



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

REMOCION DOMESTICA DEL ARSENICO DEL AGUA
PARA CONSUMO HUMANO EN COMUNIDADES RURALES
DE LA COMARCA LAGUNERA, MEXICO

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS
DE EDUCACION CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Q U I M I C A

P R E S E N T A

MARIA ESPERANZA MURGUIA ROSETE

MEXICO, D. F.



271535

1999

EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

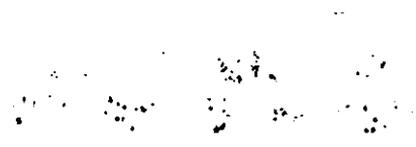


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

REMOCION DOMESTICA DEL ARSENICO DEL AGUA PARA CONSUMO

HUMANO EN COMUNIDADES RURALES DE LA COMARCA

LAGUNERA, MEXICO

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICA

PRESENTA

MARIA ESPERANZA MURGUIA ROSETE

Jurado asignado:

Presidente Prof. Juan Bosco Boué Peña

Vocal Profa. Carolina Muñoz Padilla

Secretario Prof. José Benjamín Robles García

1er. Suplente Prof. Víctor Manuel Luna Pabello

2º. Suplente Profa. Hilda Elizabeth Calderón Villagómez

Lugar donde se llevó a cabo el trabajo:

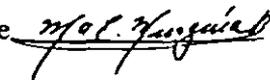
ITECNI, S.A.

Lago Alberto No. 442-12, Col. Anáhuac, C.P. 11320

Asesor : Ing. Quim. Juan Bosco Boué Peña



Sustentante : María Esperanza Murguía Rosete



**Le ofrezco este trabajo a Dios Nuestro Señor
Que me ha permitido terminar una parte inconclusa de mi vida.**

A mis queridos padres:

María Genoveva Rosete y José Antonio Murguía Corona

Que con su amor y ejemplo me guiaron en la vida

Con cariño, a mis hermanos y hermanas:

María Eugenia, Enrique, María Elena, Beatriz Esther, Benjamín, José Antonio y Raúl

A mi esposo Raúl Meyer S. con inmenso amor,
amor que siempre me acompañará, hasta el día que volvamos a estar juntos

A mis amados hijos:
Raúl, Eunice y Eikar..

Le agradezco al Ingeniero Químico Juan Bosco Boué Peña
toda su ayuda y el ánimo que me infundió para seguir adelante.

**REMOCION DOMESTICA DEL ARSENICO DEL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO EN COMUNIDADES RURALES DE LA COMARCA
LAGUNERA, MEXICO**

CONTENIDO:

CAPITULO I:INTRODUCCION

CAPITULO II : METODOLOGIA PARA LA REMOCION DE ARSENICO

CAPITULO III :PURIFICACION POSTERIOR DEL AGUA, COMPORTAMIENTO DE LOS COLOIDES, PLATA COLOIDAL: PROCESO, CARACTERISTICAS Y RESULTADOS

CAPITULO IV: DESCRIPCION DEL PURIFICADOR RECOMENDADO

CAPITULO V: CONCLUSIONES

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION

¿QUE ES EL ARSEENICO?

Características fisicoquímicas.- El símbolo del arsénico es As; el arsénico es un metaloide de color gris acero, peso atómico 74.9216 densidad a 26°C g/cm³ 5.778, dureza en la escala MOHS 3.5. Sus principales valencias +3, +5 y -3. Está distribuido abundantemente por toda la tierra, algunos de sus compuestos como los arsenitos y arseniatos son altamente tóxicos, combinado con azufre lo encontramos principalmente en los minerales llamados rejaljar y oropimente; con azufre y diversos metales formando las piritas arsenicales, el mispichel etc.

Usos.- El arsénico metálico se usa en la fabricación de perdigones para darles mayor dureza. Cuando desde una altura se vierte plomo puro fundido forma gotas alargadas, blandas, pero si está mezclado con una pequeña cantidad de arsénico, se forman bolitas casi totalmente esféricas y más duras. Pequeñas cantidades de arsénico añadidas al hierro hacen a este susceptible de pulimento brillante; esta es la mezcla empleada para hacer cadenas y adornos. El disulfuro de arsénico es el mineral llamado rejaljar, de hermoso color anaranjado llamado también sandaraca; el trisulfuro de arsénico es otro mineral muy vistoso de color amarillo;

estos compuestos se emplean como pintura. El disulfuro se usa para producir la luz blanca en los fuegos artificiales. Pero la aplicación más valiosa del arsénico, es la preparación de compuestos químicos. El arseniato de plomo y el aceto arsenito de plomo se utilizan como insecticidas.

El arsénico blanco o trióxido de arsénico se usa en la fabricación de vidrio, para quitarle el color verdoso que dan las impurezas ferrosas. Como veneno para moscas y ratas, en la disección de aves etc.

El arsénico entra en la composición de gases de guerra sumamente peligrosos como la lewisita. Se usa en la preservación de la madera, en la agricultura, como inhibidor de la corrosión, en veterinaria, medicina (sífilis, tuberculosis, paludismo, enfermedad del sueño etc.)

En la fabricación de semiconductores hay una importante demanda de arsénico de alta pureza.

El principal productor de arsénico de alta pureza y trióxido de arsénico en los Estados Unidos es la empresa Asarco.

Efectos de la ingestión de arsénico en agua de consumo humano.- En un trabajo efectuado en 41 comunidades rurales de la comarca lagunera, México para determinar el grado de contaminación por arsénico del agua para consumo humano, se encontró que 72% de esas comunidades presentaban concentraciones de arsénico superiores a 0.05 mg/l, (los valores oscilaron entre 0.25 y 1.3 ppm) cifra que se acepta como límite máximo permisible en México y en otros países. Según proyecciones realizadas con los datos del trabajo mencionado se estimó que, para el año de 1999, los individuos expuestos a los riesgos del consumo crónico en arsénico, serían aproximadamente 150,000 habitantes del área afectada.

Los riesgos de la exposición crónica al arsénico han sido motivo de gran preocupación desde hace aproximadamente 30 años, tanto para la población expuesta como para las autoridades sanitarias y administrativas, habiéndose efectuado diversos trabajos para cuantificar la magnitud de los riesgos a la salud. Las contaminaciones del agua por arsénico han sido ampliamente reportadas. Hay muchas manifestaciones clínicas, pero los síntomas mas comúnmente observados

de envenenamiento crónico por arsénico son: conjuntivitis, melanosis e hiperqueratosis. Es conductor de cáncer de piel, vejiga, hígado y pulmón además de causar la patología conocida como pie negro, que implica la inducción de gangrena y por consiguiente la amputación de los miembros, por otro lado existen reportes que indican un incremento de enfermedades cardiovasculares en los grupos expuestos. Puede inhibir el comportamiento de las enzimas. También produce alteraciones en la proliferación de los linfocitos tanto en individuos que ingieren agua contaminada como cuando se hace la exposición in vitro, Investigando esta alteración se ha visto que el arsénico es un agente inmuno supresor, ya que disminuye la producción de interleucina-2 y altera la relación entre las células CD4 y CD8. Se han observado efectos genotóxicos, demostrándose que el arsénico es un agente tanto clastogénico como aneuploidógeno. Las más recientes investigaciones indican que el arsénico es capaz de activar el gen supresor de tumores P53. Actualmente se está estudiando la detección de micronúcleos en células de mucosa oral y descamadas de vejiga, la inducción de rompimiento del ADN, y su reparación utilizando la prueba del "Cometa".

Una dieta deficiente puede afectar la toxicidad por ejemplo: la vitamina C y la metionina reducen la toxicidad del arsénico, deficiencias de vitamina A incrementan la sensibilidad del arsénico. Alimentos con alto contenido de carbohidratos, proteínas o aún con altos índices de grasas protegen contra los efectos tóxicos del arsénico. Sin embargo hasta el momento no ha sido posible resolver en forma definitiva este añejo problema, en gran medida a causa de la dispersión de la población en pequeñas localidades rurales y de la considerable distancia de la zona afectada en relación a otras fuentes de aprovisionamiento de agua de buena calidad. No obstante lo anterior, en fechas recientes la Secretaría de Salubridad, ha iniciado acciones de tratamiento del agua mediante la operación de plantas móviles de osmosis inversa, lo cual ha permitido que una parte de la población en riesgo disponga de agua aceptable para el consumo humano.

El 21% de la población lagunera expuesta al arsénico vía ingestión de agua ya sea para beber o cocinar, muestran dermatitis, desechan por vías urinarias grandes concentraciones de arsénico, sus uñas y cabello contienen altos índices del contaminante.

Como un recurso complementario a estas acciones de control y a otras medidas propuestas por otras dependencias públicas como parte del compromiso gubernamental para controlar de manera definitiva la contaminación arsenical del agua, se ha considerado conveniente probar por vez primera un método domiciliario de remoción del arsénico mediante un procedimiento convencional de floculación con sales de hierro. La eficiencia de este procedimiento ya ha sido demostrada experimentalmente por Gullledge y O'Connor, y Mendoza-Gómez y Gómez-Salas, y existe consenso internacional acerca de su efectividad. En virtud de estos antecedentes y de que el sulfato férrico sería el compuesto de más fácil adquisición en nuestro medio, se efectuaron diversas pruebas para determinar las concentraciones óptimas de esta sal para remover diversas concentraciones de arsénico en agua contaminada de manera artificial y natural.

Como paso siguiente, se consideró de gran utilidad realizar una serie de pruebas de campo, para determinar " insitu " la viabilidad de la eliminación domiciliaria por arsénico por parte de la comunidad, este procedimiento de bajo costo y sencilla operación podría considerarse como un recurso alternativo para localidades rurales dispersas que no disponen de sistema de distribución de agua potable.

CAPITULO II
METODOLOGIA PARA LA REMOCION DE ARSENICO

METODOLOGIA PARA LA REMOCION DE ARSENICO

De común acuerdo con las autoridades estatales de salud y con el consentimiento expreso de los participantes, se seleccionaron cinco familias de diversos municipios del estado de Durango y otras cinco familias del estado de Coahuila, pertenecientes a la zona afectada de la Comarca Lagunera.

Las localidades seleccionadas del estado de Coahuila fueron Coruña, San José de la Niña, Begoña, Albia y el Retiro; en el estado de Durango se incluyó a San Julio, Pamplona, Tlahualilic (2 familias) y el ejido la Campana.

En cada uno de los domicilios seleccionados se efectuó, durante cinco días consecutivos, el proceso de floculación del arsénico. El primer día los participantes fueron instruidos en este procedimiento y durante los cuatro días restantes ellos llevaron a cabo la floculación, bajo la supervisión del personal técnico de la Secretaría de salud.

El procedimiento llevado a cabo por las familias participantes consistió en los siguientes pasos:

1.- En un tanque de reacción de 20 litros se añadieron 4.8 gr. de sulfato férrico.

2.- Esta solución se agitó durante 15 minutos, dejándose reposar otros 15 minutos.

3.- Se añadieron 2.2 gr. de hidróxido de calcio, agitándose nuevamente durante 15 minutos.

4.- Se dejó reposar el agua 4 horas como mínimo, después de lo cual el agua sé vertió en otro recipiente desechándose el sedimento en un recipiente adecuado para su colección y análisis posterior.

Se tomaron muestras de agua antes y después del tratamiento para determinar los cambios en las siguientes características físico químicas: temperatura, pH, arsénico, conductividad eléctrica, turbiedad, color, pureza total, dureza, calcio, magnesio, sulfatos, hierro, manganeso y fluoruros. Estos análisis se efectuaron según los procedimientos especificados en el Manual de Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua y Aguas Residuales.

Con la finalidad de identificar los procedimientos adecuados para el manejo y eliminación de los lodos residuales se procedió determinar el pH en el cual se rompe el complejo hierro-arsénico. Para efectuar lo anterior se hicieron diluciones de arsénico en la solución resultante.

Ante la posibilidad de que durante el proceso de operación los lodos residuales pudieran entrar en contacto accidentalmente con agua no contaminada o contaminada en forma natural y de esta forma aumentar las concentraciones de arsénico, se procedió a efectuar una mezcla de lodos residuales con agua conteniendo diversas concentraciones de arsénico. Se formó una serie de cinco vasos con agua conteniendo concentraciones de arsénico entre 0.217 y 0.238 mg/100ml. a los que se añadieron 50ml. de lodos residuales; las mezclas se agitaron mecánicamente durante dos horas, después de lo cual se les dejó clarificar, determinando las concentraciones de arsénico después de separar los lodos residuales, con los cuales se repitió el mismo proceso con agua conteniendo concentraciones de arsénico entre 0.465 y 0.490 mg/100ml.

CUADRO 1

EFICIENCIA DE LA REMOCION DOMESTICA DE ARSENICO
 MEDIANTE FLOCULACION CON SULFATO FERRICO EN
 POBLACIONES RURALES DE COAHUILA

SEPTIEMBRE 1997

POBLACION	No.DE MUESTRA	ARSENICO mg/l AGUA ORIGINAL	AGUA PRODUCTO	EFICIENCIA DE REMOCION (%)
ARRUNA COAHUILA Municipio, Fco Madero	1	0.081	0.005	93.8
	2	0.088	0.000	100
	3	0.076	0.000	100
	4	0.075	0.000	100
SAN JOSÉ LA NIÑA COAHUILA Municipio de Madero	1	0.218	0.000	100
	2		0.000	
	3		0.000	
	4	0.205	0.000	100
	5	0.191	0.000	100
TEGOÑA COAHUILA Municipio, San Pedro	1	0.227	0.002	99.1
	2	0.240	0.000	100
	3	0.208	0.000	100
	4	0.212	0.001	99.5
	5	0.198	0.000	100
SALBIA COAHUILA Municipio San Pedro	1	0.191	0.001	99.4
	2		0.000	
	3	0.182	0.000	100
	4	0.217	0.000	100
	5	0.202	0.000	100
SAN RETIRO, COAHUILA Municipio San Pedro	1	0.191	0.000	100
	2	0.198	0.002	98.9
	3	0.242	0.002	99.1
	4	0.197	0.002	98.9
	5	0.232	0.000	100

EFICIENCIA DE LA REMOCION DOMESTICA DE ARSÉNICO
 MEDIANTE FLOCULACION CON SULFATO FERRICO EN
 POBLACIONES RURALES DE DURANGO

SEPTIEMBRE 1997

POBLACIÓN	NO. DE MUESTRA	ARSENICO mg/l		EFICIENCIA DE REMOCION (%)
		AGUA ORIGINAL	AGUA PRODUCTO	
SAN JULIO, DURANGO Municipio, Tlahualillo	1	0.063	0.000	100
	2	0.061	0.001	98.3
	3	0.071	0.003	95.7
	4	0.066	0.000	100
	5	0.071	0.000	100
PAMPLONA, DURANGO TLAHUALILLO 2	1	0.201	0.000	100
	2	0.197	0.000	100
	3	0.212	0.000	100
	4	0.200	0.000	100
	5	0.202	0.000	100
TLAHUALILLO 1 EDO. DURANGO	1	0.192	0.000	100
	2	0.286	0.000	100
	3	0.197	0.000	100
	4	0.188	0.000	100
TLAHUALILLO 2 EDO. DGO.	1	0.197	0.005	97.4
	2	0.187	0.003	98.3
	3	0.202	0.005	97.5
	4	0.200	0.005	97.5
	5	0.218	0.000	100
EJIDO LA CAMPANA Municipio, TLAHUALILLO DURANGO	1	0.191	0.000	100
	2	0.191	0.000	100
	3	0.221	0.000	100
	4	0.202	0.000	100
		0.193	0.000	100

CUADRO 3

**CARACTERÍSTICAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA ANTES Y DESPUÉS
DE LA FLOCULACIÓN CON SULFATO FÉRRICO EN LAS FAMILIAS ESTUDIADAS
DE COAHUILA Y DURANGO**

CARACTERÍSTICAS FISICO QUIMICAS	NORMA NACIONAL	COAHUILA		DURANGO	
		AGUA ORIGINAL	AGUA PRODUCTO	AGUA ORIGINAL	AGUA PRODUCTO
pH	6.0-8.0	8.130	7.390	8.15	7.80
CONDUCTIVIDAD		368.520	667.700	800.00	1113.00
TURBIEDAD	5NTU	0.565	1.205	0.39	0.84
COLOR	10.U.C.	1.672	2.090	1.47	1.49
DUREZA TOTAL	300 mg/l	64.260	164.980	190.50	287.32
DUREZA DE CALCIO		29.200	129.600	149.22	234.94
CALCIO		11.680	45.264	58.83	42.63
MAGNESIO	125 mg/l	8.380	8.336	9.87	12.49
SULFATO	250 mg/l	154.150	274.840	510.01	522.60
FIERRO	0.30 mg/l	0.053	0.216	0.04	0.14
MANGANESO	0.05 mg/l	0.000	0.000	0.000	0.000
FLUORURO	1.50 mg/l	1.400	1.410	1.27	1.33

CUADRO 4

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA ANTES Y DESPUES DE LA
FLOCULACION CON SULFATO FERRICO EN POBLACIONES RURALES DE COAHUILA

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	AGUA		SAN JOSE DE LA NINA AGUA		BEGONA AGUA		ALBIA AGUA		EL RETIRO AGUA	
	ORIGINAL	PRODUCTO	ORIGINAL	PRODUCTO	ORIGINAL	PRODUCTO	ORIGINAL	PRODUCTO	ORIGINAL	PRODUCTO
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH	8.21	6.20	8.1	7.69	8.08	7.62	8.1	7.63	8.15	7.82
CONDUCTIVIDAD	245.00	492.50	530.0	756.00	526.00	526.00	530.0	764.00	530.00	800.00
TURBIEDAD	0.72	1.12	0.66	1.3	0.44	1.28	0.4	1.26	0.6	1.06
COLOR	2.00	1.25	1.66	0.2	1.0	4.0	2.5	3.00	1.2	2.00
DUREZA TOTAL	53.00	140.50	69.33	165.6	67.6	172.8	65.0	170.00	66.4	176.00
DUREZA DE CALCIO	16.5	113.00	32.00	136.0	32.4	132.00	33.5	128.8	31.6	140.00
CALCIO	6.6	45.20	12.8	54.4	12.96	52.8	13.4	51.52	12.64	22.4
MAGNESIO	8.72	6.60	8.93	7.08	8.4	9.76	7.53	9.66	8.32	8.58
SULFATO	41.25	205.00	175.00	291.00	175.00	282.00	175.5	289.2	204.00	307.00
FIERRO	0.00	0.00	0.00	0.32	0.09	0.33	0.015	0.168	0.026	0.264
MANGANESO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FLUORURO	1.095	1.09	1.45	1.46	1.5	1.51	1.52	1.45	1.50	1.49

CUADRO 5

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS ANTES Y DESPUES DE LA FLOCULACION
CON SULFATO FERRICO EN POBLACIONES RURALES DE DURANGO

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	SAN JULIO		TLAHUALILLO (1)		TLAHUALILLO (2)		PAMPLONA		LA CAMPANA	
	AGUA ORIGINAL	AGUA PRODUCTO								
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PH	7.9	7.55	8.2	7.75	8.22	7.8	8.16	7.9	8.27	8.02
CONDUCTIVIDAD	2600.00	2840.00	450.00	655.00	450.00	688.00	450.00	714.00	450.00	668.00
TURBIEDAD	0.52	0.96	0.45	0.85	0.34	0.72	0.38	0.9	0.3	0.78
COLOR	1.00	3.00	0.75	0.25	0.6	1.0	4.00	1.6	1.0	1.6
DUREZA TOTAL	639.2	730.00	75.99	161.00	78.00	176.4	78.8	194.00	81.6	175.0
DUREZA DE CALCIO	576.8	649.6	42.5	128.5	42.4	133.2	42.00	129.6	42.4	134.8
CALCIO	230.6	321.6	17.00	51.4	16.96	53.28	16.8	51.84	16.96	53.92
MAGNESIO	14.96	19.22	7.73	7.78	8.5	10.34	8.78	15.4	9.4	9.66
SULFATO	1224.00	1364.00	102.25	300.00	200.0	298.00	185.0	301.00	191.2	294.00
FIERRO	0.00	0.15	0.08	0.22	0.004	0.09	0.12	0.06	0.00	0.21
MANGANESO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FLUORURO	1.14	1.23	1.45	1.40	0.88	1.35	1.436	1.38	1.43	1.33

CUADRO 6

LIBERACION DE ARSENICO DE LOS LODOS RESIDUALES
SEGUN DIVERSOS GRADOS DE ACIDEZ

PH DE LA SOLUCION	ARSENICO mg/l
7.0	0.000
6.0	0.000
5.0	0.000
4.0	0.000
3.0	0.002
2.6	0.020
2.5	0.030
2.4	0.051
2.3	0.070
2.0	0.449
1.0	0.470

CUADRO 7

**CAPACIDAD DE REMOCION DE ARSENICO MEDIANTE LOS
LODOS RESIDUALES EN DOS PRUEBAS SUBSECUENTES**

	CONCENTRACION INICIAL DE ARSENICO mg/l	CONCENTRACION DE ARSENICO DESPUES DE LA APLICACIÓN DE LOS LODOS RESIDUALES	% REMOCION
1a. Prueba			
No. Vaso			
1	0.226	0.001	99.3
2	0.237	0.004	98.2
3	0.237	0.000	100
4	0.238	0.002	99.1
5	0.217	0.006	97.2
2a. Prueba			
No. Vaso			
1	0.480	0.011	97.5
2	0.490	0.006	98.7
3	0.487	0.007	98.6
4	0.465	0.009	98.0
5	0.480	0.007	98.5

Resultados.- Como se observa en los cuadros 1 y 2 en una gran proporción de las muestras (70%) la remoción del arsénico fue total; en todas ellas la eficiencia de la remoción fue superior al 93% de la concentración original y en aquellas muestras en que identificaron trazas de arsénico, las concentraciones fueron muy inferiores a los límites máximos permisibles.

En cuanto a las diferencias en las características físico químicas del agua antes y después del tratamiento, (cuadro 3), se observa que en el total de las muestras de agua tratada el pH tiende a la normalidad, la turbiedad y el color presentan un discreto aumento, la dureza total, la dureza por calcio y el sulfato en el caso de Coahuila aumentan de manera considerable, y las concentraciones de magnesio, fierro, manganeso y fluoruros casi no muestran variaciones. Al comparar los valores promedio de las muestras de Coahuila y Durango con la Norma Nacional, se encuentra que solamente en el caso de los sulfatos se exceden los límites establecidos.

Al examinar en forma individual las variaciones del agua producto en las poblaciones seleccionadas de Coahuila, (cuadro 4) se encuentra que sólo las concentraciones de sulfato exceden ligeramente la Norma Nacional; valores similares se observan para el sulfato en las poblaciones de Durango (cuadro 5) excepto en el agua del poblado denominado San Julio en donde las concentraciones en el agua pretratada son muy elevadas.

La prueba de solubilidad del arsénico en medios líquidos con diversos grados de acidez (cuadro 6) indican que la reversión de la adsorción comienza a ser observable a un pH de 3 (As 0.002mg/l), a un pH de 2.4 la concentración de arsénico presente se encuentra alrededor de los valores nacionalmente aceptados (0.051mg/l, llegando hasta 0.470mg/l cuando el pH es de 1. En cuanto a la capacidad remanente de absorción de los lodos residuales, en el (cuadro 7) se muestra que, en dos pruebas subsecuentes, los lodos residuales continúan adsorbiendo en forma casi total el arsénico, aún en las concentraciones superiores a 0.40mg/l, empleados en la segunda prueba de agotamiento.

Discusión.- Los resultados obtenidos pueden considerarse satisfactorios y suficientemente sólidos como para promover la aplicación domiciliar de la floculación del arsénico cuando menos entre las familias con los mayores índices de exposición al consumo permanente de arsénico en el agua. Además, la simplicidad y economía del procedimiento, así como el amplio interés manifestado por la población afectada son factores de gran importancia para garantizar su aplicación comunitaria.

Es indudable que en la relación riesgo/beneficio, los efectos benéficos superan en gran medida los posibles riesgos adversos de la floculación con sulfato férrico, pues los resultados obtenidos han evidenciado que los lodos residuales en condiciones ambientales habituales no constituyen una fuente potencial de arsénico para los usuarios, ya que el grado de acidez que se requiere para disociar el arsénico del hierro no se encuentra en el agua para consumo humano. Además la estabilidad del complejo arsénico-hierro también representa una característica muy favorable para facilitar el deshecho colectivo de los lodos residuales.

Los lodos residuales se almacenarían para su posterior recolección y envío a la industria donde podrán ser tratados y aprovechados, para de esta manera financiar parte del programa.

La intoxicación accidental por sulfato férrico es de baja probabilidad, ya que debido a su insolubilidad su ingestión resulta difícil, y aún cuando esto llegara a ocurrir, su absorción es muy pobre en el conducto gastrointestinal. De allí que los compuestos farmacológicos de elección para suministrar hierro a individuos con deficiencias de este elemento se elaboran a base de sulfato ferroso, el cual se absorbe con mayor facilidad.

A continuación se hace un breve análisis comparativo de los diferentes métodos de agua, se analizan ventajas y desventajas de cada uno y se propone el de las esferas con plata coloidal que tiene todas las ventajas y ninguna desventaja.

MÉTODO	VENTAJAS	RESTRICCIÓN/DESVENTAJAS	TOXICIDAD
Cloración soluciones acuosas de ClO , Cl_2 , HOCl y ClO_2 .	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo nivel residual, concentración de 1.2 ppm. 2. Se dispone de ensayo sensible para monitorear la concentración. 3. Relativamente de poco costo y fácilmente disponible. 4. Relativamente de poco tiempo de contacto. 5. Rango de pH 6.0-8.5 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rápida inactivación por residuos orgánicos. 2. El cloro es menos activo al incrementar el pH y más activo al incrementar la temperatura. 3. Diseñado para preceder la desionización. 4. Puede requerir métodos para remover residuos (Ej. Filtros de carbón). 5. El cloro puede ser corrosivo a altas concentraciones. 	Irritante respiratorio y líquido corrosivo a altas concentraciones.
Yodación (con yodo elemental via yodinador).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rápido, se dispone de ensayo sensible para determinar la concentración durante la sanitización y verificar la remoción de residuos después del enjuague. 2. Menos sensible a residuos orgánicos. 3. Generalmente disponible. 4. Rango de pH 5-9. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñado para proceder la desionización. 2. Puede ser corrosivo a altas concentraciones. 3. Es un poco más costoso que el cloro 	Irritante respiratorio y líquido corrosivo a altas concentraciones.
Ozonización	<ol style="list-style-type: none"> 1. No tan dependiente del pH como la cloración. 2. Bajo costo de operación y mantenimiento. 3. Vida media del ozono es de 20 min. (se descompone rápidamente en oxígeno). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No es aplicable para procesar aguas con altas concentraciones Mn^{2+} (0.5 ppm). 	La exposición permisible para los manipuladores es de 0.1 ppm.
Filtración en profundidad	No tiene interferencia química.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de canales puede permitir el paso a microorganismos. 2. Deben reemplazarse los filtros regularmente y supervisarse cuidadosamente. 3. A menudo se requiere de agua que debe estar previamente tratada. 	Ninguna

METODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA

METODO	VENTAJAS	RESTRICCION / DESVENTAJAS	TOXICIDAD
Filtración absoluta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los filtros absolutos en el sitio de uso son efectivos para remover todos los microorganismos. 2. Se pueden realizar ensayos de integridad (Punto de burbuja). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pueden surgir defectos que permiten el paso de microorganismos. 2. Deben reemplazarse los filtros regularmente y supervisarse cuidadosamente. 3. El agua puede requerir pre-tratamiento para minimizar la frecuencia de reemplazo. 	Ninguna
Recirculación	Previene el estancamiento por el continuo movimiento del agua.	Debería ser usado en combinación con otro método.	Ninguna
Destilación	No tiene interferencia química.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mucha inversión inicial y se requiere mucha cantidad de energía. 2. Requiere precauciones para mantenerla esterilizada si no es usada inmediatamente. 3. Considerables pérdidas de agua. 	El agua muy caliente representa un peligro potencial.
Esferas de cerámica impregnadas de Plata Coloidal.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agente bactericida 2. Diez veces más poderoso que el cloro. 3. Bajo costo 4. No requiere mantenimiento. 5. No requiere instalación 	Ninguna	Ninguna

CAPITULO III

PURIFICACION POSTERIOR DEL AGUA, COMPORTAMIENTO DE LOS COLOIDES, PLATA COLOIDAL, PROCESO, CARACTERISTICAS Y RESULTADOS

PURIFICACION POSTERIOR DEL AGUA

Una vez eliminada la contaminación por arsénico hay que pensar en el aspecto de microorganismos, lo que lleva a la necesidad de un tratamiento con algún elemento desinfectante de fácil acceso para estas comunidades rurales.

El uso de los desinfectantes del agua se ha generalizado para evitar infecciones gastrointestinales; entre las más comunes se encuentran los de acción directa y los de contacto.

Entre los de acción directa se encuentran el cloro, hipoclorito de sodio, y los de contacto son; luz ultravioleta, paredes porosas impregnadas de metales coloidales pesados (plata, cobre, etc.).

Los lechos filtrantes impregnados de metales coloidales son los que más versatilidad en su uso y manejo poseen. Para ello se requiere el desarrollo de los metales coloidales principalmente la "plata coloidal" cuyo método de obtención se basa en la reducción de ion plata y estabilización del mismo.

BREVE HISTORIA

El estudio del comportamiento de los coloides fue observado por T.Graham (1861) y estudiado con detalle por H. Schulze (1882–83), S.E. Linder y H. Pictón (1895-1905), quienes afirman que para la estabilidad de los coloides son esenciales cantidades minúsculas de electrolito.

El estudio del efecto mutuo de los coloides correspondió a W. Biltz (1904) cuya conclusión es " la causa de la floculación es probablemente una interacción eléctrica entre los iones que constituyen las dobles capas de los coloides respectivos".

En 1901 R. Zsigmondy, estableció la teoría para que un coloide no precipite, debe protegerse por una sustancia liófila. así mismo, expuso la acción protectora de diversas sustancias liófilas en función del número de oro (coloide). El estudio de los coloides liófilos es muy complicado y los resultados son a menudo difíciles de comprender, no obstante, las conclusiones generales aportadas por los investigadores antes mencionados son lo suficientemente bien definidas como para sustentar la teoría de los coloides en general y actualmente se emplean para la fabricación de productos comerciales, tales como la plata coloidal.

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

PLATA COLOIDAL

El producto obtenido por cualquier procedimiento químico, es conocido como colargol y el que se obtiene por medio de la electricidad (procedimiento físico) es la llamada plata coloidal eléctrica o sol de plata.

Estos dos productos se diferencian entre sí por diversas propiedades físicas y químicas, además las soluciones de plata coloidal eléctrica son siempre purísimas, conteniendo solo plata en suspensión. El colargol esta siempre impurificado por los productos que intervienen en su preparación o que se formaron durante el proceso de obtención.

COLARGOL

Es un estado alotrópico de la plata metálica. Hanriot la considera como una sal amónica de un ácido especial, riquísimo en plata y llamado ácido colargólico, pero esta hipótesis la rechazan en absoluto autores que han estudiado detenidamente la cuestión (Chassevant, Posternak, Lotermoster).

CARACTERISTICAS DE LA PLATA COLOIDAL

Partículas pequeñísimas, negrovioletas, con reflejos metálicos. No es cáustica. Se disuelve en 20 partes de agua, formando una solución pardo-violacea o negruzca. Contiene 3.2 gr/l ó bien 0.32 gr/l según la concentración deseada.

La solución citada no es una verdadera solución física, siendo en realidad una suspensión en el agua de pequeñísimas partículas (micelas) visibles con el ultramicroscopio. Por la acción de ácidos, bases, sales y del calor, o por otras causas la fase dispersa se separa del medio de dispersión y entonces constituye lo que se ha denominado un gel.

PLATA COLOIDAL ELECTRICA

Cada 1000 cm³ contiene en suspensión 30 mg. aproximadamente de metal en estado de pureza casi absoluta (98% de plata como mínimo), subdividido en corpúsculos de tamaño visible solo al ultramicroscopio (0.00014 micras de diámetro; o. Weiner).

USOS Y APLICACIONES

La plata coloidal tiene una gran variedad de aplicaciones: en lo referente a purificación de agua para consumo humano, desinfección de frutas y legumbres, asepsia de tanques elevados y cisternas, etc.

En la purificación de agua, la plata coloidal se aplica directamente al agua que se desea consumir, o bien se emplean dispositivos cuya acción es por contacto.

Este es el caso del filtro doméstico, donde la forma y tamaño dependen de la firma comercial que lo expende al público. La forma y tamaño del filtro no son significativos, sino el principio del funcionamiento en el cual está sustentado: " La pared porosa del filtro retiene todo tipo de partículas en suspensión y la barrera biológica (compuesta por coloides o metales pesados) impide , la supervivencia de bacterias presentes en el agua ", obteniendo de esta forma agua apta para consumo humano.

ESTUDIO DEL MERCADO

Los rubros correspondientes a importaciones, exportaciones de plata coloidal, serán excluidos por el momento.

PRODUCTORES NACIONALES

Entre los productores más importantes se encuentran Microdine, S.A. y Colloids, S.A. Existen compañías que producen la plata coloidal para consumo interno, la limitante principal que tienen es una línea de producción sustentada en las materias primas importadas, que en un momento determinado no pueden competir con las compañías que si cuentan con insumos propios.

DESCRIPCION DEL PROCESO

La plata coloidal puede obtenerse por dos procedimientos

A) Químico

B) Físico

A) El procedimiento químico consiste en hacer actuar sobre una sal de plata, un agente reductor, precipitando con esto el metal al estado coloidal.

B) El procedimiento físico se vale del arco voltaico y esta fundado en que al saltar la chispa eléctrica entre dos electrodos constituidos por hilos de plata sumergidos en el agua, pulveriza el metal que queda en suspensión en el líquido, formando la solución coloide.

El proceso seleccionado es el químico ya que el eléctrico es empleado para preparar plata coloidal posológica, es decir la empleada clínicamente es muy poco usada o casi discontinuada desde la aparición de los antibióticos aunque últimamente se están haciendo estudios para que sea utilizada tanto interna como externamente contra gérmenes resistentes a los antibióticos. Lo más importante es que estos gérmenes no pueden desarrollar resistencia a la acción de la plata coloidal.

LA PLATA COLOIDAL COMO BACTERICIDA

La plata coloidal es una dispersión acuosa de plata muy finamente dividida, el tamaño de la partícula es de 70 a 98 unidades Angstrom, por esto, la superficie de la plata dispersa en 1ml. alcanza varios miles de metros cuadrados. Debido a esta gran superficie se manifiestan los fenómenos electrostáticos de superficie a los cuales se atribuye su alto poder germicida y cuyos efectos son rápidos, seguros y libres de efecto tóxicos.

El comportamiento de la plata coloidal se ha estudiado en diversas fuentes de aprovisionamiento de agua, con distintos grados de contaminación bacteriana y distintos estados físico químicos.

Los microorganismos de control fueron:

Escherichia Coli (E.c.)

Staphilococcus Aureus (S.a.)

Eberthela Thiposa (E. T.)

Serratia Marcesceus (S.m.)

PARAMETROS EXPERIMENTALES

pH de las muestras de agua	6.8 a 7.2
Unidad de conteo	1ml. de agua contaminada
Bactericida	plata coloidal
Concentraciones empleadas	1.0, 0.1, 0.05 ppm
Tiempo de residencia	0.5, 1, 2, 5, 7.5 hr.
Muestras experimentadas	12
Temperatura de incubación	37gr°.
Medio de cultivo	agar
Control	1ml. sin tratamiento con 100 000 colonias

RESULTADOS

TIEMPO	0.5 ppm Plata Coloidal			
	NUMERO DE COLONIAS			
hr	E.C.	S.A.	E.T.	S.M.
0.5	15	10	1	4
1.0	5	6	0.01	0.01
3.0	1	2	0.01	0.00
5.0	0	0.01	0.00	0.00
7.5	0.00	0.00	0.00	0.00

RESULTADOS

TIEMPO	0.1 ppm Plata Coloidal			
	NUMERO DE COLONIAS			
hr	E.C.	S.A.	E.T.	S.M.
0.5	10	10	0.1	0.01
1.0	3	6	0.01	0.00
3.0	0.01	1	0.00	0.00
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00
7.5	0.00	0.00	0.00	0.00

RESULTADOS

TIEMPO	1ppm Plata Coloidal			
	NUMERO DE COLONIAS			
hr	E.C.	S.A	E.T	S.M.
0.5	1	1	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.5	0.0	0.0	0.0	0.0

APLICACIONES DE LA PLATA COLOIDAL

Se utiliza como desinfectante, purificador, preservativo, potabilizador de agua.

Es muy efectivo en la desinfección de verduras, frutas, mariscos crudos, etc., sumergiéndolos en agua a la que se le agrega una o dos gotas de plata coloidal por litro y dejándolos reposar por espacio de 1 a 2 horas.

También se usa en la desinfección de utensilios de cocina, cubiertos, biberones, vajillas, etc.

Como desinfectante de objetos que resisten la presencia de agua como ropa de hospital, mantelería, blancos, etc.

EFFECTOS BACTERICIDAS RESIDUALES

Los efectos bactericidas residuales de la plata coloidal son tan importantes que aún las pequeñas cantidades que se adhieren al recipiente siguen actuando a lo largo del tiempo, disminuyendo la contaminación bacteriana.

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL PURIFICADOR RECOMENDADO

Todos los modelos de purificador "Monarca" para el agua, son una patente de la Compañía Ingeniería, Tecnología e Informática, S.A., obtenida después de varios años de investigación.

CARACTERISTICAS DEL PURIFICADOR "MONARCA"

1.- Contiene esferas de cerámica, con un tratamiento especial de Plata Coloidal, con un alto poder germicida y cuyos efectos son rápidos, seguros y libres de efectos tóxicos.

2.- Elimina la formación de Bacterias y Microorganismos, como Serratia Marcesdeus, Scherichia Coli, Eberthela Thyposa, Staphilococcus Aureus, Salmonella, Enterobacter, Vibrión del Cólera entre otros. Actúa en cualquier depósito de agua de hasta 1100 Litros.

3.-Desinfecta, Purifica y Potabiliza

4.- No requiere instalación especial, únicamente se coloca en el tinaco para el consumo diario.

5.- Su acción bactericida. comienza desde el momento de su colocación

6.- No requiere de Mantenimiento (Se recomienda lavar el tinaco cada seis meses).

7.- Tiene una vida útil de un año.

8.- Probado y aprobado por la Secretaría de Salud REG. No. 137351 "D "

La arcilla impregnada de plata coloidal actúa como pila de energía, provocando una reacción electrostática (corto eléctrico) que elimina todo tipo de microbios y bacterias que provienen del agua. Ya que su membrana al contacto con la plata coloidal se rompe produciéndoles la muerte.

Se utiliza la plata como agente bactericida en los purificadores por las virtudes que ha demostrado tener. La plata es diez veces más eficaz que el cloro que muchos utilizan como bactericida, además de estar comprobado que no daña la salud del hombre ni de los animales.

BENEFICIOS

Por su acción Físico/Química, los beneficios que se obtienen son los siguientes:

- Obtención Inmediata de Agua Potable
- No es Tóxico para el Cuerpo Humano
- No requiere de Mantenimiento
- No se requiere Instalación
- Ahorro de Gas para hervir agua
- Ahorro por la compra de Garrafrones o Agua Embotellada
- Agua Potable en todas las llaves de su Casa

- Evita enfermedades Gastrointestinales como:

* Amibiasis

* Salmonelosis

* Tifoidea

* Gastroenteritis

* Diarreas

* Cólera

-Purifica, no Filtra

- Avalado y Recomendado por:

* UNIV. AUT. DE SAN LUIS POTOSI (97% de efectividad).

* Análisis Químicos del Centro

* Bufete Químico, S.A. de C.V.

* Laboratorio Aranda

*Gama Análisis Químicos

Hay diferentes tipos de Purificadores "Monarca" para el agua.

TIPO DE PURIFICADOR	U S O	DURACION
Capacidad de purificación		
5000L.	Cisternas	1 año
1100L.	Tinacos	1año
500L.	Tinacos	1 año
Sifón 20 litros	Botellón	1 año

El tipo de purificador usado en el caso de purificación de agua, después de haber quitado el arsénico a nivel rural sería el sifón, el cual en su parte inferior tiene un cilindro de cerámica impregnado de plata coloidal, este se introduce en un recipiente de 20 litros y al sifonear el agua, esta sale pura.



**¡ TOME UN VASO CON
AGUA PURIFICADA
DIRECTO DE SU TINACO !**

**DESINFECTA
PURIFICA
POTABILIZA**

●
Agua bacteriológicamente
potable con solo abrir
cualquier llave de su casa

●
No requiere de
mantenimiento

●
Su acción purificadora
cubre hasta 1,100 litros
(Tinaco convencional)

●
Su acción bactericida
comienza desde el
momento de su colocación

MODO DE EMPLEO

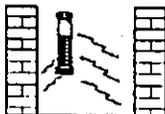
Solo deposítelo
y dejelo flotar
en su tinaco



TINACO VERTICAL



TINACO HORIZONTAL



**CISTERNA
O ALJIBE**



PILETA DE ALMACENAMIENTO

**EL PURIFICADOR DE AGUA
"MONARCA"**

Es un producto indispensable en
su hogar que le brinda
constantemente la protección
diaria necesaria para eliminar
bacterias nocivas para la salud
que producen enfermedades
gastro intestinales

**COLERA-AMIBIASIS
TIFOIDEA-SALMONELOSIS
DISENTERIA**

Además evita la conjuntivitis y la
formación de hongos en la piel y
el cuero cabelludo por
contener esteras de cerámica
con tratamiento especial de
plata coloidal con alto poder
germicida y cuyos efectos son
rápidos, seguros y libres de
efectos tóxicos

CAPITULO V
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Los resultados en el agua con alto contenido de arsénico en población rural obtenidas por el método de la floculación con sulfato férrico fueron positivas, la población afectada entendió su importancia y estaba dispuesta a seguir todas las indicaciones paso a paso, con tal de que su salud no se viese afectada.

Lamentablemente la situación económica del país no permite su inmediata aplicación ya que el darle a cada familia cantidades pesadas de reactivos de por lo menos 6 meses para la remoción del arsénico del agua y el sifón con su cilindro de cerámica impregnado de plata coloidal para su purificación se consideró que es un gasto que tendrá que postponerse hasta que la economía del país mejore.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

(1) Kirk-Othemer

Concise Encyclopedia Of Chemical technology

John Wiley & Sons, Inc.

New York

1985 p.134,135

(2) F.A. Cotton and G. Wilkinson

Advanced Inorganic Chemistry,

Interscience publishers

John Wiley & Sons, Inc.

New York, 1962 p.642

(3) Astolfi, E., Maccagno, A., Fernández, J.C.G., Vaccara, R. And Stimola, R

1981. Relación between arsenic in drinking water and skin cancer. Biological Trace Element Research. 3, 133-143.

(4) Cebrian, M.E., Albores, A., Aguilar, M. And Blakely, E. 1983. Chronic arsenic poisoning in the north of México. Human Toxicology, 2, 121-133.

(5) Goldsmith, J.R., Deane, M., Thom, J. And Gentry, G. 1972. Evaluation of health implications of elevated arsenic in well water. Water Research, 6, 1133-1136.

(6) I.M. Kolthoff and E.B. Sandell

Textbook of Quantitative Inorganic Analysis

The Macmillan Company

New York,

Third Edition p. 106-115.