico, cerca de algunas minas y fundiciones, o en áreas agrícolas donde se usaron plaguicidas con arsénico en el pasado, pueden tener niveles de arsénico mucho más altos. Generalmente, la concentración de

arsénico en agua de superficie o subterránea es aproximadamente 1 parte de arsénico por billón de partes de agua (1 ppb), pero puede exceder 1,000 ppb en áreas de minería o donde los niveles de arsénico en el suelo son naturalmente elevados. Generalmente, el agua subterránea contiene niveles de arsénico más altos que el agua de superficie.

Normalmente, cantidades pequeñas de arsénico entran al cuerpo en el aire que se respira, el agua que se bebe y los alimentos que se comen. De éstas fuentes, los alimentos son la fuente principal de arsénico. La fuente principal de arsénico en la dieta son los mariscos, seguidos por el arroz/cereales de arroz, hongos y aves de corral.

Si se ingiere arsénico en agua, tierra o alimentos, la mayor parte del arsénico puede pasar rápidamente a la corriente sanguínea. La cantidad que pasa a la sangre dependerá de la cantidad y del tipo de arsénico que se ingiera. Esta es la manera más probable de exposición cerca de un sitio de residuos. Si se respira aire que contiene polvos de arsénico, muchas de las partículas de polvo se depositarán en el interior de los pulmones. La mayoría del arsénico en estas partículas pasa de los pulmones a la sangre. Este tipo de exposición puede ocurrir cerca de un sitio de desechos, en donde se permite que los suelos contaminados con arsénico sean levantados al aire por el viento, o si se trabaja con suelo o productos que contienen arsénico. Si la piel entra en contacto con suelo o agua contaminada con arsénico, solamente una pequeña cantidad entrará al cuerpo a través de la piel, por eso, este tipo de exposición no es muy importante.

Tanto la forma inorgánica como la forma orgánica de arsénico abandonan el cuerpo en la orina. La mayoría del arsénico abandona el cuerpo en unos días, pero una cantidad permanecerá en el cuerpo durante meses o más tiempo.

Desde la antigüedad se sabe que el arsénico es un veneno para el ser humano, y dosis altas (más de 60,000 ppb en el agua, lo que equivale a niveles 10,000 veces mayores que 80% de los niveles que se encuentran en el agua potable en EE. UU.), pueden ser fatales. Si se consumen niveles de arsénico más bajos (entre 300 y 30,000 ppb en el agua; 100 a 1,000 veces mayores que la mayoría de los niveles en el agua potable en EE. UU.), puede sufrir irritación del estómago y los intestinos, acompañado de dolor de estómago, náusea, vómitos y diarrea. Otros efectos que puede sufrir incluyen reducción de la producción de glóbulos rojos y blancos, lo que puede causar fatiga, ritmo cardíaco anormal, daño de los vasos sanguíneos (lo que produce contusiones) y alteraciones de la función de los nervios (lo que produce una sensación de hormigueo en las manos y los pies).

Tal vez el efecto más característico de la exposición oral prolongada a arsénico inorgánico es un cuadro de alteraciones de la piel. Estas incluyen un oscurecimiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas en la palma de las manos, la planta de los pies y el torso, a menudo asociados con alteraciones en los vasos sanguíneos de la piel. También se puede desarrollar cáncer de la piel. También se ha observado que tragar arsénico aumenta el riesgo de desarrollar cáncer del hígado, la vejiga y los pulmones. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la EPA han determinado que el arsénico inorgánico es reconocido como sustancia carcinogénica en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el arsénico inorgánico es carcinogénico en seres humanos.

Los niños están expuestos al arsénico de manera similar que los adultos. Debido a que el arsénico se encuentra en el suelo, el agua, los alimentos y el aire, puede entrar al cuerpo de los niños en el aire que respiran, el agua que beben y los alimentos que consumen. Como los niños tienden a comer o beber

una menor variedad de alimentos y bebidas que los adultos, la ingestión de jugos o fórmulas infantiles preparadas con agua contaminada con arsénico puede representar una fuente de exposición significativa. Además, debido a que los niños juegan a menudo en la tierra y se llevan las manos a la boca y en ocasiones ingieren tierra intencionalmente, la ingestión de tierra contaminada puede ser una fuente de exposición más importante que para los adultos.

Los niños que están expuestos al arsénico inorgánico pueden sufrir efectos similares a los adultos expuestos: irritación del estómago y los intestinos, daño de los vasos sanguíneos, alteraciones de la piel y de los nervios. Así, todos los efectos observados en adultos podrían ocurrir en niños. También hay alguna evidencia que sugiere que la exposición prolongada de niños al arsénico puede causar cocientes de inteligencia (IQ) bajos. No se sabe si la absorción de arsénico desde los intestinos es diferente en niños que en adultos. Hay alguna evidencia de que la exposición al arsénico en el útero y durante la infancia puede aumentar la tasa de mortalidad en adultos jóvenes.

3.4 ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO ⁽⁴⁾

- GENERALIDADES: ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA

Dentro de los métodos espectrométricos de análisis para identificar y cuantificar elementos presentes en distintas matrices, se encuentra la espectrometría óptica atómica. Este método convierte elementos presentes en una muestra en átomos o iones elementales en estado gaseoso, por medio de un proceso denominado atomización.

Los dos métodos más utilizados para lograr la atomización de la muestra incluyen la aplicación de una llama (empleada en la absorción atómica con llama, FAAS) o el uso de energía electrotérmica en horno de grafito.

La técnica de GFAAS permite bajar los límites de detección al rango de partes por billón (ppb) con una instrumentación relativamente sencilla y sin los esfuerzos y pérdidas de tiempo que conllevan las técnicas de extracción previa.

- FUNDAMENTO TEORICO (GFAAS)

El principio del método se basa en la absorción de luz por parte de un elemento en estado atómico. La longitud de onda a la cual la luz es absorbida es específica de cada elemento.

Se mide la atenuación de la intensidad de la luz como resultado de la absorción, siendo la cantidad de radiación absorbida proporcional a la cantidad de átomos del elemento presente.

El método involucra fundamentalmente 2 procesos: la atomización de la muestra y la absorción de radiación proveniente de una fuente por los átomos libres. El tratamiento de la muestra hasta la atomización comprende las siguientes etapas:

Secado. El objetivo de esta etapa es la evaporación del solvente. La muestra inyectada (2-20 μL) en el horno de grafito es sometida a una temperatura algo inferior al punto de ebullición del solvente (80-180 $^{\circ}\text{C}$). Aquí se evaporan el solvente y los componentes volátiles de la matriz.

Calcinado. El próximo paso del programa es el calcinado por incremento de la temperatura, para remover la mayor cantidad de material (materia orgánica) de la muestra como sea posible, sin pérdida del analito. La temperatura de calcinación usada varía típicamente en el rango de 350 a 1600 $^{\circ}\text{C}$. Durante el calcinado, el material sólido es descompuesto mientras que los materiales refractarios, como por ejemplo los óxidos, permanecen inalterados.

Atomización. En esta etapa, el horno es calentado rápidamente a altas temperaturas (1800-2800 $^{\circ}\text{C}$) para vaporizar los residuos del paso de calcinado.

Este proceso lleva a la creación de átomos libres en el camino óptico. Se mide la absorbancia durante este paso. La temperatura de atomización depende de la volatilidad del elemento.

Usualmente se agrega una cuarta etapa para limpieza del horno a una temperatura algo superior a la temperatura de atomización. Cuanto mejor sea la separación de los elementos concomitantes del analito, mejor será la atomización y la determinación estará más libre de interferencias.

- ATOMIZADORES ELECTROTÉRMICOS

En este sistema, la atomización tiene lugar en un tubo cilíndrico de grafito, abierto en ambos extremos y que tiene un orificio central para la introducción de la muestra mediante un inyector automático. El tubo tiene unos 5 cm de largo y un diámetro interno algo menor a 1 cm (existen por supuesto aparatos de dimensiones distintas). Este tubo intercambiable se ajusta perfectamente a un par de contactos eléctricos que se ubican en los dos extremos del mismo. Estos contactos se mantienen dentro de un módulo refrigerado por agua. Dos corrientes de gas inerte circulan por este módulo: una corriente externa que evita la entrada de aire exterior y permite que dentro del tubo se alcance la atomización de la muestra y una corriente interna que fluye por entre los dos extremos del tubo y sale por el orificio central del compartimiento de muestra. Esta corriente no sólo elimina el aire sino que sirve también para desalojar los vapores generados a partir de la matriz de la muestra durante las dos primeras etapas de calentamiento.

Se ha demostrado que reduciendo la porosidad natural del tubo de grafito pueden disminuirse algunos efectos de la matriz y mejorarse la reproducibilidad en aquellos aspectos asociados al proceso de atomización. Para mitigar este efecto, suele recubrirse la superficie de grafito con una fina capa de grafito pirolítico, que permite sellar los poros del horno.

Existen dos tipos de hornos de grafito: con plataforma incorporada y sin plataforma.

Los hornos provistos de plataforma (Plataforma L`vov) poseen una pieza de grafito pirolítico sólido que contiene una depresión central para contener el líquido. La muestra se evapora y se calcina sobre esta plataforma de acuerdo con el programa de temperatura establecido previamente.

Existe un mínimo de contacto físico entre el tubo y la plataforma, ya que la plataforma es sostenida sólo por los bordes. El efecto de la plataforma es retrasar la atomización de la muestra. El aumento de temperatura es controlado dentro del tubo, debido a que un aumento brusco en la misma retrasa la atomización, ya que la muestra no tiene el tiempo de contacto suficiente con la pared del horno. De este modo, se obtienen picos más reproducibles.

La atomización del analito que ocurre en la plataforma se desarrolla en un ambiente significativamente más caliente que si hubiese ocurrido en la pared del tubo de grafito. Uno de los beneficios de la plataforma es proporcionar un ambiente a elevadas temperaturas cuando se da el proceso de atomización; de este modo, se consigue disminuir las interferencias y las señales de fondo generadas por los elementos volátiles.

Sin embargo, las plataformas pirolíticas poseen limitaciones prácticas. El volumen de muestra que puede ser descargado dentro de la plataforma está limitado a un máximo de 40 μL . Las plataformas también pueden causar una pequeña reducción en el rendimiento de la luz, por lo que la alineación es crítica para asegurar un máximo de beneficio. Además, se requieren programas térmicos que alcancen temperaturas más elevadas.

Los tubos de grafito pueden adquirir dos posiciones distintas dentro del instrumento según la forma en que fue diseñado: en posición longitudinal o transversal respecto al haz de luz proveniente de la lámpara de cátodo hueco.

Cuando el tubo de grafito se encuentra ubicado longitudinalmente, debe refrigerarse por los extremos. Como resultado, se genera siempre un gradiente de temperatura y la porción adyacente a los contactos eléctricos está más fría que la región central. Este gradiente de temperatura puede causar que átomos y moléculas vaporizadas se condensen en forma difusa al final del tubo. Esto produce habitualmente interferencias del tipo de remoción incompleta del analito o de la matriz, que provoca un aumento en la magnitud de la absorción de la señal de fondo durante la atomización. Además, incrementa el efecto “memoria” que ocurre cuando una porción del analito durante la atomización de la muestra actual permanece en el tubo contribuyendo a la señal analítica de la siguiente muestra. Para minimizar este efecto “memoria”, la mayoría de los tubos en posición longitudinal utilizan uno o más pasos de limpieza en el programa de temperatura luego del paso de atomización. Dicha etapa de limpieza implica la aplicación de un flujo de gas inerte por unos segundos a una temperatura igual o mayor que la temperatura de atomización, con el fin de remover los componentes residuales de la muestra. Se debe tener en cuenta, además, que este paso adicional reduce la vida útil del tubo.

Los tubos de grafito transversales eliminan los problemas asociados con los dispuestos en forma longitudinal. Los tubos transversales incluyen dispositivos de cada lado, los cuales están insertas en los contactos eléctricos. Cuando se aplica la potencia eléctrica, el tubo se calienta alrededor de su circunferencia (transversalmente). Calentándose de esta forma, el tubo reduce los problemas de condensación que ocurren en el sistema anterior. Una ventaja adicional de los sistemas de tubos transversales es que permiten la corrección por efecto Zeeman y proveen una mejora significativa en el rendimiento de la luz. El efecto Zeeman es el cambio del espectro atómico cuando un átomo es modificado por acción de un campo magnético: la señal de absorción única se desdobra en dos o más componentes simétricamente dispuestos en torno a la posición normal de

absorción. Por otro lado, el espectro de la absorción de fondo no es usualmente afectado por campos magnéticos.

- GENERALIDADES DE LA METODOLOGIA DE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO (GFAAS).

Un volumen pequeño de muestra, usualmente entre 2 a 20 μL , es adicionado directamente en el tubo de grafito revestido pirolíticamente. Dicho revestimiento lo vuelve resistente a los procesos de oxidación que ocurren dentro del tubo, aumentando así su vida útil y haciéndolo impermeable a líquidos, para evitar su ingreso al interior; todo esto mejora la sensibilidad y reproducibilidad de las medidas en GFAAS.

Este tubo es calentado por el pasaje de una corriente eléctrica controlada a través de una serie de pasos programados para remover el solvente y la mayor parte de componentes de la matriz. Luego se atomiza la muestra para generar vapores atómicos.

Todo el analito que se introduce en el tubo de grafito es atomizado; los átomos son retenidos y posicionados en el camino óptico por un período de tiempo mayor que en el caso del método que utiliza llama (FAAS), para lograr la atomización. Como consecuencia de esto, la sensibilidad y el límite de detección son muy bajos, del orden de partes por billón. Esto puede atribuirse principalmente al hecho de que el solvente no está presente al mismo tiempo que el analito, y a la ausencia de dilución que ocurre en FAAS por el gas portador.

Aunque el estado atómico está sujeto a interferencias, éstas son de una naturaleza distinta a las encontradas en la atomización por llama, y pueden ser controladas básicamente cambiando las condiciones analíticas y mediante la adición de modificadores de matriz, lo que minimiza la etapa de preparación de muestra y la introducción de errores.

- INTERFERENCIAS ESPECTRALES

- EMISION INTERFERENTE

Ocurre cuando la radiación de un “cuerpo negro” alcanza el detector; este problema se manifiesta por aumento de la señal variable (ruido) que disminuye el desempeño analítico.

El potencial observado para la emisión interferente se incrementa con la longitud de onda; tal es el caso de elementos como el cromo, calcio o bario. La emisión interferente se controla primeramente con un diseño de la óptica del espectrómetro. El analista debe prestar particular atención a la alineación del camino óptico y al mantenimiento, ya que pueden ocasionar problemas de interferencias; asimismo, la limpieza de las ventanas de los compartimientos es de especial importancia para evitar radiaciones de cuerpos negros.

Finalmente, se debe considerar como un factor de suma importancia la temperatura de atomización, la cual no debe ser mayor que la requerida para atomizar en forma eficiente el analito; esto último minimiza la radiación de cuerpos negros y prolonga la vida útil del tubo de grafito.

- ABSORCION DE FONDO

La interferencia espectral más importante son los problemas surgidos a partir de la absorción de fondo; esta es una atenuación no específica de la luz a la longitud de onda del analito, ocasionada por componentes presentes en la matriz de la muestra. Estas bandas de absorción se deben normalmente a absorción molecular o a dispersión de la luz causada por compuestos sin disociar de la matriz en el camino óptico durante la atomización.

Como se trata de bandas de absorción, la probabilidad que se superponga con la longitud de onda del analito es significativa.

Las técnicas para controlar la absorción de fondo se aplican a casi todos los trabajos en GFAAS. Estas técnicas incluyen tratamiento de la muestra (ej., modificadores de matriz) y compensación espectral por técnicas de corrección de fondo ópticas (técnica de corrección con lámpara de deuterio).

- METODOS PARA CORRECCION DE LAS INTERFERENCIAS ESPECTRALES

El propósito del paso de calcinación es volatilizar todos los componentes de la matriz antes de la atomización del analito. Si este proceso fuera 100% eficiente, no existiría absorción de fondo. Sin embargo, la remoción de la matriz durante la calcinación está limitada por la temperatura a la cual se pierden los átomos del analito.

El grado de remoción de la matriz durante la calcinación depende de la volatilidad relativa de los componentes de la matriz y el analito. Es deseable que la matriz sea más volátil que el analito, para que la mayor cantidad del mismo sea impulsado fuera durante la calcinación y que el analito no se pierda.

La volatilidad relativa de la matriz y el analito puede ser controlada por agregado de modificadores de matriz. Los procedimientos clásicos de modificadores de matriz involucran la adición de éste a la muestra que contiene el analito con el propósito de hacerlo menos volátil, y permite el uso de temperaturas de calcinación más altas para promover la remoción de la matriz.

El uso de mezclas de modificadores, como el de paladio y nitrato de magnesio, es recomendado para muchas determinaciones en horno de grafito. Dichas mezclas de modificadores proveen mejores resultados; sin embargo, no son de aplicación universal.

Otra estrategia para corregir interferencias espectrales es variar el volumen de inyección, cuando la sensibilidad no es una limitante. Volúmenes mayores

contienen mayor cantidad de átomos del analito, mejorando la capacidad de detectar menores concentraciones del mismo. Sin embargo, volúmenes mayores contienen también mayores cantidades de otros componentes de la muestra. Cuando la absorción de fondo limita la calidad del análisis, es frecuente reducir el volumen de la muestra, para reducir los demás componentes que producen la absorción de fondo.

Otro procedimiento que minimiza la absorción de fondo es modificar el paso de calcinación en el programa del horno. Por ejemplo, se pueden usar distintas temperaturas de calcinación para remover los componentes que contribuyen a la absorción de fondo antes de la atomización del analito.

Corrección de fondo realizada en forma automática por el instrumento

La corrección de fondo automática que primero se desarrolló fue la que emplea una fuente continua para compensar la absorción de fondo residual. La fuente continua mide la contribución del fondo en el total de la señal. El instrumento elimina automáticamente la contribución de la señal de fondo no deseada.

La mayoría de los sistemas de corrección de fondo se pueden usar para correcciones de señales de fondo de hasta 2 unidades de absorbancia. Sin embargo, los mejores resultados analíticos se obtienen cuando la absorción de fondo se encuentra entre 0,5 y 1 unidades de absorbancia. Una mayor señal de fondo incrementa el nivel de ruido, y disminuye la precisión y exactitud de la medida.

El método más común para la corrección de fondo involucra el uso de una fuente continua de deuterio. Esta fuente opera en un rango desde 180 a 425 nm. La configuración óptica de la lámpara de cátodo hueco y la lámpara de deuterio es tal que ambas coinciden en el camino óptico, por lo que es de suma importancia que ambas lámparas se encuentren alineadas. Si esto no ocurre,

las dos medidas no se realizarán sobre la misma población de átomos, lo que conlleva a errores significativos.

Las correcciones de fondo por Efecto Zeeman ofrecen ventajas significativas respecto de las correcciones por fuentes continuas.

El método para corrección de fondo por fuente continua posee las siguientes limitaciones:

- La intensidad de la fuente continua puede ser inadecuada.
- Determinadas absorciones de fondo causadas por ciertas absorciones moleculares estrechas no pueden ser corregidas adecuadamente.
- Se pueden introducir errores significativos.

Los sistemas con corrección de efecto Zeeman miden la señal de la absorción de fondo a la longitud de onda exacta donde ocurre la señal de la absorción atómica. Los sistemas de Zeeman corrigen absorciones de fondo mayores y más complicadas, y proveen resultados más precisos y exactos. También se pueden usar para todos los elementos y todas las longitudes de onda.

- INTERFERENCIAS NO ESPECTRALES

Las interferencias no espectrales resultan cuando diversos componentes de la matriz inhiben la formación de átomos libres del analito. Las interferencias no espectrales se representan generalmente de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M^{\circ} + X^{\circ} \cdot MX$$

Donde: M° = átomos libres del analito y X° = átomos de algún componente de la matriz.

Históricamente, las interferencias no espectrales son tan comunes como las espectrales.

Desafortunadamente, la compensación de las interferencias no espectrales no es tan sencilla como la de la corrección de fondo. A continuación, se indican algunos métodos para corrección de las interferencias no espectrales

- USO DE ADICIONES ESTANDAR

En este método, se adiciona una cantidad conocida de analito a una alícuota de la muestra.

Se determinan los valores de absorbancia de la muestra adicionada y de la muestra sin adicionar. Se grafican los resultados y se extrapolan para absorbancia 0. Se determina el contenido de analito en la muestra original.

El mayor problema de este método es que se debe asumir que los componentes de la matriz afectan la formación de átomos libres del analito de la misma manera que afectan a los que se encuentran presentes en la matriz adicionada. Desafortunadamente, esta afirmación frecuentemente no es válida.

Método de Adición de Estándar

El método de adición de estándar se usa cuando hay interferencia por el material coexistente (matriz) en la muestra e influye en el valor medido. Para este método, se preparan volúmenes iguales de la muestra desconocida, y a cada una de ellas se les adiciona soluciones estándar de diferente concentración conocida. Se mide la absorbancia para cada una de las muestras, y se crea una curva de calibración. La concentración de la muestra desconocida se obtiene desde el punto en que la curva de calibración extendida intersecta con el eje horizontal.

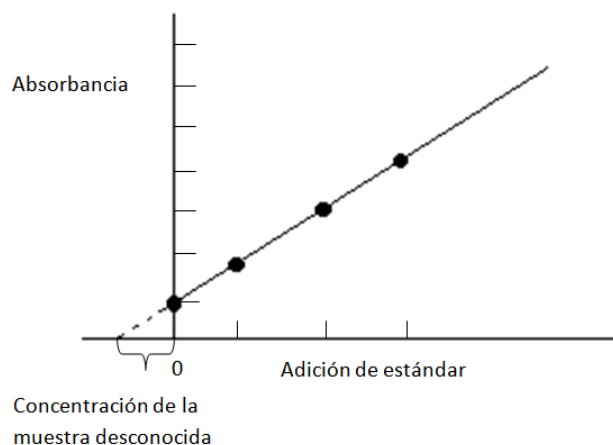


Figura N° 8. Método de Adición de Estándar

Método Simple de Adición de Estándar

Cuando el material coexistente o la matriz de muestras plurales desconocidas son similares, medir una de ellas por el método de adición de estándar, y puede utilizar la pendiente de la misma curva de calibración para determinar las concentraciones de las otras muestras desconocidas.

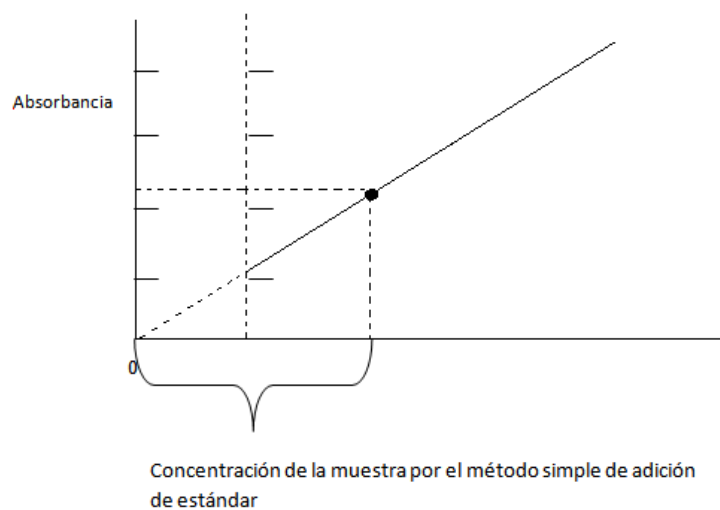


Figura N° 9. Método Simple de Adición de Estándar

- SUPERFICIE DEL TUBO DE GRAFITO

La naturaleza de la superficie del tubo de grafito es susceptible a ciertos tipos de interferencias no espectrales, especialmente a la formación de carburos. Algunos elementos tienden a formar carburos no volátiles que interaccionan con la superficie del tubo de grafito. Para reducir esta tendencia se usan superficies de grafito más densas, que se logran mediante revestimiento pirolítico.

Plataforma L'vov

El desarrollo de plataformas permitió alcanzar temperaturas de atomización más altas, lo que favorece la formación de átomos libres y mejora la sensibilidad analítica. Si se compara la temperatura de atomización de una muestra para la cual transcurre la volatilización en la pared del tubo y otra en la que dicha volatilización ocurre en la plataforma del tubo, se observa que la temperatura de atomización sobre la plataforma se encuentra retrasada con respecto a la atomización en la pared del tubo. Esto permite que la volatilización del analito ocurra después que más partículas de gas en la fase estable hayan alcanzado esta condición.

Máximo poder de atomización

Mientras que el agregado de modificadores de matriz permite retrasar la atomización y alcanzar mayores temperaturas de atomización, otra técnica alternativa es calentar el horno en forma más rápida (conocido como máximo poder de atomización). Un calentamiento rápido incrementa la temperatura de la atmósfera del tubo de manera más rápida, y el analito se volatiliza en una atmósfera más caliente. Como resultado, se observa que está disponible mayor energía para atomizar la muestra con el consiguiente aumento de la cantidad de átomos libres y mejora de la sensibilidad. Sin embargo, cuando se usa un máximo de potencia, no se alcanza el equilibrio de temperaturas entre la atmósfera del tubo y la pared del mismo.

Una conjunción óptima se logra cuando se combinan los beneficios de un máximo de poder de atomización con el uso de plataformas de L'vov. Por incremento de la temperatura, se logra un máximo durante la atomización: la atmósfera y la pared del tubo se calientan mucho más rápido que la plataforma. Esto asegura la estabilización de la temperatura de la atmósfera cuando ocurre la volatilización del analito.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4. DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Retrospectivo: Se recabó información de estudios anteriores sobre la presencia de plomo y arsénico en el arroz.

Prospectivo: Los resultados obtenidos servirán de base para las investigaciones futuras.

Experimental: Se llevó a cabo en los Laboratorios de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

Se realizaron investigaciones bibliográficas en:

- Biblioteca “Benjamín Orozco” de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Unidad Bibliotecaria del Área de Ingeniería y Arquitectura Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central, Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer.
- Biblioteca de la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas".
- Biblioteca de la Universidad Francisco Gavidia.
- Biblioteca de la Universidad "Dr. José Matías Delgado".
- Biblioteca de la Universidad Católica de El Salvador.
- Internet.

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO

Se entrevistó a la Directora de la Escuela Parvularia “Santa Isabel” (Ver anexo N° 1) con el objetivo de conocer a cerca del Programa de Alimentación y Salud Escolar, quien informó que la población estudiantil es de 209 niños de 4 - 6

años de edad. La Escuela recibe los paquetes de alimentos cuatro veces al año, siendo los insumos en concepto de granos básicos además del arroz, frijol, bebida fortificada, azúcar, aceite y leche.

Los niños consumen arroz diariamente y frijoles dos veces por semana; la Directora menciona que desconoce el lugar de procedencia de estos insumos alimenticios, de igual forma si le realizan análisis químicos antes de entregarlos a la escuela, a su vez, comenta que estos paquetes los reciben desde el año 2012.

El mecanismo de distribución de los granos básicos, implementado por la Escuela, consiste en dividir dichos insumos en x número de cantidades, aproximadamente iguales, según el número de padres de familia, quienes de manera voluntaria apoyan el programa, brindando su colaboración con la preparación de alimentos para los niños, ajustándose al presupuesto o condición económica de cada familia participante, lo cual no necesariamente corresponde al menú de comidas que proporciona el Ministerio de Educación.

Universo:

Arroz del Programa de Alimentación y Salud Escolar.

Muestra:

Arroz de la escuela Parvularia “Santa Isabel” de la ciudad de Santa Ana.

Tipo de muestreo:

Dirigido y puntual a la escuela Parvularia Santa Isabel ubicada en el cantón Natividad, calle a San Luis la Planta, en la Ciudad de Santa Ana.

Recolección de la muestra:

El lote asignado por el Programa de Alimentación y Salud Escolar a la escuela Parvularia “Santa Isabel” consiste en 118 kilogramos de arroz por trimestre;

para determinar el tamaño de muestra se usaron las tablas Military Standard (Ver Anexo N° 2), la tabla I para saber la letra código del tamaño de muestra, que para este caso corresponde a la letra código (F), luego con este código se determinó en la (tabla II-A) el tamaño de muestra que corresponde a 20 kg. El muestreo fue realizado en el mes de Junio de 2014.

4.4 PARTE EXPERIMENTAL

4.4.1 PREPARACION DE REACTIVOS ⁽²³⁾

- Solución de Yoduro de potasio

Pesar 20 g de Yoduro de potasio y disolver en 100 mL de agua.

- Solución de Tetrahidrobórato de sodio (0.5 P/V)

Pesar 2.5 g de Tetrahidrobórato de sodio y disolver en 500 mL de solución de hidróxido de sodio 0.1 M.

- Solución de Nitrato de paladio (II) (10 ppm de Pd)

Disolver 0.108 g de Nitrato de paladio en 10 mL de Acido nítrico (1+1) y después llevar a 500 mL con agua, agregar agua a 20 mL de esta solución y llevar a 200 mL.

4.4.2 PREPARACION DE LA MUESTRA ^(23,27)

Incineración por secado

1. Triturar las muestras de arroz utilizando mortero y pistilo.
2. Pesar en un crisol 5 g de muestra triturada.
3. Precalcinar las muestras en una mufla a 500°C por 2 horas.
4. Agregar 2.0 ml de nitrato de magnesio.
5. Calentar el crisol suavemente en un hot-plate, hasta evaporación.
6. Colocar el crisol en una mufla incrementando el calor en un rango de 100°C por hora, hasta llegar a 500°C y mantener esta temperatura por 7 horas.

7. Agregar 4 mL de agua a las cenizas y después 5 mL de ácido clorhídrico concentrado para disolver las sales.
 8. Calentar el crisol suavemente en un hot-plate hasta visualizar vapores blancos, luego dejar enfriar.
 9. Filtrar con papel filtro Whatman N° 42.
 10. Llevar a volumen de 50.0 mL con agua bidestilada.
 11. Llevar un blanco de reactivo y seguir mismo procedimiento que la muestra.
- (Procedimiento esquemático ver Anexo N° 3)

4.4.3 DETERMINACION DE PLOMO (23,24)

Método: Absorción Atómica, Horno de Grafito

En la cuantificación de plomo se accedió al programa Wizard del equipo en el que se seleccionó el elemento plomo y el Método de Adición de Estándar; se digitaron los parámetros de lectura, se encendió la lámpara y se dejó estabilizar el equipo por 15 minutos. Se enviaron los parámetros establecidos hacia el equipo.

Se tomó directamente la muestra pre tratada y se colocó tanto la muestra como los estándares y reactivos en el automuestreador del equipo. En la hoja de trabajo del programa se digitaron las posiciones correspondientes en el automuestreador. Se encendió la llama y se dejó estabilizar por 10 minutos, se dió start y automáticamente el equipo inició las lecturas con los estándares para la curva de calibración.

Posteriormente el equipo realizó la lectura de cada muestra; dichas lecturas se obtuvieron en unidades de ppb las cuales para ser comparadas con la de la Norma CODEX STAN 193 – 1995, se convirtieron a ppm.

Procedimiento

1. Encender: el equipo (Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito), el automuestreador y el Horno de Grafito.
2. Abrir la válvula del cilindro de gas argón.
3. Acceder al programa del equipo (Wizard).
4. Seleccionar el elemento a determinar.
5. Introducir parámetros de lectura, automáticamente el equipo coloca la secuencia de calentamiento de las temperaturas del análisis.
6. Encender la lámpara.
7. Dejar estabilizar el equipo por 15 minutos.
8. Introducir parámetros de lectura.
9. Seleccionar el Método de Adición de Estándar.
10. Colocar los estándares (2, 5, 10 ppb).
11. Enviar los parámetros establecidos hacia el equipo.
12. En la hoja de trabajo del software digitar las posiciones de las muestras en el automuestreador. En la misma hoja se observa la curva de calibración.
13. Colocar en el automuestreador: blanco, estándares, reactivos (Ácido nítrico, nitrato de paladio, agua) y muestra según posiciones correspondientes.
14. Encender el horno y mantener por 10 minutos para estabilizar.
15. Dar start y automáticamente inicia las lecturas.
(Procedimiento esquemático ver Anexo N° 4)

Curva de calibración

1. Utilizar solución estándar de Pb (20 ppb) para preparar soluciones estándar con concentraciones crecientes entre 2, 5, 10 ppb.
2. Agregar 4.0 mL de ácido clorhídrico (1+1).
3. Dejar enfriar y llevar a volumen.

4. Leer en el equipo.

Parámetros de Lectura

1. Longitud de onda: 283.3 nm
2. Tubo: Tubo de Grafito de Alta Densidad
3. Volumen de inyección de muestra: 20 μ L
4. Corriente de lámpara: 8 mA
5. Slit width: 0.7 nm
6. RSD: 5
7. Rango de concentración de curva de calibración: 2-20 ppb

Preparación de estándares para curva de calibración

-SOLUCION STOCK DE PLOMO (20 ppb)

Transferir 20.0 mL de la solución estándar de plomo (1000 ppb), a un frasco volumétrico de 100.0 mL. Diluir con agua destilada a volumen y mezclar. Tomar una alícuota de 20.0 mL y llevar a volumen de 200.0 mL con agua.

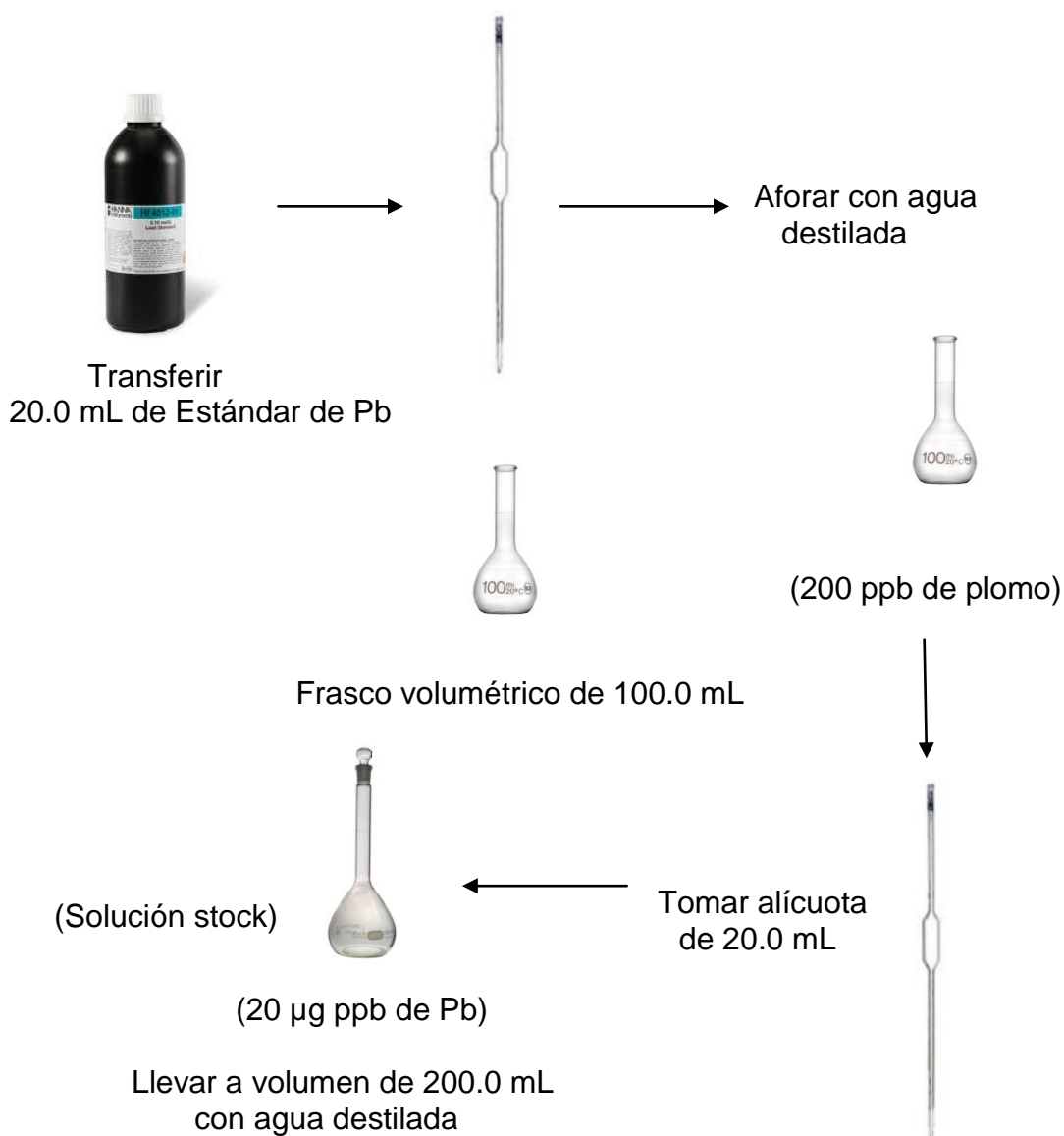


Figura N° 10. Preparación de solución stock de Plomo (23)

-PREPARACION DE ESTANDARES DE PLOMO

A frascos volumétricos de 100.0 mL transferir 10.0, 25.0, 50.0 mL de solución stock de 20 ppb de plomo, aforar con agua destilada, mezclar. Se obtienen concentraciones de 2.0, 5.0, 10.0 ppb de plomo respectivamente.

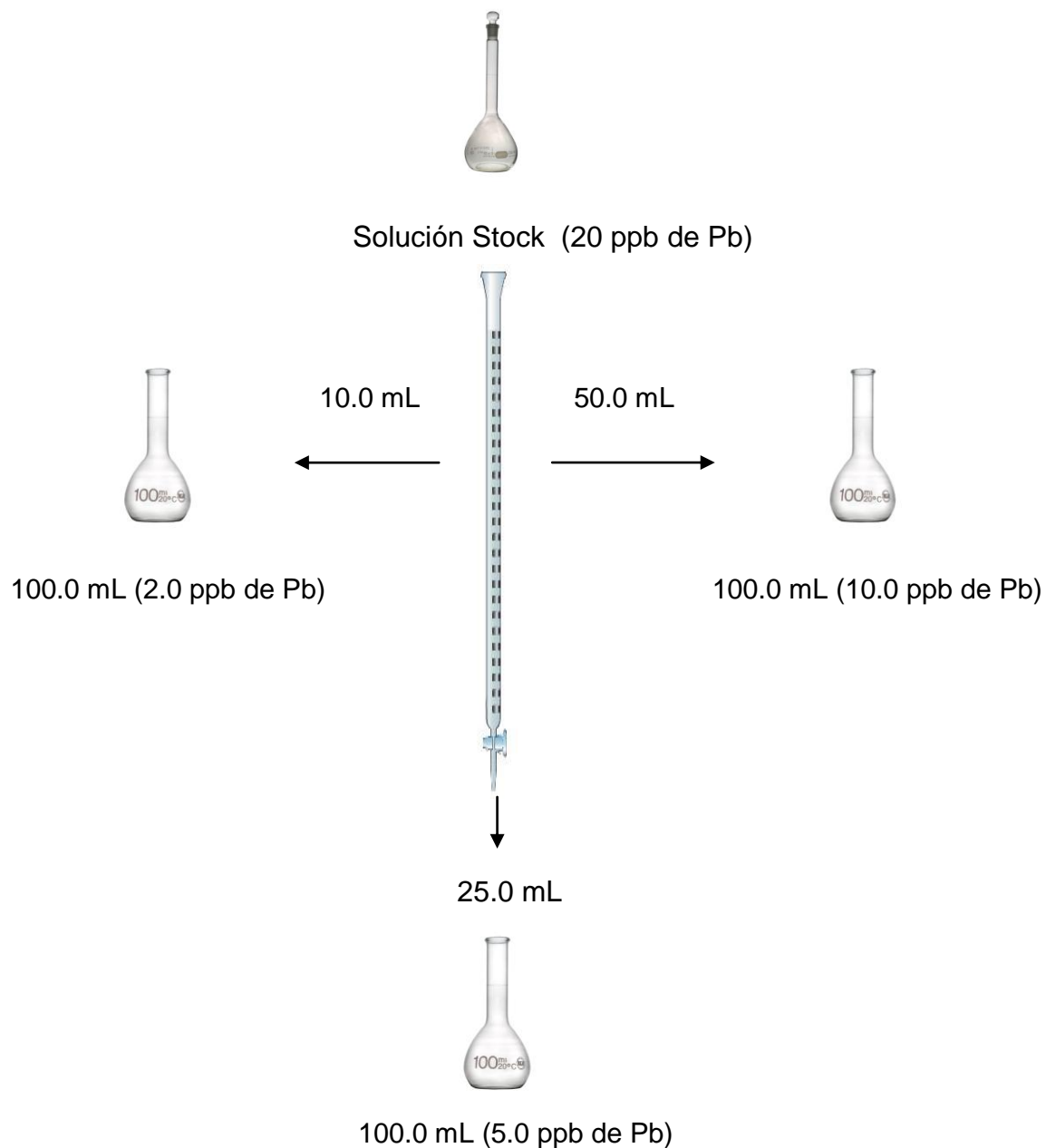


Figura N° 11. Preparación de estándares de Plomo (23)

4.4.4 DETERMINACION DE ARSÉNICO ⁽²³⁾

Método: Absorción Atómica, Generador de Vapor Hidruros

En la cuantificación de arsénico se accedió al programa Wizard del equipo en el que se seleccionó el elemento arsénico, se conectó la Unidad de Generador de Vapor de Hidruros (HVG-1), se digitaron los parámetros de lectura, se encendió la lámpara y se dejó estabilizar el equipo por 15 minutos. Se enviaron los parámetros establecidos hacia el equipo.

De la muestra pre tratada se tomaron 10.0 mL y se colocaron en un balón volumétrico de 50.0 mL, luego se les adicionó 1.0 mL de ácido clorhídrico (1+1) más 2.0 mL de solución de yoduro de potasio, se calentaron sin llevar a ebullición y se dejaron enfriar antes de llevar a volumen con agua bidestilada.

Se colocaron tanto las muestras como los estándares en el automuestreador del equipo.

En el HVG-1 se colocaron los reactivos ácido clorhídrico (1+1) y Tetrahidrobórato de sodio al 0.5%. En la hoja de trabajo del programa se digitaron las posiciones correspondientes en el automuestreador. Se encendió la llama y se dejó estabilizar por 10 minutos, se dió start y automáticamente el equipo inició las lecturas con los estándares para la curva de calibración.

Posteriormente el equipo realizó las lecturas de cada muestra, dichas lecturas se obtuvieron en unidades de ppb las cuales para ser comparadas con la de la Propuesta de la FAO/OMS, se convirtieron a ppm.

Procedimiento en la muestra pretratada

1. Agregar 1.0 mL de ácido clorhídrico (1+1) a 10.0 mL de muestra pretratada en balón de 50.0 mL.
2. Adicionar 2.0 mL de solución de yoduro de potasio.

3. Calentar sin llevar a ebullición.
4. Después de dejar enfriar llevar a volumen con agua bidestilada.

Procedimiento

1. Encender: el equipo (Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Generador de Vapor de Hidruros), automuestreador, la unidad Generador de Vapor de Hidruros (HVG-1).
2. Abrir la válvula del cilindro de gas argón.
3. Acceder al programa del equipo (Wizard).
4. Seleccionar el elemento a determinar.
5. Introducir parámetros de lectura, automáticamente el equipo coloca la secuencia de calentamiento de las temperaturas del análisis.
6. Encender la lámpara.
7. Dejar estabilizar el equipo por 15 minutos.
8. Introducir parámetros de lectura.
9. Colocar los estándares (1, 2, 5 ppb)
10. Enviar los parámetros establecidos hacia el equipo.
11. En la hoja de trabajo del software digitar las posiciones de las muestras en el automuestreador. En la misma hoja se observa la curva de calibración.
12. Colocar en el automuestreador: blanco, estándares y muestra según posiciones correspondientes.
13. Colocar en el HVG-1 los reactivos: Tetrahidrobórato de sodio al 0.5% y Ácido clorhídrico (1+1).
14. Encender la llama y mantener por 10 minutos para estabilizar.
15. Dar start y automáticamente inicia las lecturas.

(Procedimiento esquemático ver Anexo N° 5)

Curva de calibración

1. Usar solución estándar de As (20 ppb) para preparar soluciones estándar con concentraciones crecientes entre 1, 2, 5 ppb.
2. Agregar 4.0 mL de ácido clorhídrico (1+1) y 2.0 mL de solución de yoduro de potasio.
3. Calentar sin llevar a ebullición, dejar enfriar y llevar a volumen.
4. Leer en el equipo.

Condiciones de lectura

1. Corriente de lámpara: 10 mA
2. Slit width: 0.5 nm
3. Modo de lámpara: BGC-D₂

Parámetros de lectura

1. Conectar la unidad de Generación de Vapor de Hidruros (HVG-1) al espectrofotómetro de Absorción Atómica.
2. Longitud de onda: 193.7 nm
3. Rango de concentración de curva de calibración: 0.5-5 ppb

Preparación de estándares para curva de calibración

-SOLUCION STOCK DE ARSENICO (20 ppb)

Transferir 10.0 mL de solución estándar de arsénico (1000 ppb), a un frasco volumétrico de 50.0 mL. Diluir con agua destilada a volumen y mezclar. Tomar una alícuota de 10.0 mL y llevar a volumen de 100.0 mL con agua.

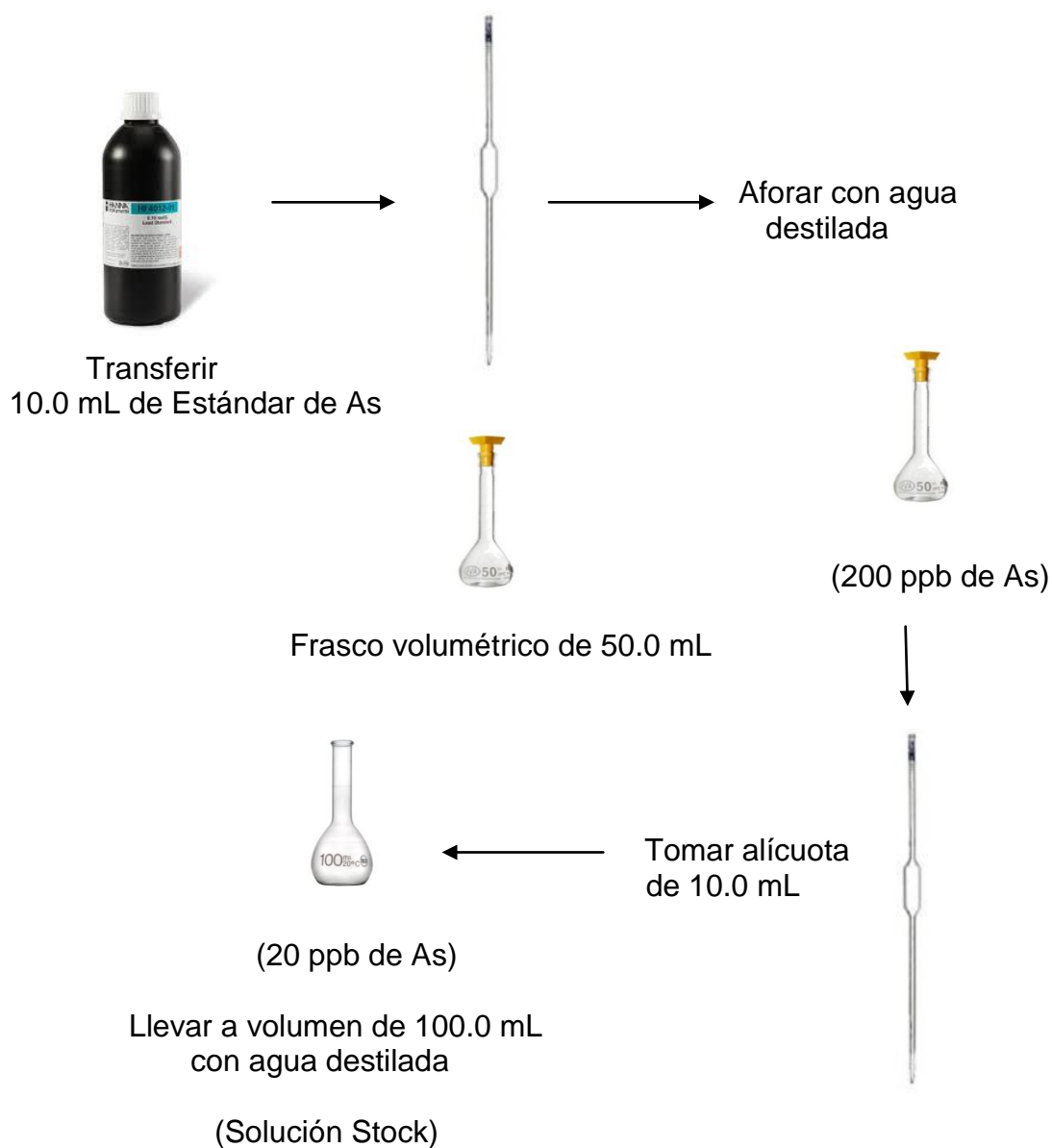


Figura N° 12. Preparación de solución stock de Arsénico (23)

-PREPARACION DE ESTANDARES DE ARSENICO

A frascos volumétricos de 100.0 mL transferir 5.0, 10.0, 25.0 mL de solución stock de 20 ppb de arsénico, aforar con agua destilada, mezclar. Se obtienen concentraciones de 1.0, 2.0, 5.0 ppb de arsénico respectivamente.

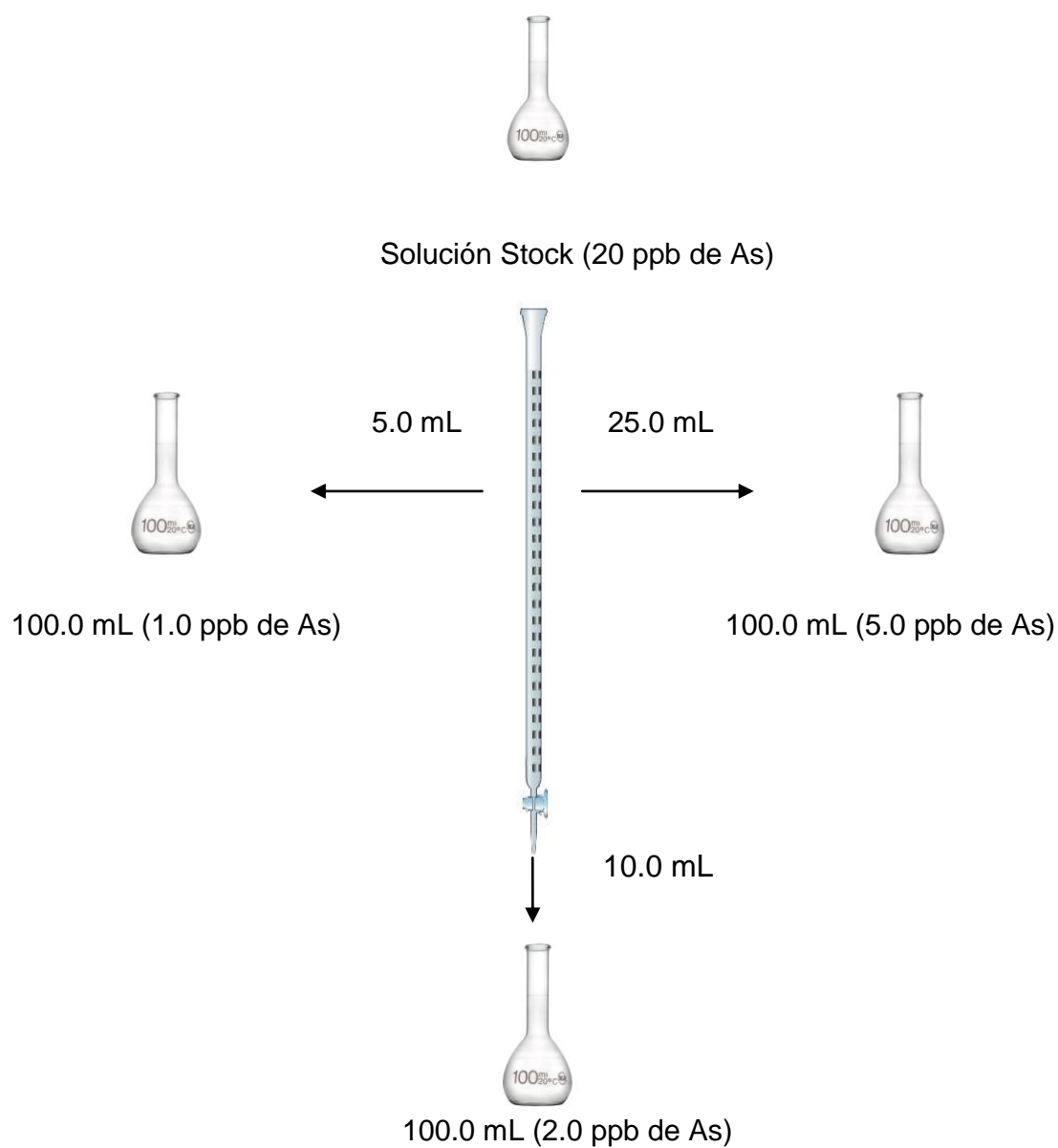


Figura N° 13. Preparación de estándares de Arsénico (23)

CAPITULO V
RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5. RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.1 Legislación en El Salvador sobre el contenido de plomo y arsénico en el arroz. (5,16,17,18)

A través de la investigación de campo se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a la legislación que regula el contenido de plomo y arsénico en el arroz:

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, aprobó el 24 de noviembre de mil novecientos noventa y nueve la Norma Salvadoreña Recomendada ARROZ NSR 67.00.178.99, que corresponde a la adopción de la Norma CODEX STAN198-1995, (Ver anexo 6).

Las únicas restricciones que la norma establece para los contaminantes son las siguientes:

Metales Pesados: Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma deberán estar exentos de metales pesados en cantidades que representen un peligro para la salud humana.

Debido a que la NSR 67.00.178.99 no establece contenidos máximos ni específicos para el plomo y el arsénico, en esta investigación se optó por comparar los resultados de plomo con el nivel máximo establecido para cereales por la Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos CODEX STAN 193-1995, y en el caso del arsénico, los resultados se compararon con el valor acordado por la Comisión del Codex Alimentarius en julio de 2014, (Ver anexo 6).

5.2 Resultados del análisis de Plomo en las muestras de arroz

La codificación de los crisoles tarados, el peso del crisol más la muestra y los resultados de las lecturas directas realizadas por el equipo para la determinación de plomo en las muestras de arroz se detallan en la Tabla N° 6.

Tabla N°6. Datos para cálculos en la determinación de Plomo

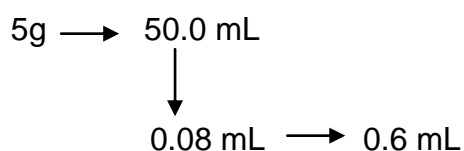
Numero de crisol	Peso de crisol (g)	Peso crisol + muestra (g)	Peso muestra (g)	Lectura directa (ppb)	Resultado (ppb)
207	35.0443	40.0494	5.0051	2.51	188.059
285	37.8853	42.8911	5.0058	2.26	169.304
115	38.7770	43.7784	5.0014	1.40	104.971
5	26.3739	31.3751	5.0012	1.68	125.970
10	36.1501	41.1512	5.0011	1.50	112.475
8	36.1553	41.1582	5.0029	1.54	115.433
E	25.4990	30.5028	5.0038	1.23	92.180
17	35.3859	40.3877	5.0018	1.21	90.687
67	36.2332	41.2361	5.0029	1.27	95.195
202Q	27.6895	32.6896	5.0001	1.57	117.748
11	36.9366	41.9409	5.0043	0.87	65.194
7	34.7218	39.7259	5.0041	0.90	67.445
207Q	29.0865	34.0906	5.0041	1.61	120.651
38	36.7903	41.7945	5.0042	1.38	103.413
203Q	28.2114	33.2129	5.0015	2.06	154.454
111	65.0864	70.0874	5.0010	2.06	154.469
204Q	26.4679	31.4681	5.0002	0.00	0.000
2	33.9207	38.9235	5.0028	0.00	0.000

Para poder calcular el factor de dilución se realizó primero un esquema de dilución de la muestra, con este factor se calculó la concentración total de plomo en ppb.

Para convertir las concentraciones de ppb a ppm se utilizó una regla de tres.

A continuación se presentan dichos cálculos.

Esquema de dilución



Ejemplo de cálculos:

$$FD = \frac{\text{Volumenes hechos}}{\text{aliquotas tomadas} \times \text{peso muestra}}$$

$$FD = \frac{50.0 \text{ ml} \times 0.6 \text{ ml}}{0.08 \text{ ml} \times 5.0051g} = 74.924$$

FD x lectura directa en ppb de plomo = concentración total ppb plomo

$$74.924 \times 2.51 \text{ ppb} = 188.059 \text{ ppb de plomo}$$

Conversión de ppb en ppm

$$188.059 \text{ ppb} \times \frac{1 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppb}} = 0.188 \text{ ppm de plomo}$$

Los valores presentados en la Tabla N° 7, son las concentraciones de Plomo en cada muestra de arroz analizada, utilizando el Método de Absorción Atómica con Horno de Grafito obteniendo los resultados en $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb) que se colocaron en la segunda columna de la tabla, dichos valores a través de una regla de tres fueron convertidos a unidades de ppm que se colocaron en la tercer columna, luego para comparar con el valor de la norma, se sacaron promedios por muestra.

Tabla N° 7. Resultados del análisis de Plomo en las muestras de arroz

Código de Mx.	Concentración (ppb)	Concentración (ppm)	Promedios (ppm)	Normativa ₍₁₇₎ (ppm)
1a	188.059	0.188	0.179	0.2
1b	169.304	0.169		
2a	104.971	0.105	0.115	
2b	125.970	0.126		
3a	112.475	0.112	0.114	
3b	115.433	0.115		
4a	92.180	0.092	0.091	
4b	90.687	0.091		
5a	95.195	0.095	0.106	
5b	117.748	0.118		
6a	65.194	0.065	0.066	
6b	67.445	0.067		
7a	120.651	0.121	0.112	
7b	103.413	0.103		
8a	154.454	0.154	0.154	
8b	154.469	0.154		
9a	0.000	0.000	0	
9b	0.000	0.000		
Promedio	104.314	0.104		

En la tabla N° 7 se observa que ninguna de las concentraciones individuales y promedios sobre pasa la concentración máxima permitida por la Norma CODEX STAN 193-1995, siendo la concentración promedio de plomo más alta, (0.179 ppm), la de la muestra número 1 y la concentración promedio más baja (0.0 ppm) que corresponde a la muestra número 9.

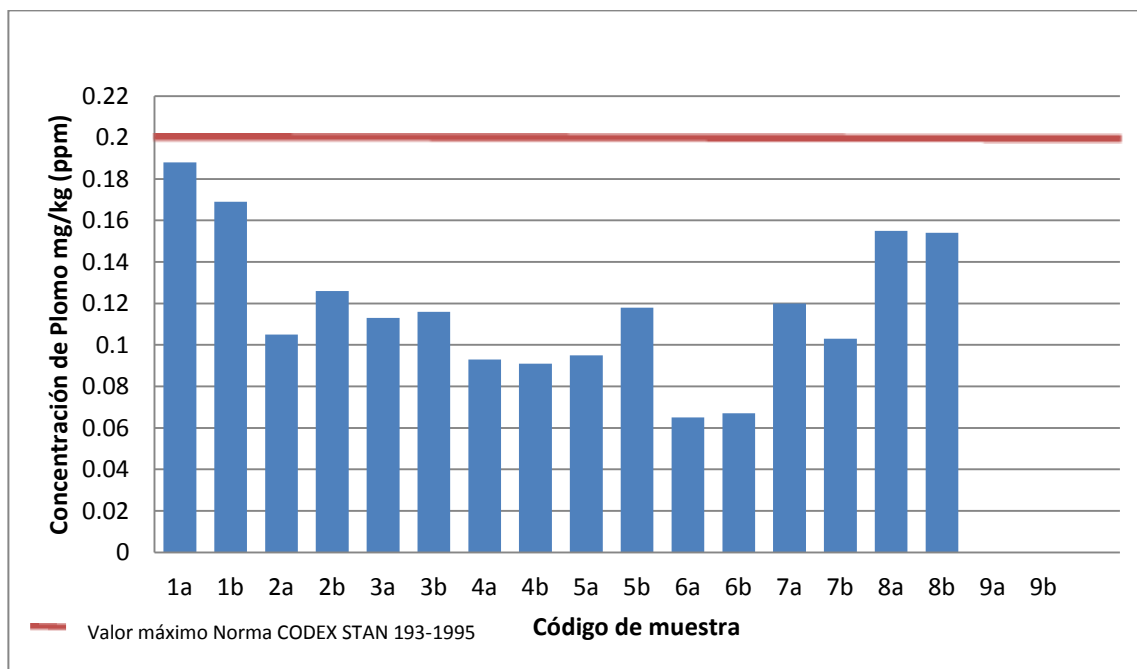


Figura N° 14. Gráfica de resultados del análisis de Plomo

La figura N° 14 es la representación gráfica de los resultados promedios que se obtuvieron en la determinación de plomo en las muestras de arroz.

Al comparar los resultados de las muestras de arroz con el valor máximo permisible de Plomo establecido por la Norma CODEX STAN 193-1995 que es de 0.2 ppm, ningún resultado lo sobrepasa.

Es de especial atención la muestra número 9 porque la concentración de plomo no fue detectable por el equipo, por lo que se infiere que la empresa encargada de proveer el arroz para el Programa de Alimentación y Salud Escolar distribuye arroz con bajo y alto contenido de plomo.

Análisis de resultados tomando en cuenta la Dosis Benchmark

En El Salvador, el consumo de arroz tiene un promedio de 47 gramos por persona al día ⁽²²⁾ para una persona adulta y se estima que un niño de 4 a 6 años de edad ingiere un promedio de 24 gramos de arroz al día.

El Codex Alimentarius establece la normativa para plomo de 0.2 mg/Kg como nivel máximo permitido en los cereales, los resultados de esta investigación la cumplen al tener un valor promedio de 0.104 mg/kg.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ^(28,31) ha calculado un BMDL₀₁ (Limite de confianza en la Benchmark Dose) de plomo: 0.5 µg/kg de peso corporal y día, por lo cual se puede establecer para un niño ⁽³⁶⁾ o niña de 20 kg, una ingesta diaria admisible de 10 µg de plomo.

El valor promedio de plomo encontrado en las muestras de arroz analizadas es 104 µg de plomo en un kilogramo de arroz, por lo tanto en 0.024 Kg de arroz, que corresponde a la cantidad promedio ingerida por los niños, la concentración de plomo es de 2.50 µg por lo tanto también la cantidad diaria consumida por los niños esta dentro del rango permisible.

5.3 Resultados del análisis de Arsénico en las muestras de arroz

La codificación de los crisoles tarados, el peso del crisol más la muestra y los resultados de las lecturas directas realizadas por el equipo para la determinación de arsénico en las muestras de arroz se detallan en la Tabla N°8.

Tabla N° 8. Datos para cálculos en la determinación de Arsénico

Numero de crisol	Peso de crisol (g)	Peso crisol + muestra (g)	Peso muestra (g)	Lectura directa (ppb)	Resultado (ppb)
209Q	26.7952	31.7989	5.0037	1.87	93.431
221	28.9330	33.9370	5.0040	1.89	94.424
79	30.8399	35.8429	5.0030	2.09	104.437
112	26.7073	31.7104	5.0031	2.05	102.436
212Q	26.7034	31.7048	5.0014	2.30	114.968
M	30.8010	35.8021	5.0011	2.34	116.974
77	19.5638	24.5654	5.0016	2.31	115.463
48	28.6147	33.6165	5.0018	2.27	113.459
301S	29.9418	34.9440	5.0022	1.95	97.457
A	28.2114	33.2141	5.0027	1.93	96.448
211Q	28.9268	33.9314	5.0046	2.16	107.901
17	26.4679	31.4719	5.0040	2.11	105.416
02	25.1705	30.1719	5.0014	1.91	95.473
E	25.4990	30.5003	5.0013	1.88	93.976
09	21.9814	26.9872	5.0058	2.05	102.381
5	26.3739	31.3789	5.0050	2.06	102.897
07	24.5589	29.5609	5.0020	2.02	100.960
38	33.9207	38.9228	5.0021	1.94	96.959

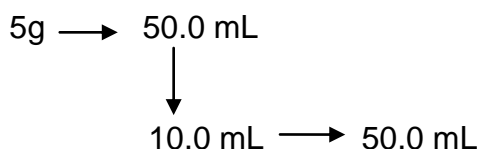
Para poder calcular el factor de dilución se realizó primero un esquema de dilución de la muestra.

Se tomaron en cuenta los pesos muestra reales que se detallan en la tabla N°8 y cada una de las alícuotas para calcular los factores de dilución de cada muestra. Con estos factores se calculó la concentración total de arsénico en ppb, que también se detallan en la tabla N°8 en la sexta columna.

Para convertir las concentraciones de ppb a ppm se utilizó una regla de tres. Esta conversión sirvió para poder comparar los resultados obtenidos con el valor máximo permitido de arsénico en el arroz, que se detalla en la tabla N°9.

A continuación se presentan dichos cálculos

Esquema de dilución



Ejemplo de cálculos:

$$FD = \frac{\text{Volumenes hechos}}{\text{alícuotas tomadas} \times \text{peso muestra}}$$

$$FD = \frac{50.0 \text{ ml} \times 50.0 \text{ ml}}{10.0 \text{ ml} \times 5.0037g} = 49.963$$

FD x lectura directa en ppb de arsénico = concentración total ppb arsénico

$$49.963 \times 1.87 \text{ ppb} = 93.431 \text{ ppb de arsénico}$$

Conversión de ppb en ppm

$$93.431 \text{ ppb} \times \frac{1 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppb}} = 0.093 \text{ ppm de arsénico}$$

Los valores presentados en la Tabla N° 9, son las concentraciones de Arsénico en cada muestra de arroz analizada, utilizando el Método de Absorción Atómica con Generador de Vapor de Hidruro obteniendo los resultados en $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb), que se colocaron en la segunda columna de la tabla, dichos valores a través de

una regla de tres fueron convertidos a unidades de ppm que se colocaron en la tercer columna de la misma tabla, luego para comparar con el valor de la norma, se sacaron promedios por muestra.

Tabla N° 9. Resultados del análisis de Arsénico en las muestras de arroz

Código de (Mx.)	Concentración (ppb)	Concentración (ppm)	Promedios (ppm)	Normativa ⁽⁵⁾ (ppm)
1a	93.431	0.093	0.094	0.2
1b	94.424	0.094		
2a	104.437	0.104	0.103	
2b	102.436	0.102		
3a	114.968	0.115	0.116	
3b	116.974	0.117		
4a	115.463	0.115	0.114	
4b	113.459	0.113		
5a	97.457	0.097	0.097	
5b	96.448	0.096		
6a	107.901	0.108	0.107	
6b	105.416	0.105		
7a	95.473	0.095	0.095	
7b	93.976	0.094		
8a	102.381	0.102	0.103	
8b	102.897	0.103		
9a	100.960	0.101	0.099	
9b	96.959	0.097		
Promedio	103.081	0.103		

En la tabla N° 9 se observa que al comparar los resultados promedios de las muestras analizadas, estos, cumplen con la normativa del Codex Alimentarius para arsénico en el arroz, siendo la concentración promedio de arsénico más alta, 0.116 ppm, y la concentración promedio más baja 0.094 ppm.

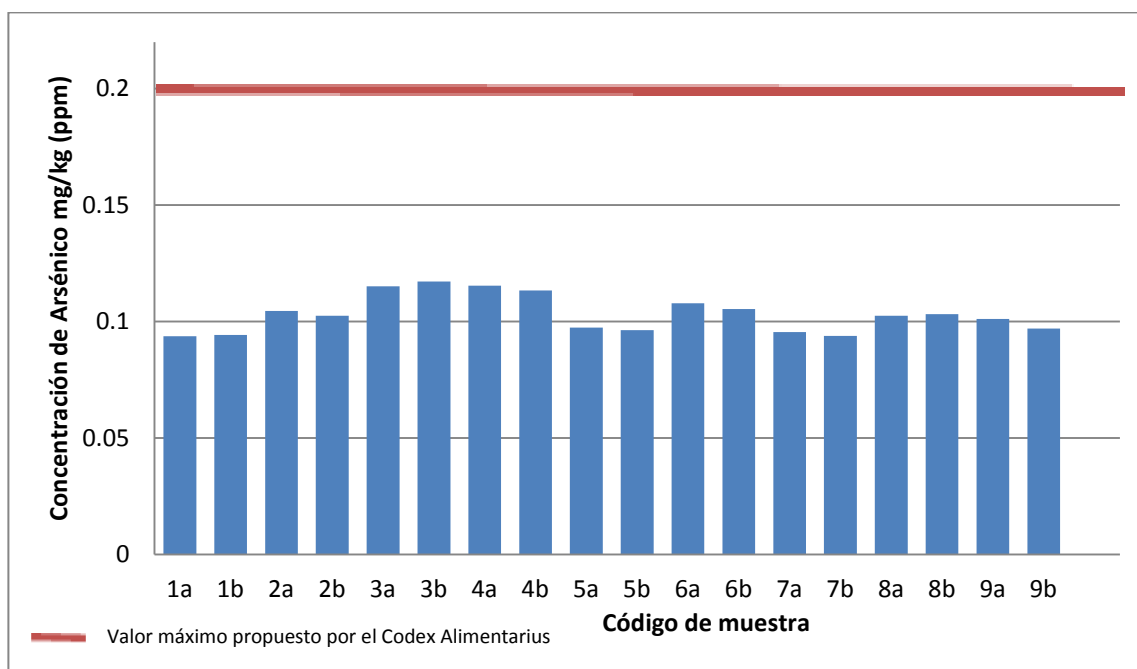


Figura N° 15. Gráfica de resultados del análisis de Arsénico

La figura N° 15 es la representación gráfica de los resultados que se obtuvieron en la determinación de arsénico en las muestras de arroz.

La concentración más alta encontrada de 0.116 ppm corresponde a la tercera muestra y la concentración más baja (0.094 ppm) corresponde a la primera muestra.

Al comparar las concentraciones de arsénico presentes en las muestras con el valor máximo permitido por el Codex Alimentarius se observa que ninguna sobrepasa el límite establecido por la normativa.

Análisis de resultados tomando en cuenta la Dosis Benchmark

En términos del Arsénico el Codex Alimentarius ha realizado una serie de reuniones, en la última realizada en Ginebra los días 14 al 18 de Julio de 2014, se acordó que el nivel máximo permitido para el arroz será de 0.2 mg/kg.

El valor promedio de arsénico en las muestras es de 0.103 ppm.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)^(28,32) ha utilizado un BMDL₀₁ (Limite de confianza en la Benchmark Dose) para el arsénico de 0.3 µg/kg de peso al día, estableciendo que un niño de 20 kg aproximadamente no debe de consumir más de 6 µg de arsénico diario.

El valor promedio de arsénico en las muestras de arroz analizadas es 103 µg/kg, por lo tanto en 0.024 kg de arroz un niño ingiere 2.47 µg de arsénico diariamente, siendo este valor aceptable por la EFSA.

Estos resultados podrían indicar que la alarma que se ha generado en países asiáticos por exposición a Pb y As a través del arroz estaría más relacionada con el elevado consumo del cereal y/o el uso de agua contaminada con Pb y As para cocinarlo, que con un nivel alto en el producto crudo.

Como parte del cumplimiento de los objetivos de esta investigación, se dió a conocer los resultados obtenidos a la Directora de la Escuela Parvularia Santa Isabel. (Ver anexo 7).

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. Actualmente en El Salvador no se cuenta con legislación que regule el contenido de plomo y arsénico en el arroz para consumo humano según las normativas investigadas.
2. El arroz que recibe la Escuela Parvularia Santa Isabel, el cual es distribuido por el Programa de Alimentación y Salud Escolar, presenta valores promedios de 0.104 ppm de Plomo y 0.103 ppm de Arsénico.
3. Al comparar con la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos Y Piensos CODEX STAN 193-1995, los resultados de las muestras de arroz analizadas no sobrepasan la concentración máxima permisible para Plomo en cereales, que es de 0.2 ppm.
4. Al comparar con la normativa acordada por la Comisión del Codex Alimentarius (Ginebra, del 14 al 18 de julio de 2014), los resultados de las muestras de arroz analizadas no sobrepasan la concentración máxima permisible para el Arsénico en el arroz, que es de 0.2 ppm.
5. De los resultados altos y no detectables de Plomo en las muestras analizadas, se infiere que la empresa encargada de proveer el arroz para el Programa de Alimentación y Salud Escolar distribuye arroz de diferente procedencia con bajo y alto contenido de plomo.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7. RECOMENDACIONES

1. Al Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador que además de solicitar un análisis fitosanitario para el arroz, también incluya un análisis químico, en el cual se tome en cuenta los niveles máximos de plomo y arsénico establecidos por la Norma General Del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos Y Piensos CODEX STAN 193-1995 y sus continuas reformas.
2. A las entidades competentes, adecuar una Norma Internacional que regule el contenido de plomo, arsénico y otros metales perjudiciales en el arroz así como en granos básicos.
3. Que las autoridades del Ministerio de Educación responsables del proceso de licitación de insumos alimenticios, exijan certificados de análisis de plomo, arsénico y otros metales perjudiciales en los productos que las empresas ofertan, para contribuir a la seguridad alimentaria de los niños y las niñas.
4. Evaluar en futuras investigaciones, la dieta diaria de un niño y verificar que las concentraciones individuales de cada alimento ingerido no sobrepase los límites establecidos.
5. Realizar análisis de metales en general a los otros insumos alimenticios (frijol, bebida fortificada, azúcar, aceite y leche) que reciben las escuelas para complementar esta investigación.

6. A la entidad competente, vigilar que la cantidad diaria consumida de arroz no sobrepase la concentración de plomo y arsénico permitida por la dosis Benchmark.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Agencia de Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Resumen de Salud Pública, Arsénico. (on line). Agosto 2007 (Acceso 16 de enero de 2014) Disponible en:
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.pdf
- 2) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. División de Toxicología y Medicina Ambiental, Arsénico. (on line). Diciembre 2003 (Acceso 16 de enero de 2014). Disponible en:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/samano_c_ml/apendiceE.pdf
- 3) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. División de Toxicología y Medicina Ambiental, Plomo. (on line). Agosto 2007 (Acceso 16 de enero de 2014) Disponible en:
http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.pdf
- 4) Armienta, María Aurora; Farías, Silvia; Litter, Marta (Editores). IBEROARSEN Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. Argentina: Editado por CYTED, 2009. (Acceso 25 de enero de 2014). Disponible en:
<http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/iberoarsen/docs/Libro%20Ars%C3%A9nico.pdf>
- 5) Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, Documento de debate sobre el arsénico en el arroz, La Haya, Países Bajos; Marzo 2011. (Acceso 2 de marzo de 2014) Disponible en:
www.codexalimentarius.org/input/download/report/739/al33_41s.pdf
- 6) Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, Anteproyecto de revisión de niveles máximos de plomo para algunos productos en la Norma General para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995), Moscú, Rusia; 2013. (Acceso 16 de marzo de 2014) Disponible en:
www.codexalimentarius.org/input/download/report/797/cf07_01s.pdf

- 7) El arroz de China está contaminado con cadmio, mercurio y plomo. La Gran Época. Sábado, 12 de Marzo de 2011 01:38. (Acceso 2 de enero de 2014) Disponible en:
<http://www.lagranepoca.com/el-arroz-de-china-esta-contaminado-con-cadmio-mercurio-y-plomo>
- 8) Fundación Eroski. Boletín informativo para profesionales de la salud, Sistema inmunitario y mecanismos internos de detoxificación. España, Noviembre 2013. (Acceso 29 Junio de 2014) Disponible en:
http://www.fundacionalborada.org/pdf/Boletin%20Fundacion%20Eroski_nov_2013.pdf
- 9) Grist, D. H. (1982) Arroz (1a Edición) México: Compañía editorial continental, S.A de C.V.
- 10) Heinkens, Alex. La contaminación por arsénico del agua de riego, el suelo y los cultivos en Bangladesh: implicaciones de riesgo para la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria en Asia.FAO. (Revista de Internet) 2006. (Acceso 21de enero de 2014) Disponible en:
<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0605sp1.htm>,<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/ag105e/ag105e00.pdf>
- 11) Kirk, R. E. (1961). Enciclopedia de Tecnología Química (7° Edición). México: Hispanoamericana. Tomo 9 y 12.
- 12) Lin, Hsin-Yi. Millones de toneladas de granos contaminados con metales pesados en China. La Gran Época. Martes, 12 de febrero de 2013. (Acceso 2 de enero de 2014) Disponible en:
<http://www.lagranepoca.com/27125-millones-toneladas-granos-contaminados-metales-pesados-china>
- 13) López, Sara del Carmen; Osorio Cárcamo, Nilda Berenise. Diseño de un Sistema de Gestión e Inocuidad Alimentaria para una planta procesadora de arroz precocido. (Tesis) Universidad De El Salvador, Agosto de 2012.
- 14) Martínez García, Rosa Amelia, análisis de los puntos críticos de importación de arroz granza en El Salvador, con énfasis en cuarentena

agropecuaria. (Tesis) México, Noviembre 2004. (Acceso 8 de enero de 2014) Disponible en:

<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/EISalvadorMartinez.pdf>

15) Ministerio de Educación del Gobierno de El Salvador.(Sede Web) Publicado el 14 de Marzo de 2014 en la sección de Programas. Programa de Alimentación y Salud Escolar.(Acceso 23 de Junio de 2014) Disponible en : <http://www.mined.gob.sv/index.php/temas/programas-del-plan-social-educativo/item/5480-programa-de-alimentaci%C3%B3n-y-salud-escolar.html>

16) Norma del Codex para el arroz (CODEX STAN 198-1995). (Acceso 16 de enero de 2014) Disponible en:

www.codexalimentarius.org/input/download/standards/61/CXS_198s.pdf

17) Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995) enmendada en 2009. (Acceso 2 de Marzo de 2014) Disponible en:

www.codexalimentarius.net/input/download/standards/17/CXS_193s.pdf

18) Norma Salvadoreña Recomendada: ARROZ NSR 67.00.178:99, 24 de Noviembre de 1999, Diario Oficial Número 172, San Salvador, Jueves 14 de Septiembre de 2000. (Acceso 19 de enero de 2014) Disponible en:

www.diariooficial.gob.sv/diarios/do-2000/09.../14-09-2000.pdf

19) Organización Panamericana de la Salud, OPS (1979). Criterios de Salud Ambiental 3 Plomo. Publicación Científica No. 388. Pág. 127.

20) Poma, Pedro A. Intoxicación por plomo en humanos, An Fac med. 2008; 69(2):120-6, Universidad de Illinois, Chicago, EE UU. 2008. (Acceso 29 de Junio de 2014) Disponible en:

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/1155>

21) Programa Mundial de Alimentos (Sede Web), Publicado el 30 de Mayo de 2014, Noticias ; El Salvador : Gobierno asume Programa Nacional de Alimentación Escolar (Acceso 23 de Junio de 2014) Disponible en :

<http://es.wfp.org/historias/el-salvador-gobierno-asume-programa-nacional-de-alimentaci%C3%B3n-escolar>

- 22) Rivera Cardoza, Ingrid Guadalupe; Castaneda García, Jhoana Estefani. Pobreza extrema y política nacional de seguridad alimentaria y nutricional en El Salvador (2008-2009). (Tesis) Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, Octubre 2010.
- 23) Shimadzu Corporation, Atomic Absorption Spectrophotometry Cookbook, Section 6, Kyoto, Japan; Pág. 1,2,13
- 24) Shimadzu Corporation, Atomic Absorption Spectrophotometer AA-7000 Series Instruction Manual, Kyoto, Japan
- 25) Skoog, D. A. West, D. M. (2001). Química Analítica (7° Edición). México: Mc Graw Hill. Pág. 646, 647, 648.
- 26) Superintendencia de Competencia, de la Republica de El Salvador. Actualización del estudio sobre la caracterización de la agroindustria arrocera y sus condiciones de competencia en El Salvador, a julio 2012. (Acceso 28 de Junio de 2014) Disponible en:
<http://www.opinandoenelsalvador.com/wpcontent/uploads/2010/10/EstudioArrozESA2012.pdf>
- 27) Torres Escribano, Silvia. Bioaccesibilidad de arsénico y mercurio en alimentos con potencial riesgo toxicológico. (Tesis doctoral) España: Universidad de Valencia; 2011. (Acceso 21 de enero de 2014). Disponible en:
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/78990/torres.pdf;jsessionid=A D97E99CE800B52B3CD19E9A1FD22EEC.tdx2?sequence=1>
- 28) http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/evaluacion_riesgos/comite_cientifico/MATERIALES_CONTACTO_ALIMENTOS_.pdf (Acceso 9 de noviembre de 2014)
- 29) <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Boletin%20CENTA%20A-7.pdf> (Acceso 4 de enero de 2014) Boletín Centa A-7.

- 30) <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Boletin%20CENTA%20A-10.pdf> (Acceso 4 de enero de 2014) Boletín Centa A-10.
- 31) <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1570.htm> (Acceso 9 de noviembre de 2014)
- 32) <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/s1351.pdf> (Acceso 9 de noviembre de 2014)
- 33) <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz2.htm> (Acceso 12 de enero de 2014)
- 34) <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/23plomo.pdf> (Acceso 16 de enero de 2014) HOJA DE SEGURIDAD XXIII, PLOMO Y SALES DE PLOMO.
- 35) www.medicinayurveda.com/programa-detoxificacion.pdf (Acceso 29 de Junio de 2014)
- 36) <http://www.mipediatra.com/alimentacion/tabla-nino.htm> (Acceso 9 de noviembre de 2014)

ANEXOS

ANEXO N° 1
ENTREVISTA



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



Objetivo: Conocer por medio de esta entrevista en que consiste el Programa de Alimentación y Salud Escolar.

1. ¿Con qué frecuencia recibe la escuela el paquete del Programa de Alimentación y Salud Escolar?
R/ Lo recibimos 4 veces al año
2. ¿Qué insumos en concepto de granos básicos recibe la escuela por parte del Programa de Alimentación y Salud Escolar del Gobierno?
R/ Recibimos lo que es arroz, frijol, bebida fortificada, azúcar, aceite y leche.
3. ¿Poseen etiquetado los granos básicos que reciben?
R/ Todos los productos contienen etiquetas.
4. ¿Qué información contiene la etiqueta del arroz?
R/ La información es: los ingredientes, donde es elaborado y fecha de vencimiento.
5. ¿Conoce el país de origen del arroz para este Programa?
R/ No se conoce el lugar de procedencia, solo lo recibimos, el actual es de El Salvador.
6. ¿Cómo se distribuye el arroz en la escuela?
R/ Para distribuirlo usamos una tabla para ver cuánto debemos utilizar por niño, pero no poseemos balanza, por ello se hacen bolsas con una cantidad estimada, cada viernes por niño se le entrega a un padre de familia para que elabore en casa el refrigerio, los niños son de 4, 5 y 6 años.
El Ministerio de Educación proporciona un menú de comidas, pero se ajusta al presupuesto o condición económica de cada familia.

Los padres son los encargados de llevarlos alimentos preparados esto se hace por sección. Los padres reciben charlas sobre información de la nutrición de los niños.

7. ¿Desde cuándo la Escuela recibe este arroz?

R/ El arroz se recibe desde el 2012 (procedente de El Salvador).

8. ¿Con qué frecuencia a la semana consumen arroz?

R/ El arroz se consume a diario y el frijol cada dos veces por semana.

9. ¿Cuántas personas consumen el arroz donado a la Escuela?

R/ El número de estudiantes es de 209 niños.

10. ¿Sabe usted si a este arroz le hacen análisis químicos antes de entregarlos a las Escuelas?

R/ No sabemos que a los productos les realicen análisis químicos, suponemos que sí, pero no sabemos en realidad.

ANEXO N° 2
TABLAS MILITARY STANDARD

TABLE I—Sample size code letters

(see 4.9.1 and 4.9.2)

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	A	A	A	A	A	A	D
to 8	A	A	A	A	A	B	C
9	A	A	A	A	B	C	D
to 15	A	A	A	A	B	C	D
16	A	A	A	A	C	D	E
to 25	A	A	A	A	C	E	F
26	A	B	B	C	D	F	G
to 50	A	B	B	C	D	G	H
51	B	B	C	C	E	H	I
to 90	B	B	C	C	E	I	J
91	B	B	C	C	F	J	K
to 150	B	B	C	C	F	K	L
151	B	C	D	E	G	L	M
to 280	B	C	D	E	G	M	N
281	B	C	D	E	H	N	P
to 500	B	C	D	E	H	O	Q
501	C	C	E	F	I	P	R
to 1200	C	C	E	F	I	Q	
1201	C	D	E	G	J	R	
to 3200	C	D	E	G	J		
3201	C	D	F	H	K		
to 10000	C	D	F	H	K		
10001	C	D	F	H	L		
to 35000	C	D	F	H	L		
35001	D	E	G	J	M		
to 150000	D	E	G	J	M		
150001	D	E	G	J	N		
to 500000	D	E	G	J	N		
500001 and over	D	E	H	K	O		

ANEXO N° 3
PREPARACION DE LA MUESTRA

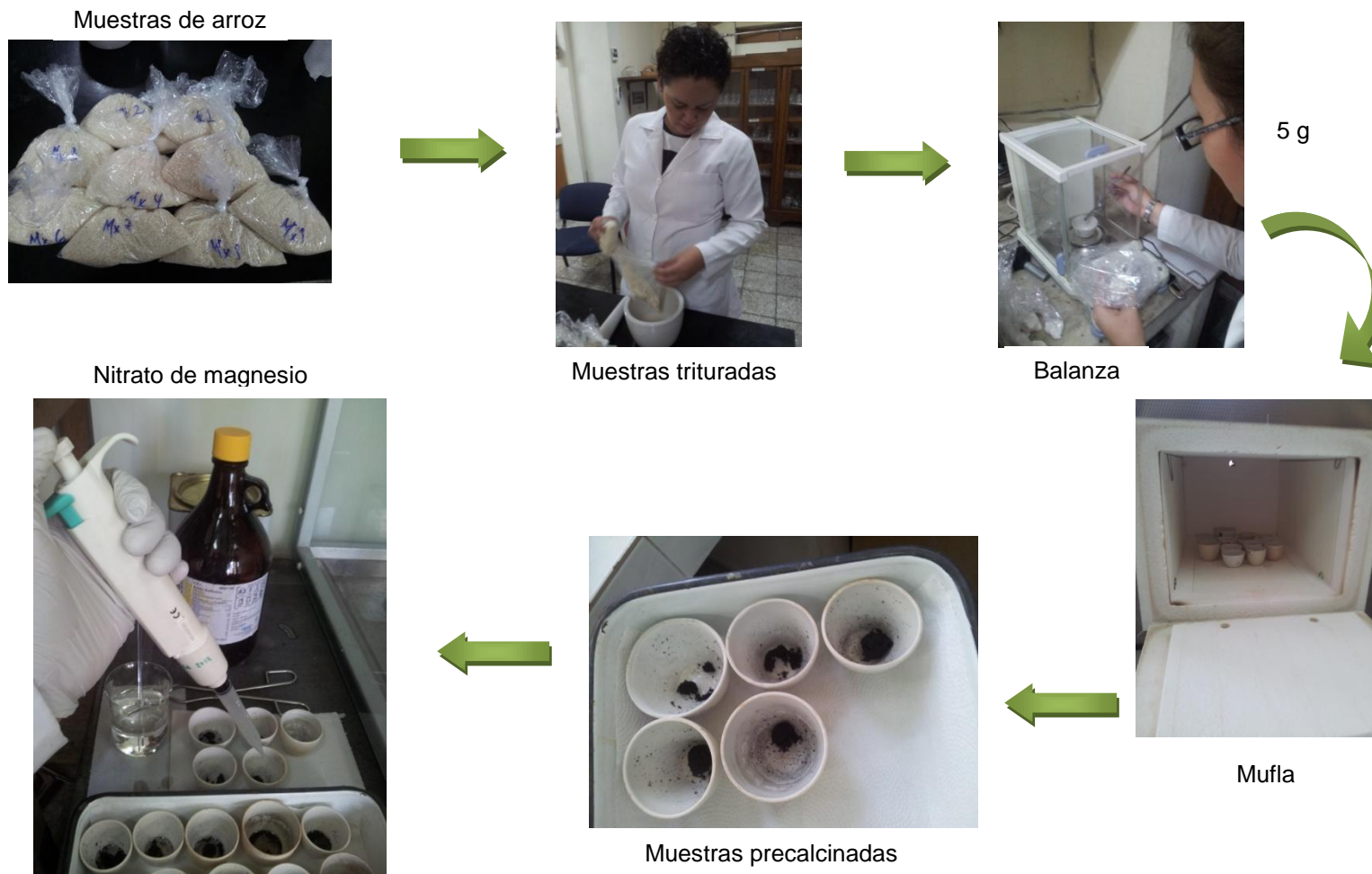
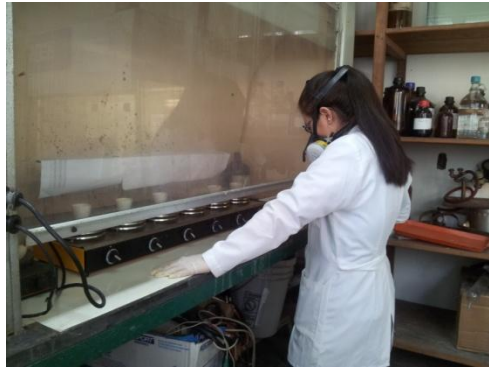


Figura N° 16. Preparación de la muestra de arroz



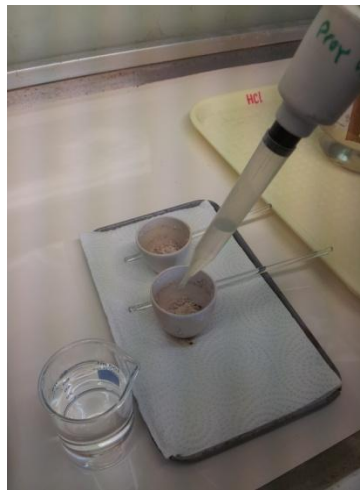
Evaporación



Mufla



Cenizas



Agua



HCl []

Figura N° 16. (Continuación)



Evaporación



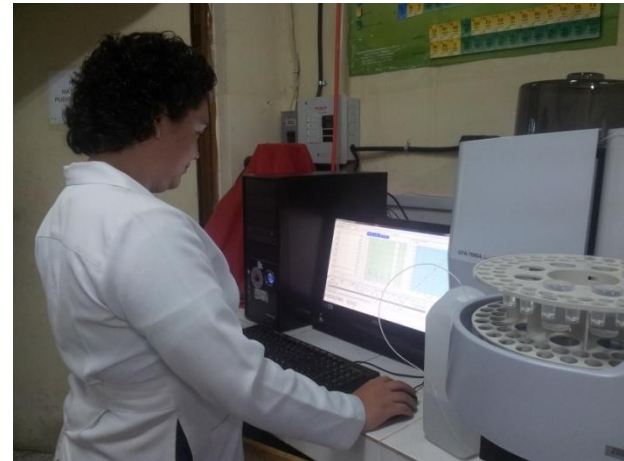
Proceso de filtración



Volumen de 50.0 mL

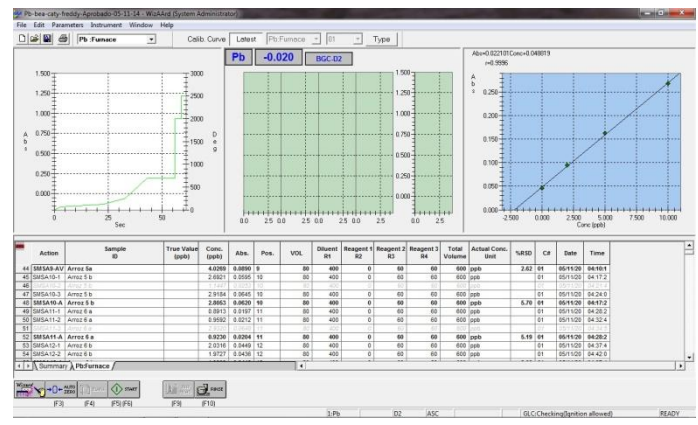
Figura N° 16. (Continuación)

ANEXO N° 4
DETERMINACION DE PLOMO



Programa Wizard

Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito



Curva de calibración

Figura N° 17. Determinación de Plomo

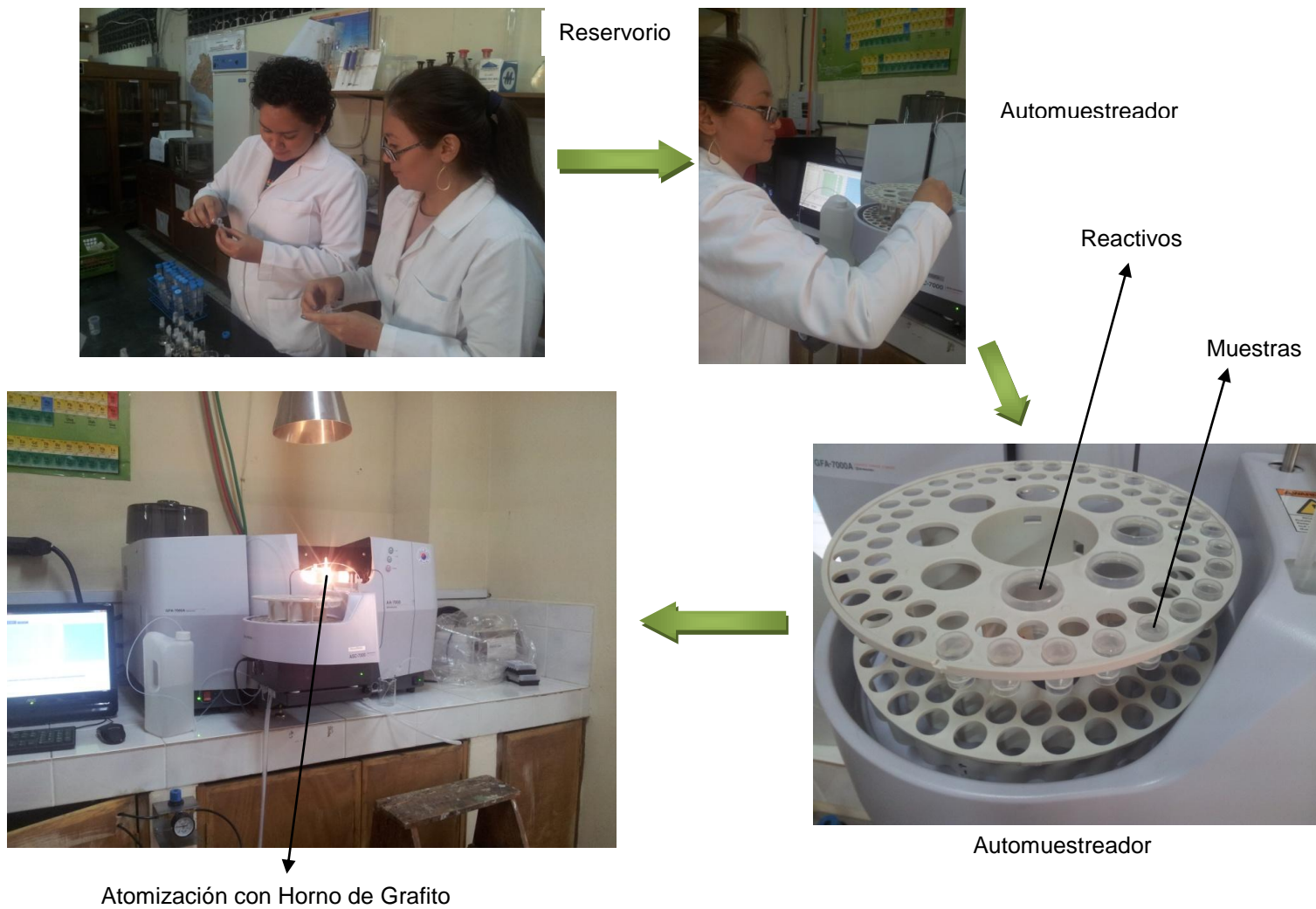
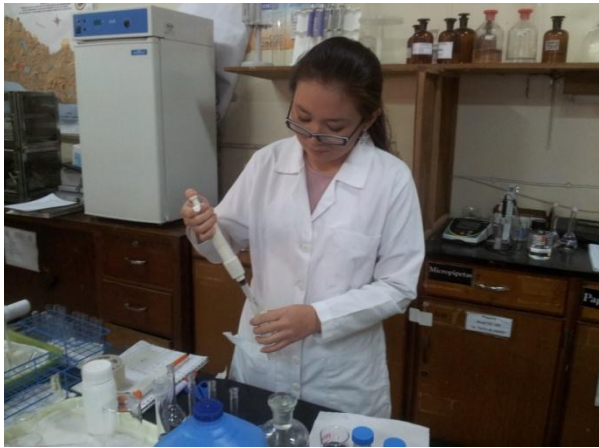


Figura N° 17. (Continuación)

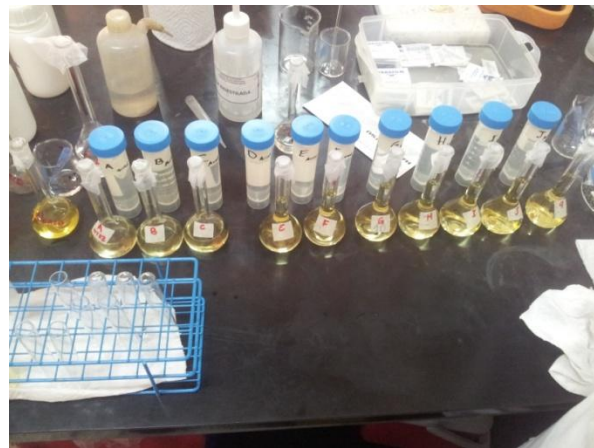
ANEXO N° 5
DETERMINACION DE ARSENICO



10.0 mL muestra



Hot plate



Volumen de 50.0 mL

Figura N° 18. Determinación de Arsénico



Generador de Vapor de Hidruros

Espectrofotómetro de Absorción Atómica con
Generador de Vapor de Hidruros



Curva de calibración

Automuestreador

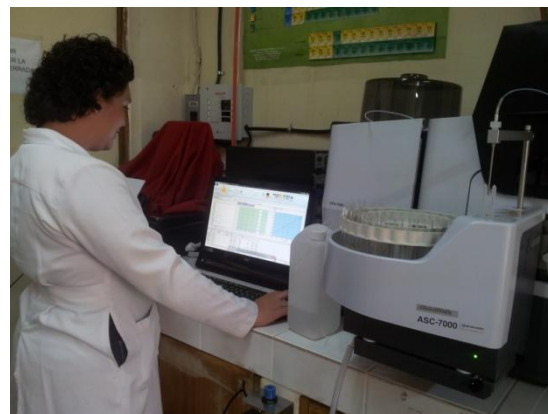


Figura N° 18. (Continuación)

Tetrahidroborato de sodio 0.5% y
HCl (1+1)



Unidad HVG-1



Lectura automática



Figura N° 18. (Continuación)

ANEXO N° 6
NORMAS DEL CODEX ALIMENTARIUS

NORMA SALVADOREÑA PARA EL ARROZ
NSR 67.00.178:99



DIARIO OFICIAL



REPÚBLICA DE EL SALVADOR EN AMÉRICA CENTRAL

TOMO N° 348

SAN SALVADOR, JUEVES 14 DE SEPTIEMBRE DE 2000

NÚMERO 172

SUMARIO

	Pág.	Pág.
ORGANO EJECUTIVO		
MINISTERIO DE ECONOMÍA		
RAMO DE ECONOMÍA		
Acuerdos Nos. 525, 528, 529 y 530.- Se aprueban Normas Salvadoreñas Recomendadas NSR 67.00.178.99, NSR 67.00.140.99, NSR 67.00.141.99 y NSR 67.00.142.99.	2-21	
Acuerdos Nos. 718, 719, 720 y 721.- Se adoptan Resoluciones Nos. 56, 57, 58 y 59, todos del 2000, emitidas por el Consejo de Ministros de Integración Económica.	22-27	
MINISTERIO DE EDUCACIÓN		
RAMO DE EDUCACION		
Acuerdos Nos. 15-0066, 15-0651, 15-0652, 15-0751, 15-1220, 15-1236, 15-1237 y 15-1238.- Equivalencias de Estudios.	28-29	
Acuerdos Nos. 15-0514 y 15-1085.- Creación, nominación y funcionamiento en dos centros educativos.	29	
ORGANO JUDICIAL		
CORTE SUPREMA DE JUSTICIA		
Acuerdo No. 26-D.- Se autoriza a la Lic. Carmen Elena Ortiz Escobar, para que ejerza las funciones de Notario, aumentándosele en la nómina respectiva.	29	
Acuerdo No. 225-D.- Se autoriza a la Lic. Norma Ibeth Ortiz Gómez, para que ejerza las funciones de Notario, aumentándosele en la nómina respectiva.	29	
INSTITUCIONES AUTONOMAS		
ALCALDÍAS MUNICIPALES		
Estatutos de la Asociación de Desarrollo Comunal "Potrero Santos", Caserío La Pelota y Acuerdo No. 14, emitido por la Alcaldía Municipal de San Miguel, aprobándolos y confiriéndoles el carácter de Persona Jurídica.	30-33	
Reformas a los Estatutos de la Asociación de Comunidades para el Desarrollo de Chalatenango y Acuerdo No. 123, aprobándolos.	34-36	
SECCION CARTELES OFICIALES		
DE PRIMERA PUBLICACIÓN		
Cartel No. 1292.- Juicio Laboral seguido por el menor REÑE HUMBERTO DURAN CARDOZA, contra la SOCIEDAD COBECAFE, S.A. DE C.V.	37	
Cartel No. 1293.- Declaratoria de Heredero a favor de JUAN PABLO RAMÍREZ.	37	
Carteles Nos. 1294, 1295, 1296, 1297, 1298, 1299, 1300 y 1301.- Aceptación de Herencias a favor de los señores ROSA LIDIA LAGLÁN, SOILA PEREZ RAMÍREZ, MERCEDES FLORES DE PATROCINIO, FILEMON MARTÍNEZ, JOSÉ REYNALDO		
		RODRIGUEZ PERES, MARGOT CAMPOS, RONALD ERNESTO REYES y MARIA EULALIA SIGUENZA SERMENO.
		37-38
		Carteles Nos. 1302, 1303, 1304 y 1305.- Títulos de Propiedad a favor de los señores FLORA CLARIBEL RODRIGUEZ, MIRIAN SALVADORA GOMEZ MENDOZA, ERLINDA PONCE Y CLARA MORENO.
		38-39
DE SEGUNDA PUBLICACIÓN		
Cartel No. 1288 (20818).- Pública Subasta de El FONDO NACIONAL DE VIVIENDA POPULAR de varios inmuebles el día 8 de agosto del 2000, a su favor.		39
SECCION CARTELES PAGADOS		
DE PRIMERA PUBLICACIÓN		
Carteles Nos. 19876-1v, 19877-1v, 19851-1v, 19865-1v, 19836-1v, 19839-1v, 19847-1v, 19854-1v, 19855-1v, 19860-1v, 19862-1v, 19863-1v, 19845-1v, 19887-1v, 19863-1v, 19888-1v, 19889-1v, 19807-1v, 19806, 19878, 19881, 19832-Bis, 19840, 19861, 19864, 19867, 19868, 19882, 19886, 19808, 19809, 19810, 19811, 19812, 19813, 19814, 19815, 19816, 19817, 19818, 19819, 19820, 19821, 19822, 19823, 19824, 19825, 19826, 19827, 19828, 19829, 19830, 19831, 19832, 19843, 19844, 19856, 19857, 19866, 19833, 19841, 19875, 19852, 19859, 19882-Bis, 19884, 19870, 21089, 21090, 21762, 18641.		40-57
DE SEGUNDA PUBLICACIÓN		
Carteles Nos. 19641, 19642, 19659, 19660, 19665, 19666, 19667, 19668, 19640, 19607, 19648, 19647, 19650, 19674, 19615, 19576, 19577, 19578, 19579, 19580, 19581, 19582, 19583, 19584, 19585, 19586, 19587, 19588, 19589, 19590, 19591, 19592, 19593, 19594, 19595, 19596, 19600, 19602, 19655, 19656, 19661, 19673, 19672, 19674, 19675, 19601, 19603, 19620, 19675, 19677, 19678, 19628, 19629, 19631, 19622, 19623, 21122-2v, 21551, 21518. . .		58-73
DE TERCERA PUBLICACIÓN		
Carteles Nos. 19280, 19281, 19282, 19350, 19355, 19362, 19363, 19317, 19323, 19364, 19371, 19374, 19339, 19347, 19393, 19349, 19283, 19284, 19285, 19286, 19287, 19288, 19289, 19290, 19291, 19292, 19293, 19294, 19295, 19296, 19297, 19298, 19299, 19300, 19301, 19302, 19303, 19304, 19305, 19306, 19307, 19343, 19344, 19313, 19394, 19395, 19396, 19319, 19365, 19326, 19348, 19352, 19373, 19390, 19391, 19392, 19389, 19381, 19345, 19314, 19310, 19311, 19325, 19378, 21241, 21242, 21243, 21566, 21562-C, 19636-C.		74-92
SECCION DOCUMENTOS OFICIALES		
MINISTERIO DE EDUCACIÓN		
Resolución No. 423.- Reposición de Título a favor de Blanca Argella Salazar Rodríguez.		92

Director: LUD DREIKORN LOPEZ
Dirección: 15 Av. Sur y 4a. C. Pla. # 829 S.S.
Tel.: 222-3139
Página Web: www.minter.gob.sv
Correo: imprenta@vianet.com.sv

ORGANO EJECUTIVO**MINISTERIO DE ECONOMÍA
RAMO DE ECONOMÍA**

ACUERDO Nº 525 -

San Salvador, 14 de julio de 2000.

EL ORGANO EJECUTIVO EN EL RAMO DE ECONOMIA,

Vista la solicitud presentada por el Ingeniero CARLOS ROBERTO OCHOA CORDOVA, Director Ejecutivo del CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, CONACYT, relativa a que se apruebe la Norma Salvadoreña Recomendada: ARROZ NSR 67.00.178.99; y

CONSIDERANDO:

Que la Junta Directiva de la citada Institución, ha aprobado la Norma antes relacionada, mediante el Punto Número SEIS del ACTA Número DOSCIENTOS SETENTA Y UNO, de la Sesión celebrada el 24 de noviembre de mil novecientos noventa y nueve.

POR TANTO:

De conformidad al Artículo 36 Inciso tercero de la Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología,

ACUERDA:

1ª.- APRUEBASE la Norma Salvadoreña Recomendada: ARROZ NSR 67.00.178.99. De acuerdo a los siguientes términos:

**NORMA
SALVADOREÑA
CONACYT**

NSR CODEX STAN 198-1995

NORMA PARA EL ARROZ

CORRESPONDENCIA: Esta norma es una adopción de la Norma CODEX STAN 198-1995

ICS 67.060

NSR 67.00.178:99

Editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, Colonia Médica, Avenida Dr. Emilio Alvarez, Pasaje Dr. Guillermo Rodríguez Pacas, #51, San Salvador, El Salvador, Centro América. Tel: 226-2800, 225-6222; Fax.: 225-6255; e-mail: info@ns.conacyt.gob.sv.

Derechos Reservados

Esta Norma se limita a las disposiciones esenciales relativas a la salud pública, la inocuidad de los alimentos y la protección del consumidor, a propósito de las cuales cabría esperar que los gobiernos elaborarán un reglamento. En el Anexo a la presente Norma figuran disposiciones relativas a la calidad y la composición sobre las que ha habido un acuerdo internacional y que se recomiendan encarecidamente a los comerciantes para que formen, cuando convenga, la base de contratos de compra y venta. Ese Anexo no forma sin embargo parte de la Norma, por lo que la aceptación de la Norma por parte de los gobiernos no entraña la aceptación del Anexo.

1. CAMPO DE APLICACION

La presente Norma se aplica al arroz descascarado, al arroz elaborado y al arroz sancochado, todos ellos destinados al consumo humano directo, es decir listo para su uso previsto como alimento humano, presentado en forma envasada o vendido suelto directamente del envase al consumidor. No se aplica a otros productos derivados del arroz, o al arroz glutinoso.

2. DEFINICIONES

- 2.1.1 **Arroz:** granos enteros o quebrados de la especie *Oryza sativa* L.
- 2.1.1.1 **Arroz cáscara:** es el arroz que ha mantenido su cáscara después de la trilla.
- 2.1.1.2 **Arroz descascarado:** [arroz pardo o arroz de embarque] es el arroz cáscara del que sólo se ha eliminado la cáscara. El proceso de descascarado y manipulación puede ocasionar una pérdida parcial del salvado.
- 2.1.1.3 **Arroz elaborado:** (arroz blanco) es el arroz descascarado del que se han eliminado, total o parcialmente, por elaboración, el salvado y el germen.
- 2.1.1.4 **Arroz sancochado:** puede ser arroz descascarado o elaborado que se obtiene remojando en agua el arroz cáscara o descascarado y sometándolo a un tratamiento térmico, de forma que se gelatinice completamente el almidón seguido de un proceso de secado.
- 2.1.1.5 **Arroz glutinoso; arroz ceroso:** granos de variedades especiales de arroz que presentan un aspecto blanco y opaco. El almidón del arroz glutinoso se compone casi totalmente de amilopectina. Después de cocido tiende a pegarse.

3. REQUISITOS

3.1 FACTORES DE CALIDAD-GENERALES

- 3.1.1 El arroz deberá ser inocuo y adecuado para el consumo humano.
- 3.1.2 El arroz deberá estar exento de sabores y olores anormales, insectos y ácaros vivos.

3.2 FACTORES DE CALIDAD-ESPECIFICOS

- 3.2.1 **Contenido de humedad** 15% m/m máximo
Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

- 3.2.2 **Materias extrañas:** son componentes orgánicos o inorgánicos distintos de los granos de arroz.

- 3.2.2.1 **Suciedad:** impurezas de origen animal (Incluidos insectos muertos) 0,1% m/m máximo.

- 3.2.2.2 **Otras materias extrañas orgánicas:** tales como semillas extrañas, cáscaras, salvado, fragmentos de paja, etc. no deberán superar los siguientes límites:

Nivel máximo

Arroz descascarado	1,5% m/m
Arroz elaborado	0,5% m/m
Arroz descascarado sancochado	1,5% m/m
Arroz elaborado sancochado	0,5% m/m

- 3.2.2.3 **Materias extrañas inorgánicas:** tales como piedras, arena, polvo, etc. no deberán superar los siguientes límites.

Nivel máximo

Arroz descascarado	0,1% m/m
Arroz elaborado	0,1% m/m
Arroz descascarado sancochado	0,1% m/m
Arroz elaborado sancochado	0,1% m/m

3.3 CONTAMINANTES**3.3.1 Metales Pesados**

Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma deberán estar exentos de metales pesados en cantidades que representen un peligro para la salud humana.

3.3.2 Residuos de plaguicidas

El arroz se ajustará a los límites máximos de residuos establecidos por el Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas para este producto.

3.4 HIGIENE

3.4.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos NSR 67.00.241:99 y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.

3.4.2 En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.

3.4.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:

- estará exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
- estará exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y
- no contendrá sustancias procedentes de microorganismos, incluido hongos, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

4. METODOS DE ANALISIS Y MUESTREO**4.1 MUESTREO**

ISO 950-1981 Cereales-Muestreo (en granos).

Otros métodos:

AACC 64-70A-Trigo y cereales enteros

AACC 64-50- Muestreo de cereales para piensos y forrajes

AOAC 14ª Ed. (1984) 7.001 Muestreo de sacos

4.2 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ISO 712-1985 Cereales y productos a base de cereales - Determinación del contenido de humedad (Método de referencia habitual) (Tipo I: Horno de aire).

ICC 110/1 Determinación del contenido de humedad en los cereales y productos a base de cereales (Declarado idéntico al método ISO 712-1985).

4.3 OTROS METODOS DE ENSAYO

ISO 7301 (Anexo A). (Determinación del contenido de materias extrañas, granos quebrados, granos defectuosos y granos de otros tipos de arroz).

Las disposiciones que figuran en este Anexo no se consideran esenciales para la protección de la salud del consumidor o la inocuidad del producto sino que tienen más bien un carácter consultivo, ya que constituyen factores de calidad y criterios comúnmente aplicados en el comercio para definir o describir la calidad del producto que se compra. Los comerciantes, cada uno por su cuenta, deberían determinar cuáles son sus requisitos respecto de la calidad del producto. La finalidad de estas orientaciones es la de ayudar a los usuarios de normas del Codex cuando realizan sus compras en el campo internacional, por lo que no se requiere la aceptación formal de las mismas.

5. ETIQUETADO

Además de los requisitos de la Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (NSO 67.10.01:98), deberán aplicarse las siguientes disposiciones específicas:

5.1 NOMBRE DEL PRODUCTO

El nombre del producto que se muestre en la etiqueta deberá ajustarse a las definiciones que figuran en la sección 2. Los otros nombres que aparecen entre paréntesis podrán utilizarse de acuerdo con las prácticas locales.

5.2 ETIQUETADO DE ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

La información relativa a los envases no destinados a la venta al por menor deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañen, salvo que el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre que tal marca sea claramente identificable con los documentos que acompañen al envase.

**NORMA DEL CODEX PARA EL ARROZ
CODEX STAN 198-1995**

NORMA DEL CODEX PARA EL ARROZ

CODEX STAN 198-1995

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica al arroz descascarado, al arroz elaborado y al arroz sancochado, todos ellos destinados al consumo humano directo, es decir listo para su uso previsto como alimento humano, presentado en forma envasada o vendido suelto directamente del envase al consumidor. No se aplica a otros productos derivados del arroz, o al arroz glutinoso.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definiciones

2.1.1 **Arroz:** granos enteros o quebrados de la especie *Oryza sativa* L.

2.1.1.1 **Arroz con cáscara:** es el arroz que ha mantenido su cáscara después de la trilla.

2.1.1.2 **Arroz descascarado:** (arroz pardo o arroz de embarque) es el arroz con cáscara del que sólo se ha eliminado la cáscara. El proceso de descascarado y manipulación puede ocasionar una pérdida parcial del salvado.

2.1.1.3 **Arroz elaborado:** (arroz blanco) es el arroz descascarado del que se han eliminado, total o parcialmente, por elaboración, el salvado y el germen.

2.1.1.4 **Arroz sancochado:** puede ser arroz descascarado o elaborado que se obtiene remojando en agua el arroz con cáscara o descascarado y sometiéndolo a un tratamiento térmico, de forma que se gelatinice completamente el almidón, seguido de un proceso de secado.

2.1.1.5 **Arroz glutinoso; arroz ceroso:** granos de variedades especiales de arroz que presentan un aspecto blanco y opaco. El almidón del arroz glutinoso se compone casi totalmente de amilopectina. Después de cocido tiende a pegarse.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Factores de calidad – generales

3.1.1 El arroz deberá ser inocuo y adecuado para el consumo humano.

3.1.2 El arroz deberá estar exento de sabores y olores anormales, insectos y ácaros vivos.

3.2 Factores de calidad – específicos

3.2.1 **Contenido de humedad** 15 % m/m máximo

Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

3.2.2 **Materias extrañas:** son componentes orgánicos o inorgánicos distintos de los granos de arroz.

3.2.2.1 **Suciedad:** impurezas de origen animal (incluidos insectos muertos) 0,1 % m/m máximo

3.2.2.2 **Otras materias extrañas orgánicas** tales como semillas extrañas, cáscaras, salvado, fragmentos de paja, etc. no deberán superar los siguientes límites:

	Nivel máximo
Arroz descascarado	1,5 % m/m
Arroz elaborado	0,5 % m/m
Arroz descascarado sancochado	1,5 % m/m
Arroz elaborado sancochado	0,5 % m/m

- 3.2.2.3 **Materias extrañas inorgánicas** tales como piedras, arena, polvo, etc. no deberán superar los siguientes límites:

	Nivel máximo
Arroz descascarado	0,1 % m/m
Arroz elaborado	0,1 % m/m
Arroz descascarado sancochado	0,1 % m/m
Arroz elaborado sancochado	0,1 % m/m

4. CONTAMINANTES

- 4.1 **Metales pesados**
Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma deberán estar exentos de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.
- 4.2 **Residuos de plaguicidas**
El arroz se ajustará a los límites máximos de residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

5. HIGIENE

- 5.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del *Código Internacional de Prácticas Recomendado – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969)*, y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.
- 5.2 En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.
- 5.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:
- estará exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
 - estará exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y
 - no contendrá sustancias procedentes de microorganismos, incluido hongos, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

6. ENVASADO

- 6.1 El arroz se envasará en envases que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutricionales, tecnológicas y organolépticas del alimento.
- 6.2 Los envases, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y apropiadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto sustancias tóxicas ni olores o sabores desagradables.
- 6.3 Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes y estar bien cosidos o sellados.

7. ETIQUETADO

Además de los requisitos de la *Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985)*, deberán aplicarse las siguientes disposiciones específicas:

- 7.1 **Nombre del producto**
El nombre del producto que deberá aparecer en la etiqueta deberá ajustarse a las definiciones que figuran en la sección 2.1. Los otros nombres que aparecen entre paréntesis podrán utilizarse de acuerdo con las prácticas locales.
- 7.2 **Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor**
La información relativa a los envases no destinados a la venta al por menor deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañen, salvo que el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y

**NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS CONTAMINANTES Y LAS
TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS
CODEX STAN 193-1995**

**NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS CONTAMINANTES Y LAS TOXINAS
PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS
(CODEX STAN 193-1995)**

1. PREÁMBULO

1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma contiene los principios recomendados por el Codex Alimentarius en relación con los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos; se indican también los niveles máximos y planes de muestreo relacionados de los contaminantes y las sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los alimentos y piensos que, por recomendación de la Comisión del Codex, deben aplicarse a los productos que circulan en el comercio internacional.

Esta norma comprende únicamente niveles máximos de contaminantes y sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los piensos en los casos en que el contaminante en los piensos puede ser transferido al alimento de origen animal y que pueden ser pertinentes para la salud pública.

1.2 DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS

1.2.1 General

A los efectos del Codex Alimentarius, las definiciones que pueden aplicarse a esta Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (NGCTAP) son las que figuran en el Manual de Procedimiento y sólo se repiten aquí las más importantes. Se presentan algunas definiciones nuevas cuando se considera que ello ofrece garantías de obtener la mayor claridad posible. Cuando se hace referencia a alimentos, ello es válido también para los piensos, en los casos en que convenga.

1.2.2 Contaminante

En el Codex Alimentarius un contaminante se define como sigue:

"Cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental. Este término no abarca fragmentos de insectos, pelo de roedores y otras materias extrañas".

La presente norma se aplica a toda sustancia que se ajuste a la definición de contaminante del Codex, incluidos los contaminantes presentes en los piensos destinados a los animales productores de alimentos, con excepción de:

- 1) Los contaminantes presentes en los alimentos y piensos que son importantes únicamente desde el punto de vista de la calidad del alimento (p.ej. cobre), pero no de la salud pública en los alimentos dado que las normas elaboradas en el Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF) tienen el objetivo de proteger la salud pública.
- 2) Los residuos de plaguicidas, según la definición del Codex, que son de competencia del Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas (CCPR).
- 3) Los residuos de medicamentos veterinarios, con arreglo a la definición del Codex, que son de competencia del Comité del Codex sobre Residuos de Medicamentos Veterinarios en los Alimentos (CCRVDF).
- 4) Las toxinas microbianas, como la toxina botulínica y la enterotoxina del estafilococo, y los microorganismos que son de competencia del Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos (CCFH).

PATULINA

Referencia al JECFA:	35 (1989), 44 (1995)
Orientación toxicológica:	IMDTP 0,0004 mg/kg pc (1995)
Definición del residuo:	patulina
Código de prácticas relacionado:	Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por patulina en el zumo (jugo) de manzana e ingredientes de zumo (jugo) de manzana en otras bebidas (CAC/RCP 50-2003)

Producto Código	Nombre	Nivel mg/kg	Sufijo	Tipo	Referencia	Notas/observaciones para el Codex Alimentarius
JF 0226	Zumo (jugo) de manzana	50		NM		El NM cubre el zumo (jugo) de manzana como ingrediente en otras bebidas.

La patulina es una micotoxina formada por una lactona hemiacetálica, producida por especies del género *Aspergillus*, *Penicillium* y *Byssoclams*.

ARSÉNICO

Referencia al JECFA:	5 (1960), 10 (1967), 27 (1983), 33 (1988)
Referencia toxicológica:	ISTP 0.015 mg/kg pc (1988, para el arsénico inorgánico)
Definición del residuo:	Arsénico total (As-tot) si no se menciona de otra forma; arsénico inorgánico (As-in); u otra especificación
Sinónimos:	As
Código de prácticas relacionado:	Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CAC/RCP 49-2001)

Producto Código	Nombre	Nivel mg/kg	Sufij o	Tipo	Referencia	Notas/observaciones para el Codex Alimentarius
	Grasas y aceites comestibles	0,1		NM	CS 19-1981	Grasas y aceites comestibles no comprendidas en las normas individuales
	Grasas para untar y mezclas de grasas para untar	0,1		NM		
	Margarina	0,1		NM	CS 32-1981	
	Minarina	0,1		NM	CS 135-1981	
	Grasas animales especificadas	0,1		NM	CS 211-1999	
OR 0305	Aceite de oliva, refinado	0,1		NM	CS 33-1981	Manteca de cerdo, grasa de cerdo fundida, primer jugo (<i>premier jus</i>) y sebo comestible.
OC 0305	Aceite de oliva, virgen	0,1		NM	CS 33-1981	
OR 5330	Aceite de orujo de oliva	0,1		NM	CS 33-1981	
						Aceite de pulpa de oliva

Producto Código	Nombre	Nivel mg/kg	Sufij o	Tipo	Referencia	Notas/observaciones para el Codex Alimentarius
OC 0172	Aceites vegetales, crudos	0,1		NM	CS 210-1999	Aceites vegetales especificados de cacahuete, babasú, coco, semillas de algodón, semillas de uva, semillas de mostaza, palmiche, palma, nabina, cártamo, sésamo, soya y girasol, oleína de palma, estearina y superoleína.
OR 0172	Aceites vegetales, comestibles	0,1		NM	CS 210-1999	Aceites vegetales especificados de cacahuete, babasú, coco, semillas de algodón, semillas de uva, semillas de mostaza, palmiche, palma, nabina, cártamo, sésamo, soya y girasol, oleína de palma, estearina y superoleína.
	Aguas minerales naturales	0,01		NM	CS 108-1981	Expresado en total de As mg/l
	Sal, calidad alimentaria	0,5		NM	CS 150-1985	

El arsénico es un metaloide que suele estar presente con otros minerales en la corteza de la Tierra. Por lo general se produce por medios naturales, como la actividad volcánica y el desgaste de minerales, o por actividades antropogénicas que lo dispersan en el medio ambiente, como en el fundido de minerales, la incineración de carbón, y por uso específico, por ejemplo de conservadores de madera, plaguicidas y medicamentos veterinarios o para seres humanos elaborados con arsénico. A consecuencia de los procesos metabólicos naturales de la biosfera, hay arsénico presente en los alimentos en un gran número de formas orgánicas e inorgánicas (especies). El arsénico se encuentra especialmente en el entorno marino, a menudo en grandes concentraciones de formas orgánicas, de hasta 50 mg/kg de arsénico en peso en fresco en algunos productos del mar, como las algas marinas, el pescado, los mariscos y los crustáceos. En el agua dulce y en los entornos terrestres el arsénico suele aparecer en concentraciones muy inferiores (por lo general de 0-20 ug/kg) en los cultivos y el ganado. Pueden encontrarse concentraciones más altas en el arroz, los hongos y a veces en las aves de corral alimentadas con harina de pescado que contenga arsénico. En muchos países a menudo son motivo de preocupación las concentraciones de arsénico presentes en el agua para beber. Se han registrado concentraciones superiores a 200 mg/l, que pueden repercutir negativamente en la salud del consumidor. Las formas más tóxicas del arsénico son el arsénico inorgánico (III) y los compuestos (V); el trióxido de arsénico es muy conocido como veneno para ratas y también se ha utilizado para cometer homicidios. Los metilados de arsénico tienen una toxicidad aguda baja; la arsenobetaina, principal forma del arsénico presente en el pescado y los crustáceos, se considera no tóxica. En los crustáceos, los moluscos y las algas, se presentan derivados del dimetilarsinoilribosido ("arsenoazúcares"), cuya posible toxicidad no se conoce con detalle. Sólo un porcentaje bajo del arsénico total presente en el pescado es inorgánico, que es la única forma para la cual el JECFA ha establecido una ISTEP. Los datos epidemiológicos humanos utilizados para hacer esta evaluación de riesgos se basan en la exposición a arsénico inorgánico a través del agua para beber. El CIIC ha clasificado el arsénico inorgánico como carcinógeno humano, y ha estimado la duración del riesgo del cáncer dermatológico inducido por el arsénico que puede ser causado por beber agua que contenga o supere el límite de referencia de la OMS para el arsénico en el agua para beber, calculado en 6×10^{-4} .

CADMIO

Referencia al JECFA:	16 (1972), 33 (1988), 41 (1993), 55 (2000), 61 (2003), 64 (2005)
Referencia toxicológica:	ISTP 0.007 mg/kg pc (1988) (mantenido en 2000 y 2003). El JECFA concluyó en su 64ª reunión que el efecto de los diversos NM en la ingesta general de cadmio sería muy reducido. Con los NM propuestos por el Codex, la ingesta media de cadmio disminuiría aproximadamente un 1% de la ISTEP. La imposición de NM inferiores un nivel podría reducir la ingestión de cadmio cuando mucho un 6% (trigo, papas) de la ISTEP. Sólo el 9% de los productos (ostras) excedería los NM propuestos por el Codex. Si los NM fueran inferiores un nivel a los propuestos, los excedería alrededor del 25% de los moluscos, las papas y otras hortalizas.
Definición del residuo:	Cadmio total

PLOMO

Referencia al JECFA: 10 (1966), 16 (1972), 22 (1978), 30 (1986), 41 (1993), 53 (1999)
Orientación toxicológica: ISTP 0.025 mg/kg pc (1986, mantenida en 1993 y 1999)
Definición del residuo: Plomo total
Sinónimos: Pb

Códigos de prácticas relacionados: Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por plomo en los alimentos (CAC/RCP 56-2004)
Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CAC/RCP 49-2001)

Producto Código	Nombre	Nivel mg/kg	Sufijo	Tipo	Referencia	Notas/observaciones para el Codex Alimentarius
FT 0026	Frutas tropicales y subtropicales variadas, de piel comestible	0,1		NM		
FI 0030	Frutas tropicales y subtropicales variadas, de piel no comestible	0,1		NM		
FB 0018	Bayas y otras frutas pequeñas	0,2		NM		
FC 0001	Frutos cítricos	0,1		NM		
FP 0009	Frutas pomáceas	0,1		NM		
FS 0012	Frutas de hueso	0,1		NM		
VB 0040	Brasicáceas	0,3		NM		Excepto la col
VA 0035	Hortalizas de bulbo	0,1		NM		
VC 0045	Hortalizas de fruto, cucurbitáceas	0,1		NM		
VO 0050	Hortalizas de fruto, excepto las cucurbitáceas	0,1		NM		Excepto los hongos
VL 0053	Hortalizas de hoja	0,3		NM		Incluidas las brasicáceas y las hortalizas de hoja pero excluidas las espinacas
VP 0060	Hortalizas de leguminosas	0,2		NM		
VD 0070	Legumbres	0,2		NM		
VR 0075	Raíces y tubérculos	0,1		NM		Incluidas las papas peladas
	Cóctel de frutas en conserva	1		NM	CS 78-1981	
	Pomelos en conserva	1		NM	CS 15-1981	
	Mandarinas en conserva	1		NM	CS 68-1981	
	Mangos en conserva	1		NM	CS 159-1987	
	Piña en conserva	1		NM	CS 42-1981	
	Frambuesas en conserva	1		NM	CS 60-1981	
	Fresas en conserva	1		NM	CS 62-1981	
	Ensalada de frutas tropicales en conserva	1		NM	CS 99-1981	
	Compotas (conservas de frutas) y jaleas	1		NM	CS 79-1981	
	Salsa picante de mango	1		NM	CS 160-1987	

Lista I -Radionucleidos

Producto Código	Nombre	Nivel mg/kg	Sufijo	Tipo	Referencia	Notas/observaciones para el Codex Alimentarius
	Aceitunas de mesa	1		NM	CS 66-1981	
	Espárragos en conserva	1		NM	CS 56-1981	
	Zanahorias en conserva	1		NM	CS 116-1981	
	Frijoles verdes y frijolillos en conserva	1		NM	CS 16-1981	
	Guisantes (arvejas) verdes en conserva	1		NM	CS 58-1981	
	Guisantes (arvejas) maduros elaborados en conserva	1		NM	CS 81-1981	
	Setas en conserva	1		NM	CS 55-1981	
	PañMito en conserva	1		NM	CS 144-1985	
	Maíz dulce en conserva	1		NM	CS 18-1981	
	Tomates en conserva	1		NM	CS 13-1981	
	Pepinos encurtidos (encurtido de pepinos)	1		NM	CS 115-1981	
	Concentrados de tomate elaborados	1.5		NM	CS 57-1981	
JF 0175	Zumos (jugos) de frutas	0,05		NM		Incluidos los néctares, listos para beber
GC 0081	Cereales en grano, excepto el trigo sarraceno, la cañihua y la quinoa	0,2		NM		
	Castañas en conserva y puré de castañas en conserva	1		NM	CS 145-1985	
MM 0097	Carne de vacuno, porcino y ovino	0,1		NM		También se aplica a la grasa de la carne
PM 0110	Carne de aves	0,1		NM		
MO 0812	Vacuno, despojos comestibles	0,5		NM		
MO 0818	Porcino, despojos comestibles	0,5		NM		
PO 0111	Aves, despojos comestibles	0,5		NM		
	Grasas y aceites comestibles	0,1		NM	CS 19-1981	Grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales
	Margarina	0,1		NM	CS 32-1981	
	Minarina	0,1		NM	CS 135-1981	
	Grasas animales especificadas	0,1		NM	CS 211-1999	Manteca de cerdo, grasa de cerdo fundida, primer jugo y sebo comestible
OR 0305	Aceite de oliva refinado	0,1		NM	CS 33-1981	
OC 0305	Aceite de oliva virgen	0,1		NM	CS 33-1981	
OR 5330	Aceite de residuo de la aceituna	0,1		NM	CS 33-1981	Aceite de orujo de oliva
PF 0111	Grasas de aves	0,1		NM		
OC 0172	Aceites vegetales sin refinar	0,1		NM	CS 210-1999	Aceites de cacahuete, babasú, coco, semillas de algodón, semillas de uva, semillas de mostaza, palmiche, palma, nabina, cártamo, sésamo, soya y girasol, oleína de palma, estearina y superoleína y otros aceites, excepto la manteca de cacao.
OR 0172	Aceites vegetales comestibles	0,1		NM	CS 210-1999	Aceites de cacahuete, babasú, coco, semillas de algodón, semillas de uva, semillas de mostaza, palmiche, palma, nabina, cártamo, sésamo, soya y girasol, oleína de palma, estearina y superoleína y otros aceites, excepto la manteca de cacao.
LM 0106	Leches	0,02		NM		Debe aplicarse un factor de concentración a la leche parcial o totalmente deshidratada.

Lista I - Radionucleidos

Producto Código	Nombre	Nivel mg/kg	Sufijo	Tipo	Referencia	Notas/observaciones para el Codex Alimentarius
LS	Productos lácteos secundarios	0.02		NM		Según se consumen
	Aguas minerales naturales	0.01		NM	CS 108-1981	Expresado en mg/l
	Preparados para lactantes	0.02		NM		Listos para el consumo
	Sal de calidad alimentaria	2		NM	CS 150-1985	
	Vino	0,2		NM		

MERCURIO

Referencia al JECFA: 10 (1966), 14 (1970), 16 (1972), 22 (1978)

Orientación toxicológica: ISTP 0,005 mg/kg pc (1978)

Definición del residuo: Mercurio total

Sinónimos: Hg

Código de prácticas relacionado: Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CAC/RCP 49-2001)

Producto Código	Nombre	Nivel mg/kg	Sufijo	Tipo	Referencia	Notas/observaciones para el Codex Alimentarius
	Aguas minerales naturales	0,001		NM	CS 108-1981	Expresado en mg/l
	Sal de calidad alimentaria	0,1		NM	CS 150-1985	

El mercurio es un elemento metálico presente en la naturaleza que puede aparecer en los alimentos por causas naturales. También pueden presentarse niveles elevados de mercurio a causa, por ejemplo, de la contaminación del medio ambiente debido a usos industriales o de otro tipo. Los niveles de metilmercurio y también de mercurio total en los animales y las plantas terrestres suelen ser muy bajos; sin embargo, el uso de harina de pescado como pienso también puede conducir a niveles más elevados de metilmercurio en otros productos animales.



Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura

[العربية](#) [中文](#) [English](#) [Français](#) [Italiano](#) [Português](#) [Русский](#) [Español](#)

Búsqueda sólo en Medios

[Acerca de](#) [En acción](#) [Países](#) [Temas](#) [Medios](#) [Publicaciones](#) [Estadísticas](#) [Asociaciones](#)

[Contactos para los medios](#) | [Archivo de noticias](#) | [Eventos de interés](#) | [Audio y video](#) | [Webcasting](#) | [Infografía](#) | [La FAO en las noticias](#)

[Inicio](#) > [Medios](#) > Noticias

[Imprimir](#) [Enviar](#)

Comisión del Codex Alimentarius – Ginebra, del 14 al 18 de julio de 2014



La Comisión del Codex Alimentarius está encargada de proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de los alimentos

El organismo de las Naciones Unidas encargado de las normas alimentarias, la Comisión del Codex Alimentarius, se reúne esta semana en Ginebra para examinar normas sobre la inocuidad y la calidad de los alimentos.

Creado para proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de los alimentos, el Codex Alimentarius es una iniciativa conjunta de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Las decisiones tomadas en el 37º periodo de sesiones de la Comisión se publicarán a continuación.

Límites máximos de residuos para los plaguicidas ACORDADO

Los plaguicidas son productos químicos utilizados para matar insectos, malas hierbas y otras plagas y evitar así que dañen los cultivos. Incluso cuando se usan de acuerdo a las mejores prácticas, niveles bajos de residuos de plaguicidas pueden acabar en los alimentos. Con el fin de garantizar que tales residuos no causan daño a la salud de las personas y en base a las evaluaciones de riesgo aportada por un grupo de expertos internacionales independientes (Reunión Conjunta de Expertos FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas, JMPR), la Comisión del Codex Alimentarius recomienda límites máximos de residuos de un plaguicida en un alimento específico, por ej. un límite de 0,02 mg/kg del herbicida diquat en los plátanos o granos de café, o un límite de 0,6 mg/kg de propiconazol (utilizado para prevenir la aparición de moho) en las ciruelas.

- [Informe de la última reunión del Comité del Codex sobre residuos de plaguicidas](#)
- [Más información sobre el JMPR](#)
- [Gestión de plagas y plaguicidas](#)

Niveles máximos para las fumonisinas en el maíz y productos del maíz AGREED

Las fumonisinas son toxinas producidas por mohos que pueden desarrollarse en el maíz tanto en el campo como después de la cosecha. La humedad, el almacenamiento inadecuado y el daño causado por insectos pueden incrementar el riesgo de mohos productores de fumonisinas. Las toxinas se han detectado en cultivos de maíz en todo el mundo y tienen un impacto negativo en la salud humana y animal. La Comisión del Codex Alimentarius ha establecido los niveles máximos de presencia de fumonisinas en 4 mg/kg en el grano de maíz crudo y 2 mg/kg en la harina de maíz (refinada e integral).

- [Informe de la última reunión del Comité del Codex sobre los contaminantes en los alimentos](#)
- [¿Qué son las micotoxinas?](#)

Niveles máximos para el arsénico inorgánico en el arroz ACORDADO

El arsénico es un elemento que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre. Está presente en muchos alimentos



La Comisión del Codex Alimentarius está formada por 186 países miembros y se reúne con carácter anual

Enlaces relacionados

[Sitio web del Codex Alimentarius](#)

[Organización Mundial de la Salud](#)

[Documentos del Codex a debate en el 37º período de sesiones](#)

[Programa de la reunión \(PDF\)](#)

[Convocatoria de prensa](#)

Animación (en inglés)



[El Codex y los alimentos que comemos](#)

Contacto

Fiona Winward
Oficina de prensa (Roma)
(+39) 348 25 23 616
fiona.winward@fao.org

Glenn Thomas
Comunicación OMS

(+41) 22 791 3983

(+41) 79 509 0677

thomasg@who.int

que lo absorben de la tierra y el agua. El arroz en particular puede acumular más arsénico que otros alimentos y debido a que es muy consumido puede contribuir de manera importante a la exposición a este elemento. La exposición prolongada al arsénico del agua potable y los alimentos pueden causar cáncer y lesiones de la piel. También se asocia con efectos sobre el crecimiento, enfermedades del corazón, diabetes, y daños en el sistema nervioso y el cerebro. Para proteger a los consumidores de la exposición excesiva, la Comisión del Codex Alimentarius recomienda que el nivel de arsénico en el arroz no debe superar los 0,2 mg/kg.

- [Informe de la última reunión del Comité del Codex sobre los contaminantes en los alimentos](#)
- [Nota informativa sobre el arsénico](#)
- [Medidas correctivas del arsénico para la sostenibilidad de la agricultura, la seguridad alimentaria y la salud en Bangladesh](#)
- [La amenaza del arsénico en el arroz](#)

Niveles máximos de plomo en los preparados para lactantes

ACORDADO

El plomo es una sustancia química que existe en el ambiente: en el aire, el agua, las plantas, etc. Si los seres humanos consumen demasiado plomo resulta perjudicial para su salud. Los bebés y los niños pequeños son especialmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo. Pueden padecer efectos adversos para la salud profundos y permanentes, que afectan especialmente al desarrollo del cerebro y el sistema nervioso, lo que puede disminuir su capacidad de aprender. Los preparados para lactantes contaminados con plomo representan un riesgo particular por el volumen que los niños consumen. Los niveles de plomo en estos preparados pueden controlarse utilizando materias primas procedentes de zonas donde no hay plomo. La Comisión del Codex Alimentarius recomienda no permitir más de 0,01 mg por kg debe en los preparados para lactantes.

- [Informe de la última reunión del Comité del Codex sobre los contaminantes en los alimentos](#)
- [Nota informativa sobre el plomo](#)

Niveles máximos para el uso de aditivos en los alimentos

ACORDADO

Los aditivos son sustancias que se añaden a los alimentos o piensos con una función tecnológica, como conservantes para mantenerlos frescos durante más tiempo, antioxidantes para evitar que los alimentos se vuelvan rancios y estabilizadores para ayudar a mezclar los ingredientes. Los aditivos incluyen también colores, sabores y edulcorantes. La inocuidad de los aditivos alimentarios es evaluada por un comité internacional de expertos independientes (Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, JECFA) antes de que su uso en alimentos pueda ser recomendado. En base a las evaluaciones de seguridad realizadas por el JECFA, la Comisión del Codex Alimentarius recomienda los niveles máximos de uso de aditivos alimentarios específicos en diversos alimentos, como pasta fresca, pescado congelado o ahumado, verduras congeladas o fermentadas y preparados en polvo para lactantes, con el fin de garantizar la salud de los consumidores.

- [Informe de la última reunión del Comité del Codex sobre los aditivos alimentarios](#)
- [Índice de aditivos alimentarios](#)
- [Más información sobre el JECFA](#)

Normas para la fruta de la pasión, durian y okra

ACORDADO

La Comisión del Codex Alimentarius ha adoptado nuevas normas de calidad para la fruta de la pasión, durian y okra para garantizar que lleguen al consumidor en condiciones aceptables tras su preparación y envasado, incluyendo que los productos estén limpios, libres de plagas o daños por el calor o el frío, y con un grado adecuado de desarrollo o madurez. Las normas establecen también pesos mínimos para determinar los calibres adecuados, junto a recomendaciones sobre el etiquetado.

- [Informe de la última reunión del Comité del Codex sobre frutas y hortalizas frescas](#)
- [Frutas y hortalizas frescas](#)

Normas para los productos de peine crudo frescos y congelados rápidamente

ACORDADO

A algunos tipos de carne de peine (vieira, n.del.t) congelada rápidamente se les añade agua y fosfatos para mantenerlos húmedos y conservar el sabor, pero también pueden aumentar el peso del producto y llevar a prácticas comerciales desleales. La Comisión del Codex Alimentarius ha adoptado un nuevo estándar para la preparación de los productos de peine crudos frescos y congelados rápidamente, estableciendo recomendaciones que incluyen temperaturas de almacenamiento, prácticas de higiene y de manipulación, etiquetado y los niveles permitidos de agua, fosfatos y sal añadidos. Se recomienda que no haya más de 2 200 mg/kg de fosfatos en la carne de peine procesada. Los peines enteros (con cáscara y vísceras) ya están cubiertos por una norma existente para moluscos bivalvos vivos y crudos.

ANEXO N° 7
CARTA DE RESULTADOS PARA LA DIRECTORA DE LA ESCUELA
PARVULARIA “SANTA ISABEL” DE LA CIUDAD DE SANTA ANA

San Salvador, 12 de Marzo de 2015

Licda. Rosa Lidia Castillo
Directora de la Escuela Parvularia "Santa Isabel"
Presente



Licda. Rosa Lidia Castillo Ruiz
DIRECTORA

Atentamente nos dirigimos a usted con el propósito de darle a conocer los resultados de los análisis del arroz del Programa de Alimentación y Salud Escolar que recibe la escuela a su cargo.

Análisis realizado	Resultado promedio de muestras (ppm)	Nivel Máximo (ppm)
Plomo	0.104	0.2
Arsénico	0.103	0.2

ppm: partes por millón

Según los resultados obtenidos y después de ser comparados con la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos Y Piensos CODEX STAN 193-1995 para Plomo y el acuerdo de la comisión del Codex Alimentarius para Arsénico, se concluye que cumplen con el nivel máximo permitido en dicha normativa por lo tanto puede ser consumido.

Cordialmente.

Beatriz Gabriela López Linares

Katia Melisa López Flores

Lic. Freddy Alexander Carranza Estrada
Docente Asesor

Lic. Guillermo Antonio Castillo
Docente Asesor

ANEXO N° 8
INFORMES DE RESULTADOS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



INFORME DE RESULTADOS

Nombre del cliente: Beatriz Gabriela López Linares Katia Melisa López Flores	
Tipo de muestra: Arroz del Programa de Alimentación y Salud Escolar de El Salvador	
Lugar de toma de muestra: Escuela Parvularia Santa Isabel, cantón Natividad, calle a San Luis la Planta, Santa Ana	
Fecha de muestreo: 16/06/2014	Fecha de recepción de muestra: 23/06/2014
Fecha de análisis : 03-14 /11/2014	Fecha de elaboración de informe: 21/11/2014

Código de Muestra	Análisis	Resultado	Unidades	Método de análisis
1a	Plomo	0.188	ppm	AA / Horno de Grafito
1b	Plomo	0.169	ppm	AA / Horno de Grafito
2a	Plomo	0.105	ppm	AA / Horno de Grafito
2b	Plomo	0.126	ppm	AA / Horno de Grafito
3a	Plomo	0.112	ppm	AA / Horno de Grafito
3b	Plomo	0.115	ppm	AA / Horno de Grafito
4a	Plomo	0.092	ppm	AA / Horno de Grafito
4b	Plomo	0.091	ppm	AA / Horno de Grafito
5a	Plomo	0.095	ppm	AA / Horno de Grafito
5b	Plomo	0.118	ppm	AA / Horno de Grafito
6a	Plomo	0.065	ppm	AA / Horno de Grafito
6b	Plomo	0.067	ppm	AA / Horno de Grafito
7a	Plomo	0.121	ppm	AA / Horno de Grafito
7b	Plomo	0.103	ppm	AA / Horno de Grafito
8a	Plomo	0.154	ppm	AA / Horno de Grafito
8b	Plomo	0.154	ppm	AA / Horno de Grafito
9a	Plomo	N/D	ppm	AA / Horno de Grafito
9b	Plomo	N/D	ppm	AA / Horno de Grafito

Observaciones:
N/D: No detectado

Lic. Freddy Alexander Carranza
Analista



Lic. Lorena Bonilla de Torres
Analista



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



INFORME DE RESULTADOS

Nombre del cliente: Beatriz Gabriela López Linares Katia Melisa López Flores	
Tipo de muestra: Arroz del Programa de Alimentación y Salud Escolar de El Salvador	
Lugar de toma de muestra: Escuela Parvularia Santa Isabel, cantón Natividad, calle a San Luis la Planta, Santa Ana	
Fecha de muestreo: 16/06/2014	Fecha de recepción de muestra: 23/06/2014
Fecha de análisis : 03-14 /11/2014	Fecha de elaboración de informe: 21/11/2014

Código de Muestra	Análisis	Resultado	Unidades	Método de análisis
1a	Arsénico	0.093	ppm	AA / Generador de Hidruros
1b	Arsénico	0.094	ppm	AA / Generador de Hidruros
2a	Arsénico	0.104	ppm	AA / Generador de Hidruros
2b	Arsénico	0.102	ppm	AA / Generador de Hidruros
3a	Arsénico	0.115	ppm	AA / Generador de Hidruros
3b	Arsénico	0.117	ppm	AA / Generador de Hidruros
4a	Arsénico	0.115	ppm	AA / Generador de Hidruros
4b	Arsénico	0.113	ppm	AA / Generador de Hidruros
5a	Arsénico	0.097	ppm	AA / Generador de Hidruros
5b	Arsénico	0.096	ppm	AA / Generador de Hidruros
6a	Arsénico	0.108	ppm	AA / Generador de Hidruros
6b	Arsénico	0.105	ppm	AA / Generador de Hidruros
7a	Arsénico	0.095	ppm	AA / Generador de Hidruros
7b	Arsénico	0.094	ppm	AA / Generador de Hidruros
8a	Arsénico	0.102	ppm	AA / Generador de Hidruros
8b	Arsénico	0.103	ppm	AA / Generador de Hidruros
9a	Arsénico	0.101	ppm	AA / Generador de Hidruros
9b	Arsénico	0.097	ppm	AA / Generador de Hidruros

Observaciones:

Lic. Freddy Alexander Carranza
Analista



Lic. Lorena Bonilla de Torres
Analista

ANEXO N° 9
MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS

MATERIALES

Agitadores de vidrio

Aro metálico

Balones volumétricos 50, 100, 200 mL

Buretas 50, 100 mL

Embudo de vidrio

Espátula

Guantes

Mortero y pistilo

Papel filtro Whatman # 42

Papel glassine

Perillas de succión

Pinzas para buretas

Pinzas de extensión

Pinzas de soporte

Pipetas volumétricas de 10, 20 mL

Probetas 25 mL

Soporte metálico

Vaso de precipitado 25, 50, 100, 250 mL

Pizeta plástica

EQUIPO

Balanza Analítica

Balanza Granataria

Hot plate

Mufla

Espectrofotómetro de Absorción Atómica (Shimadzu) AA-7000

Horno de Grafito GFA-7000

Unidad de Generador de Vapor de Hidruros

REACTIVOS

Acido Clorhídrico 37%

Acido clorhídrico (1+1)

Acido nítrico (1+1)

Agua destilada

Nitrato de Magnesio

Solución Estándar de 1000 ppm de Plomo

Solución Estándar de 1000 ppm de Arsénico

Solución de Nitrato de paladio (II)

Solución de Yoduro de potasio

Solución de Tetrahidrobtorato de sodio 0.5%

ANEXO N° 10
ARTICULOS RELACIONADOS



El arroz de China está contaminado con cadmio, mercurio y plomo

Un informe revela elevados niveles de metales pesados en los arrozales chinos. Son miles los cultivos afectados y la salud de la población está en riesgo

La Gran Época
Sab, 12 Mar 2011 01:38 +0000

Seguir a @lagranepoca Twitter 1 8+1

Enviar un comentario (sean comentarios)

MÁS INFORMACIÓN

[China consume "leche de cuero"](#)
(/china-consume-leche-de-cuero)

MÁS SOBRE

[Productos peligrosos](#) (/category/free-tagging/productos-peligrosos)

[Sociedad china](#) (/china-how/sociedad-china)

Ofertas de Trabajo en OLX

olx.com.sv

Anuncios en todos los sectores. Publica tu oferta de trabajo gratis

La seguridad alimentaria ha sido un problema persistente en China en los últimos años, pero los nuevos informes que revelan que el arroz, alimento básico del pueblo chino, presenta elevados contenidos de metales pesados altamente tóxicos, han causado un profundo impacto en la población.

De acuerdo a la investigación de un grupo de expertos de la Secretaría de Agricultura de China, el 10% del arroz producido en China está contaminado con cadmio, debido al exceso de explotación de minas en toda la región que liberan metales pesados contaminantes del medioambiente. El arroz es el cultivo más perjudicado por ser el cereal que más absorbe el cadmio; son miles los campos afectados.

Los investigadores dicen que la contaminación ocurre cuando los residuos industriales contaminan el suelo, de esta forma metales como el cadmio y el plomo, son absorbidos por los cultivos de arroz.

Los investigadores descubrieron que la mayor parte del arroz contaminado se encuentra en el sur de China, donde la actividad industrial es más concentrada.

El cadmio puede causar reblandecimiento de los huesos y acumulación de líquido en los pulmones.

La revista New Century de Beijing, informó, citando una encuesta realizada en 2007 por investigadores de la Universidad Agrícola de Nankin, que del 10 al 60 % del arroz vendido en 6 regiones de China, contiene cadmio. En una muestra, el contenido de cadmio fue cinco veces



TITULARES



[CORRUPTIÓN EN CHINA](#)
(/category/free-tagging/corruptcion-en-china)
En el régimen chino todos los bandos son

corruptos
(/20828-regimen-chino-todos-bandos-son-corruptos)

[AGROQUÍMICOS](#) (/AGROQUIMICOS)
Fumigaron 25 millones de litros de glifosato de Monsanto en Paraguay
(/20844-fumigaron-25-millones-litros-glifosato-monsanto-paraguay)

El arroz de China está contaminado con cadmio, mercurio y plomo | lagranepoca.com
superior al límite permitido.

Según un reportaje de New Century, Li Wenxiang, un anciano de 84 años de la provincia de Guangxi, padece una rara enfermedad desde hace 20 años; no puede caminar más de 100 metros que un dolor insoportable invade su pies y piernas. Los médicos no pueden diagnosticar la enfermedad exacta, pero el anciano la denomina debilidad de pies y piernas.

El señor Li sospecha que su enfermedad está relacionada con el arroz contaminado que producen en su localidad, y que ha consumido durante los últimos 28 años. A simple vista no se nota algo diferente en este arroz, pero el examen químico encontró niveles de cadmio que exceden lo permitido; los lugareños lo llama arroz con cadmio.

Esta aldea tiene cerca de 1000 hectáreas de tierra de cultivo de arroz, en 1986 se demostró que el contenido de cadmio llegaba de 7,79 mg por cada kg, 26 veces más que el valor permitido por el estado.

Los investigadores descubrieron que el agua de riego del pueblo está siendo contaminada con cadmio desde 1960.

Qin Guixiu de 71 años de edad, es otra anciana que padece de debilidad en las piernas. "En nuestra aldea las personas que tienen esa enfermedad son aproximadamente 50, además hay muchos aldeanos que sospechan de esa enfermedad, ya que se les está manifestando los primeros síntomas. Las gallinas ponen huevos con cascara blandas, los becerros con problemas de huesos débiles; este fenómeno es muy común aquí".

La medicina ya comprobó que cuando el cadmio entra al cuerpo humano, la debilidad en las piernas o el dolor de huesos recién se manifiesta después de varios años, pero llega un momento que el dolor puede tornarse insoportable en todo el cuerpo.

El problema más serio es que prácticamente ya no hay tierra de cultivo que no esté contaminada con metales pesados. El arroz se sigue produciendo, y la mayoría circula libremente en el mercado.

El 10% del arroz de todo el país contiene cadmio

En 2002, la Secretaria de Agricultura, tras haber analizado el arroz del mercado de todo el país, encontró que los niveles de plomo superaban 28,4%, seguido por el cadmio con un 10,3 %.

5 años después, en 2007, el profesor Pan Gen-Xing, investigador de agricultura de Nanjing, comprobó 91 variedades de arroz de 6 lugares distintos. Los analizó y el resultado demostró que el 10 % del arroz que se vende en los mercados está contaminado con altos contenido de cadmio.

En China se producen cerca de 200 millones de toneladas de arroz por año, el 10% sería 20 millones de toneladas. El arroz más contaminado se encuentra en el sur de China, sobre todo en Hunan y Jiangxi.

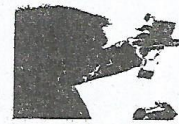
Según la investigación, durante las últimas décadas,



AÑO NUEVO LUNAR CHINO //CATEGORY/FREE-TAGGING/ANUNCIO-NUEVO-LUNAR-CHINO

Año Nuevo Chino 2014: año del caballo

(/30753-año-nuevo-chino-2014-año-del-caballo)



SALUD //CATEGORY/FREE-TAGGING/SALUD

25 por ciento de rusos muere antes de los 55 y evidencian que el vodka es la

causa

(/30847-25-ciento-rusos-muere-antes-55-evidencian-que-vodka-es-causa)



ARTICULO //CATEGORY/FREE-TAGGING/ARTICULO

Shell abandona las prospecciones petroleras en el Ártico

(/30846-shell-abandona-prospecciones-petroleras-artico)



METEORITO //METEORITO

Meteorito cruza ocho estados de México

(/30842-meteorito-cruza-ocho-estados-mexico)



Festival de Viña del Mar 2014 tendrá su noche mexicana con Ana Gabriel y Alejandro Fernández

(/30845-festival-vina-del-mar-2014-tendra-su-noche-mexicana-ana-gabriel-alejandro-fernandez)



MARTE //MARTE

Marte tiene agua a menos de un metro de profundidad, descubre el rover Curiosity

(/30841-marte-tiene-agua-menos-metro-profundidad-descubre-rover-curiosity)



SALUD //CATEGORY/FREE-TAGGING/SALUD

Cómo hacer harina de avena suiza

(/30780-como-hacer-harina-avena-suiza)

muchas aldeas viven la misma situación que la aldea de Guanxi.

Tierras contaminadas con cadmio alcanzan las 80 millones de hectáreas

El Dr. Chen Nengchang, director del Instituto de Eco-Medio Ambiente y Ciencias del Suelo de Guangdong, dijo que es muy posible que aproximadamente el 10% de la contaminación con metales pesados, entre ellos el cadmio y el arsénico, ocupan alrededor del 40% de la tierra de cultivo.

Chen dice que China simplemente no tiene un sistema de análisis de granos. "Nadie sería capaz de decir qué grandes cantidades de arroz contaminado con cadmio se sirve en las mesas de la gente", agregó Chen.

De acuerdo con los especialistas del Departamento de Agricultura de EE.UU el arroz es el cereal que más absorbe el cadmio, seguido de la lechuga.

Además del cadmio, el arroz también está contaminado con otros metales pesados, incluso hay gente que padece de una enfermedad de nombre Minamata, que es un síndrome neurológico grave y permanente causado por envenenamiento por mercurio.

Algunos campesinos, sabiendo que el arroz de su aldea está contaminado, lo siguen consumiendo porque lo consiguen barato. También hay mucha gente que no sabe que el arroz que consumen es tóxico, incluso no saben lo que implica un metal pesado.

El régimen deja circular el arroz tóxico

Un aldeano dijo que la gente no tiene más opción que consumir el arroz envenenado, pues el régimen no hace ningún control. Por ejemplo, a los productores que viven en Hunan nunca se les prohibió cultivar arroz contaminado, entonces disfrutaban de esa "libertad terrorífica". Según los aldeanos hay gran cantidad de arroz tóxico circulando en el mercado libremente.

En 2006, el vicepresidente de Protección Ambiental, Wuang Boxian, condujo un estudio de muestras de orina de 500 personas que consumían agua de río Xianxian, en la provincia Hunan, el resultado fue aterrador: el 30% de la orina presentó elevados niveles de cadmio, y el 10% de los casos necesitaron prolongados tratamientos médicos.

[Artículo original en chino](#)

(<http://www.epochtimes.com/gb/11/2/14/n3170068.htm>)

La Gran Época se publica en 35 países y en 21 idiomas.

Síguenos en [Facebook](https://www.facebook.com/lagranepoca) (<https://www.facebook.com/lagranepoca>),

[Twitter](https://twitter.com/LaGranEpoca) (<https://twitter.com/LaGranEpoca>) o [Google +](https://plus.google.com/110134742279057842488/posts)

(<https://plus.google.com/110134742279057842488/posts>)



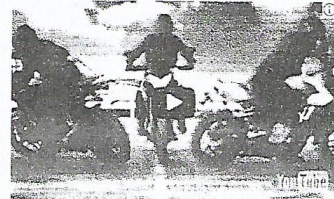
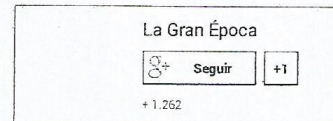
en 20 años no lo hicieron
ahora dicen que lo harán? crearas?
de Luis G Gonzalez en YouTube



A 12 245 personas les gusta La Gran Época.



Plug-in social de Facebook



Extremos Trucos en Moto
Mira el Desempeño del Nuevo Modelo Pulsar de Bajaj
de Bajaj Pulsar en El Salvador - Motos Deportivas en
YouTube

SHEN YUN 2014
神韻晚會

9-12 ABRIL
TEATRE NACIONAL DE CATALUNYA
BARCELONA

TICKETS & INFO

Seguir a @lagranepoca 3,057 seguidores



movistar

Compartir en tu red social favorita

Millones de toneladas de granos contaminados con metales pesados en China

Estudio revela que las tierras de cultivo están envenenadas con cadmio, arsénico, mercurio y compuestos derivados del petróleo, afectando la salud del país asiático y el mundo

Por Hshih-Yi Lin - La Gran Época
Mar. 12 Feb 2013 14:06 +0000

Seguir a @lagranepoca [Twitter](#) 25 [Facebook](#)

Enviar un comentario (o cancelar comentario)



Campesinos recogen trigo en un campo de Hualbei, en la provincia china de Anhui. Enormes extensiones de tierras de cultivo en China están contaminadas con metales pesados, según un estudio que más tarde fue retirado por las autoridades del régimen chino. (ChinaFotoPress/Getty Images)

MÁS INFORMACIÓN

[/26995-china-responsable-mitad-quema-carbon-mundo](#)
[China responsable de la mitad de la](#)

Unas 36.000 hectáreas de tierras de cultivo en China están contaminadas con niveles excesivos de metales pesados, según un documento elaborado por el Ministerio de Protección Ambiental de dicho país. Como resultado, 12 millones de toneladas anuales de cultivos cosechados en China están contaminados, lo que se traduce en 20 mil

movistar

Movistar Libre Planes Pospago sin meses obligatorios

movistar

TITULARES



CORRUPCIÓN EN CHINA
[/CATEGORY/EREEL-TAGGING/CORRUPTION%3F%3EEN-EN-CHINA](#)

En el régimen chino todos los bandos son

corruptos
[/30828-regimen-chino-todos-bandos-son-corruptos](#)

AGROQUÍMICOS [/AGROQUIMICOS](#)
Fumigaron 25 millones de litros de glifosato de Monsanto en Paraguay
[/30844-fumigaron-25-millones-litros-glifosato-monsanto-paraguay](#)

3/2/2014

[quema de carbón en el mundo](#)
(/26995-china-responsable-mitad-quema-carbon-mundo)

[Latas de aire puro se venden por la contaminación en Beijing](#) (/27008-latas-aire-puro-se-venden-contaminacion-beijing)

MÁS SOBRE

[Alimentos peligrosos](#) (/category/free-tagging/alimentos-peligrosos)

[Contaminación ambiental](#) (/contaminacion-ambiental)

[Sociedad china](#) (/china-how-sociedad-china)



En 20 años no lo hicieron
ahora dicen que lo harán? les creerás?
de Luis G Gonzalez en YouTube

Millones de toneladas de granos contaminados con metales pesados en China | lagranepoca.com

millones de yuanes (3.200 millones de dólares) de pérdidas económicas cada año.

Según Time Weekly, el Ministerio de Protección del Medio Ambiente y el Ministerio de Tierras y Recursos de China, llevó a cabo una investigación a nivel nacional sobre la contaminación del suelo en 2006. Para evitar parcialidad, la tierra relevada fue dividida en cuadrículas 16 kilómetros cuadrados utilizando tecnología GPS, y se tomaron muestras de suelo de cada cuadrícula. La investigación tomó tres años para ser completada, con casi 20.000 personas recopilando y analizando muestras de suelo de todo el país.

La investigación costó 1.000 millones de yuanes (160,4 millones de dólares), pero sus resultados no se hicieron públicos. El 31 de enero de este año, Dong Zhengwei, un abogado con sede en Beijing, inició una demanda hacia el Ministerio de Protección Ambiental exigiéndole "publicar los datos de la investigación de la contaminación del suelo en todo el país y las causas de la contaminación". El ministerio nunca respondió.

Aunque el ministerio no publicó oficialmente la investigación, ciertas partes del informe se filtraron al público.

Arroz envenenado

Basados en los documentos filtrados, publicados recientemente en Internet, la contaminación industrial a largo plazo dio lugar a la acumulación de productos químicos agrícolas, metales pesados y contaminantes orgánicos no biodegradables en los suelos de las regiones desarrolladas como el Delta del Río Perla, el Delta del Río Yangtze y la Franja Económica del Mar de Bohai.

Las regiones contaminadas también se están expandiendo. En algunas ciudades del sur de China, la mitad de las tierras de cultivo están contaminadas con metales pesados tóxicos como cadmio, arsénico, mercurio, así como compuestos derivados del petróleo. En el Delta del Río Yangtze, el 10% de las tierras de cultivo analizadas fueron evaluadas como no aptas para el cultivo, dada la gran contaminación por metales pesados.

El documento dice que hasta 10 millones de hectáreas, o más del 10% de las tierras de labranza de China, están contaminadas con metales pesados, con la mayor parte de la contaminación en las regiones económicamente más desarrolladas.

En 2002, el Instituto Nacional de Investigación de Arroz de China realizó pruebas en muestras de arroz de los mercados de toda China. El resultado mostró que el 28% del arroz muestreado contenía niveles excesivos de plomo, y el 10,3% tenía niveles excesivos de cadmio. En 2007, el profesor Pan Genxing de la Universidad Agraria de Nanjing lideró un grupo de investigación para un estudio a nivel nacional similar, hallando que aproximadamente el 10% del arroz a la venta en los mercados de China contienen cadmio.

La dependencia de las importaciones



AÑO NUEVO LUNAR CHINO (/category/free-tagging/año-nuevo-lunar-chino)

Año Nuevo China 2014: año del caballo

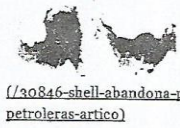
(/30753-año-nuevo-chino-2014-año-del-caballo)



SALUD (/category/free-tagging/salud)

25 por ciento de rusos muere antes de los 55 y evidencian que el vodka es la causa

(/30847-25-ciento-rusos-muere-antes-55-evidencian-que-vodka-es-causa)



ARTICO (/category/free-tagging/mc3/artico)

Shell abandona las prospecciones petroleras en el Ártico

(/30846-shell-abandona-prospecciones-petroleras-artico)



METEORITO (/meteorito)

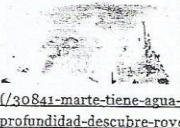
Meteorito cruza ocho estados de México

(/30842-meteorito-cruza-ocho-estados-mexico)



Festival de Viña del Mar 2014 tendrá su noche mexicana con Ana Gabriel y Alejandro Fernández

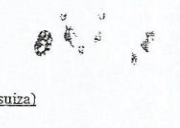
(/30845-festival-vina-del-mar-2014-tendra-su-noche-mexicana-ana-gabriel-alejandro-fernandez)



MARTE (/marte)

Marte tiene agua a menos de un metro de profundidad, descubre el rover Curiosity

(/30841-marte-tiene-agua-menos-metro-profundidad-descubre-rover-curiosity)



SALUD (/category/free-tagging/salud)

Cómo hacer harina de avena suiza

(/30780-como-hacer-harina-avena-suiza)

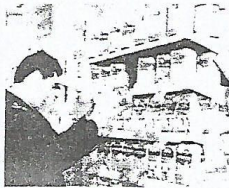
El efecto más inmediato de la contaminación del suelo es el daño que causa a la producción de alimentos. Por lo menos 10 millones de toneladas de arroz se pierden cada año debido a la contaminación de pesticidas, fertilizantes y residuos industriales, según Li Fasheng, investigador del Departamento de Contaminación de Suelo y Control de la Contaminación de la Academia de Ciencias Ambientales, quien habló con los medios chinos.

Según Han Jun, el Subdirector del Departamento de Estado del Centro Desarrollo e Investigación de China, "China importó 80,25 millones de toneladas de grano en 2012. Suponiendo que la persona promedio consumió 400 kg de grano el año pasado, solo el año pasado importamos suficientes granos para alimentar a 190 millones de personas en China".

La Gran Época se publica en 35 países y en 21 idiomas. Síguenos en [Facebook](https://www.facebook.com/laгранepoca) (<https://www.facebook.com/laгранepoca>), [Twitter](https://twitter.com/LaGranEpoca) (<https://twitter.com/LaGranEpoca>) o [Google +](https://plus.google.com/11013474279057842488/posts) (<https://plus.google.com/11013474279057842488/posts>)

25
+1 Twittear

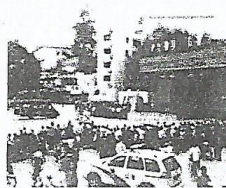
TE PUEDE INTERESAR



[Cinco alimentos importados de China que debes evitar \(/29005-cinco-alimentos-importados-china-que-debes-evitar\)](#)



[China: la contaminación es tan gruesa que obstruye las cámaras de seguridad \(/30019-china-contaminacion-es-tan-gruesa-que-obstruye-las-cameras-de-seguridad\)](#)



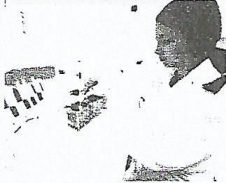
[Aldeanos heridos en protesta contra contaminación de planta de residuos en China \(/29993-aldeanos-heridos-protesta-contra-contaminacion-planta-residuos-china\)](#)



[Campeón de tenis suizo se queja del aire de Beijing: es "una broma" \(/29578-campeon-tenis-suizo-se-queja-del-aire-beijing-es-una-broma\)](#)



[Malo hasta para los perros: alimentos importados de China \(/29408-malo-hasta-para-perros-alimentos-importados-china\)](#)



[Contaminantes químicos estimulan la feminización advierte médico \(/29396-contaminantes-quimicos-estimulan-feminizacion-advierte-medico\)](#)

Artículos de Jardinería

Aprovecha excelentes precios en OLX ¡Encuentra la más amplia variedad!



A 12 246 personas les gusta La Gran Época.



Plugin social de Facebook

La Gran Época
+1 Seguir +1
+ 1.262

