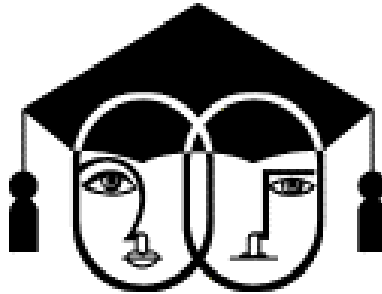


Universidad Concepción del Uruguay.

Facultad de Ciencias Agrarias.

Centro Regional Rosario.



**DETERMINACION DE ARSENICO EN LA CIUDAD DE LAS
ROSAS, SANTA FE, ARGENTINA**

CREUS, LUCAS.

Tesis presentada para completar los requisitos del plan de estudios de la
Licenciatura en Bromatología

Director:

Rosario –fecha

RESUMEN

El agua, fuente vital para la existencia y salud de todos los seres vivos, constituye un recurso esencial que sostiene la vida en nuestro planeta. Su pureza y accesibilidad son fundamentales para el bienestar humano, sin embargo, en diversas partes del mundo, nos enfrentamos a desafíos que amenazan la integridad de este recurso invaluable. Entre las amenazas, se encuentra la presencia de sustancias contaminantes, entre las cuales el arsénico se destaca como una preocupación crítica. Abordar esta problemática implica no solo proteger el suministro de agua, sino también salvaguardar la salud y la calidad de vida de las comunidades afectadas.

La ingesta constante de agua contaminada con arsénico ha sido asociada con una variedad de problemas de salud, desde trastornos cutáneos hasta complicaciones neurológicas y riesgos de cáncer

En el contexto argentino, donde la riqueza hídrica es un tesoro nacional, la calidad del agua no está exenta de desafíos, y destaca la urgencia de abordar esta problemática.

En la provincia de Santa Fe, investigaciones han arrojado luz sobre la presencia de arsénico en las fuentes de agua de la región, delineando una narrativa que requiere atención y acción.

Dentro de Santa Fe, en la ciudad de Las Rosas, la concientización y la colaboración se han convertido en herramientas cruciales en la lucha contra el arsénico en el agua.

Se ha realizado una disertación a la comunidad para comprender la magnitud del problema y sus posibles riesgos a futuro. Esta iniciativa no solo ha sido informativa sino también activadora de la participación comunitaria, lo que ha permitido de manera voluntaria que los habitantes de la ciudad de Las Rosas nos abran las puertas de sus casas para tomar muestras de aguas subterráneas que comúnmente utilizan para beber, cocinar, bañarse y todas las demás actividades en las que se requiera el uso de la misma y así poder evaluar el riesgo al cual se encuentran expuestos de manera silenciosa.

INTRODUCCION

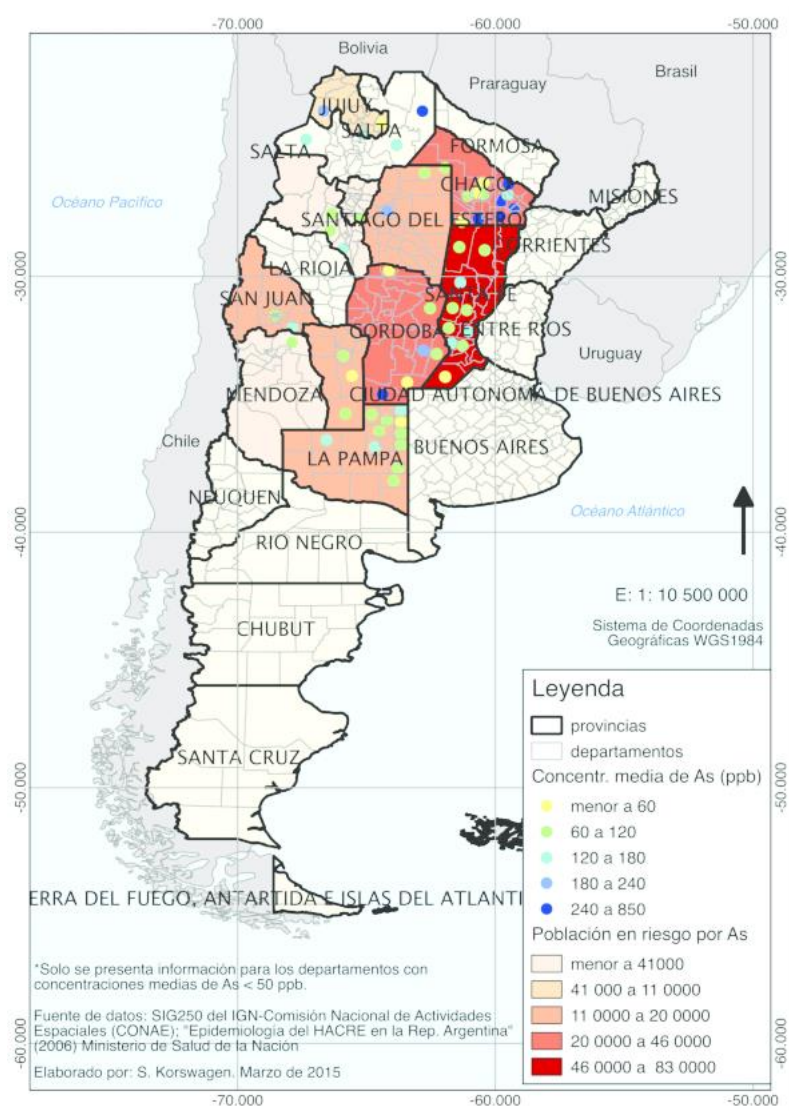
El arsenico es un elemento natural, que se encuentra distribuidos en todo el medio ambiente, puede presentarse de manera inorgánica y orgánica, siendo la primera su forma mas toxica.

Las personas, sin saberlo están expuestos a niveles de arsenico elevados a traves del consumo de agua contaminada, el uso de agua contaminada en la preparacion de alimentos y el riego de cultivos alimentarios.

La mayor amenaza del arsenico para la salud publica procede de las aguas subterráneas contaminadas. Este elemento se encuentra presente en altos niveles en las aguas subterráneas de distintos paises, como por ejemplos Bangladesh, Camboya, Chile, China, Estados Unidos, India, Mexico, Pakistan Vietnam y Argentina. (Organización Mundial de la Salud)



En Argentina, las provincias afectadas por esta problematica son: Cordoba, Santa Fe, Santiago del Estero, Chaco, Tucuman, La Pampa, Jujuy, Buenos Aires, Catamarca, San Juan y Mendoza



La exposición a aguas arsenicales durante largos periodos de tiempo conduce a las diversas formas del Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE), el cual se caracteriza por una secuencia de trastornos dermatológicas que incluyen la aparición de hiperhidrosis palmo plantar (Sudoración excesiva de manos y pies), hiperqueratosis palmo plantar (aparición de callosidades en la misma region) y melanodermia (alteraciones en la pigmentación de la piel). Con el tiempo las callosidades se agrietan y se tornan dolorosas volviendo invalidantes para la actividad normal de las personas afectadas.(Ministerio de Salud de la República Argentina, 2020).

El arsenico es un cancerigeno humano documentado, que induce al cancer de piel en poblaciones que ingieren agua con concentraciones superiores a las permitidas durante largos periodos de tiempo. Hay evidencias tambien que asocian al arsenico con otros tipos de cancer como por ejemplo, vejiga, hígado y pulmón. Por todo esto es que la IARC (Agencia Internacional de Investigación del Cancer) categoriza al As inorganico dentro del Grupo I, como una sustancias con comprobada acción carcinogenica para el humano. (IARC)

Ante esta problematica, la cual, se considera global, la Organización Mundial de la Salud a establecido los limites de arsenico en agua en 10ug/L.

En Argentina, El Código Alimentario Argentino, el cual establece las normas que regulan la producción, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos establece los mismos limites de concentración de arsenico en agua potable.

Se cree que en America Latina hay 14 millones de personas expuestas al arsenico. Solo en Argentina hay 4 millones (Infobae, 2022)

ANTECEDENTES

Evaluación de poblaciones rurales expuestas a arsénico en el agua de consumo en la provincia de Santa Fe, Argentina. Estrategias de comunicación y prevención de riesgos.

Este trabajo tiene como finalidad valorar cambios bioquímicos y genotóxicos en poblaciones rurales con cantidades variables de arsénico (As) en el agua de consumo diario, debido a que la presencia del mismo es de origen natural y contribuye a un problema de salud pública en Santa Fe donde, la presencia de arsénico, es un evento de alta frecuencia en determinadas regiones de la provincia. Se analizaron 7 poblaciones de tres departamentos distintos. El estudio se realizó en Providencia y Humboldt (departamento Las Colonias), Presidente Roca, Lehmann y Santa Clara Saguier (departamento Castellanos) y en los poblados de Nelson y Laguna Paiva (departamento La Capital). El estudio fue de tipo descriptivo, ecológico y transversal, incluyó a 108 voluntarios, mayores de 18 años, quienes accedieron de manera voluntaria a describir sus hábitos alimentarios y a acceder a valorar cambios bioquímicos (hemograma, glucemia, uricemia, uremia, creatinina, colesterolemia, trigliceridemia) y de daño oxidativo al ADN.

En cada una de estas localidades se convocó a una reunión junto con el personal de salud y de las instituciones educativas, acompañados de docentes de la cátedra de Toxicología, Farmacología y Bioquímica Legal, de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), donde se abordó la problemática del arsénico en agua de consumo y se invitó a los pobladores a participar del proyecto.

En todos los casos, el personal del Sistema para la Atención Médica de la Comunidad (SAMCo) se encargó de registrar los datos de los interesados y citarlos en fechas acordadas con los investigadores de este proyecto para explicar las condiciones de toma de muestra biológica.

De dicho estudio se pudo obtener datos de que el 35% sigue consumiendo agua con arsénico y solo un 22% agua segura. A su vez el resto de los participantes utilizan agua con arsénico para cocinar.

A su vez se observó daño oxidativo en el ADN en aquellas personas que siguen consumiendo agua con arsénico por sobre las que ya no lo hacen.

En cuanto a los resultados obtenidos de Arsénico total en muestras de aguas para las localidades del Departamento Castellanos (n=65) estuvieron dentro del rango de 14 a 113ug/l, en el departamento Las Colonias (n=50) entre 11 y 75 ug/l. y en el Departamento La Capital (n=16) desde 10 a 42ug/l.

A su vez como conclusión se pudo obtener en dichas encuestas que los participantes habitan en localidades donde disponen de plantas de tratamiento para eliminar el arsénico del agua, pero un gran porcentaje de estos siguen utilizando y consumiendo agua de pozo para beber o cocinar sus alimentos (Quiroga, A. M., Leonarduzzi, E., 2020)

Arsénico en Agua.

El artículo escrito por Litter habla de la problemática del arsénico (As), el cual es un problema tema multidisciplinario que comprende tantos aspectos de su distribución geográfica y geológica, impacto en la salud y cuestiones sociales para resolverlo. En esta investigación se describe de manera breve la química

del arsénico, su distribución y niveles en aguas y suelos, así como los mecanismos geoquímicos de liberación y movilización. Se citan las metodologías analíticas disponibles para la medición de arsénico a nivel de trazas, los cuales son imprescindibles para determinar los niveles en aguas y monitorear la remoción del contaminante al nivel recomendado por la Organización Mundial de la Salud que es de 10ug/L. También este artículo detalla tecnologías existentes para la remoción, con métodos convencionales y emergentes, los cuales apuntan a comunidades rurales

Explica también que la presencia de arsénico en aguas de consumo ha ocasionado la diseminación de la arsenicosis, conocida como hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE) en América Latina, la cual es una enfermedad crónica que se manifiesta principalmente por alteraciones dermatológicas y algunos tipos de cáncer

Como conclusión de esta investigación llego a la conclusión de que las formas más comunes del As en el agua son oxianiones de As (III) o As(V), siendo la primera nombrada la forma más móvil y a su vez más tóxica. Los compuestos orgánicos están ampliamente distribuidos y se encuentran principalmente en organismos marinos

La presencia de altos niveles de arsénico en agua es un tema prioritario de preocupación ambiental y salud pública. Plantea que se necesitan metodologías de determinación de arsénico a nivel de trazas, compatibles con los límites impuestos por la legislación para agua potable y que permitan conocer las cantidades presentes en alimentos y evaluar tecnologías de remoción.

En cuanto a las tecnologías de remoción, existen métodos de remoción convencionales pero los mismos están presentes en poblaciones urbanas grandes o medianas, el problema, es que la mayor proporción de personas afectadas habitan en zonas rurales y en condiciones socioeconómicas graves, por lo que es fundamental el desarrollo de tecnologías económicas para abatir el As. (Litter, Marta, 2018)

JUSTIFICACION

Todos los seres humanos deberíamos contar con acceso a agua potable de calidad, ya que la misma es un elemento fundamental para el desarrollo de una vida plena y uno de los elementos principales que sin el mismo no podría existir la vida. Lamentablemente, el acceso a la misma no sucede, por diferentes motivos e incluso hay casos donde es casi imposible. Pero este no es el caso de la Ciudad de Las Rosas ya que cuenta con plantas de Osmosis inversa con acceso a toda la población, la cual muchas veces por ignorancia, desconocimiento o comodidad termina consumiendo agua subterránea proveniente de pozos que poseen en sus domicilios

Es por ello que este estudio, lo que desea determinar es conocer los niveles de arsénico y así ver si el agua que consumen los pobladores a diario es apta para consumo humano

La determinación de arsénico en la ciudad de Las Rosas es de vital importancia por varias razones fundamentales:

1. Salud Publica: el arsénico es un elemento altamente toxico que puede tener efectos devastadores en la salud cuando se consume en concentraciones elevadas a través del agua potable. Algunos de los problemas de salud asociados son el cáncer de piel, pulmón y vejiga, así como enfermedades cardiovasculares y del sistema nervioso
2. Concientización y educación: este estudio proporcionará información que permitirá sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos asociados a la contaminación por arsénico en el agua subterránea. Es fundamental

educar a la población sobre los riesgos para la salud y promover practicas seguras de consumo de agua.

3. Experiencias previas en la provincia: Hay estudios realizados en Santa Fe, que han revelado la presencia de niveles de arsénico elevado en el agua subterránea de diversas áreas. Estas investigaciones han destacado la urgencia de monitorear y controlar la calidad de agua en la región, por lo cual este estudio podría ampliar la base de datos ya existente sobre dicha problemática

En resumen, este estudio que determinara la concentración de arsénico en aguas subterráneas de Las Rosas, es un paso fundamental hacia la protección de la salud pública y la promoción del acceso al agua potable segura. No solo proporcionará información crucial sobre la calidad de agua de la región, sino que también servirá como herramienta para generar conciencia y movilizar a la población hacia la adopción de practicas seguras de consumo de agua

OBJETIVOS

Determinar si los niveles de arsénico obtenidos de muestras de aguas subterráneas en la ciudad de Las Rosas cumplen con lo establecido por el Código Alimentario Argentino.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1- Recolectar una muestra representativa de agua potable de diferentes puntos de la ciudad.
- 2- Realizar análisis de laboratorio para medir la concentración de arsénico en las muestras obtenidas.
- 3- Comparar los resultados obtenidos con los límites establecidos por las autoridades sanitarias.
- 4- - Evaluar el riesgo potencial para la salud de la población debido a la presencia de arsénico en el agua potable.
- 5- Generar recomendaciones basadas en los hallazgos para mejorar la calidad del agua y proteger la salud de los habitantes de Las Rosas.

HIPOTESIS

Debido a estudios anteriores realizados en la provincia, la ubicación geográfica en la cual se encuentra la ciudad de Las Rosas, Santa Fe, Argentina, y teniendo en cuenta la formación de su suelo es posible que los niveles de arsénico encontrados en aguas subterráneas no cumplan con lo establecido por el Código Alimentario Argentino ni con lo que establece la Organización Mundial de la Salud

MARCO TEORICO

Arsenico

El arsénico es un elemento químico ampliamente conocido por su número atómico 33 y su símbolo As. Es considerado un metaloide y se encuentra en el grupo 15 de la tabla periódica. Presenta una serie de propiedades y características únicas que lo distinguen de otros elementos. Es un sólido que puede existir en varias formas, incluyendo el arsénico gris y el arsénico amarillo. Además, tiene la capacidad de formar compuestos tanto orgánicos como inorgánicos

Es un elemento que exhibe semiconductividad, lo que le permite tener propiedades tanto metálicas como no metálicas. Además, es un buen conductor de electricidad a alta temperatura y un mal conductor a baja temperatura. El arsénico es muy tóxico y puede causar daños graves en la salud humana y el medio ambiente.

La estructura molecular del arsénico está determinada por su configuración electrónica. Cada átomo de arsénico tiene un núcleo central con 33 protones y un número variable de neutrones en función de los isótopos del elemento. El arsénico forma enlaces covalentes con otros átomos y puede tener diferentes estructuras moleculares, como el arsénico trigonal o el arsénico piramidal. Estas estructuras son importantes para entender las propiedades químicas y físicas del arsénico, así como su capacidad para formar compuestos con otros elementos.

El arsénico tiene un número de valencia variable, lo que significa que puede formar diferentes combinaciones con otros elementos al participar en

reacciones químicas. El número de valencia del arsénico puede ser +3 o +5. En su estado más común, el arsénico tiene una valencia de +3, lo que le permite formar compuestos como el arseniuro de hidrógeno (AsH_3) y el arsenito de sodio (Na_3AsO_3). Sin embargo, también puede tener una valencia de +5, como en el caso del ácido arsenioso (H_3AsO_4) y el arseniato de calcio ($\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$). El número de valencia del arsénico es crucial para comprender su comportamiento químico y su capacidad de reaccionar con otras sustancias. (Jiménez, 2023)

Existen distintos tipos de arsénico disponibles, entre ellos se encuentran el arsénico elemental (As_0), el arsénico inorgánico y el arsénico orgánico. Estos tipos difieren en su composición y propiedades químicas, lo que los hace únicos en su forma de interacción con otros elementos y su impacto en la salud humana y el medio ambiente.

El arsénico elemental (As_0) es una forma de arsénico que se presenta en estado puro, sin combinarse con otros elementos. A nivel molecular, el arsénico elemental forma cristales metálicos. Este tipo de arsénico no se encuentra de manera natural en la Tierra, pero se puede producir artificialmente. En su estado elemental, el arsénico es conocido por ser sólido, brillante y semimetálico, con propiedades conductoras. El arsénico elemental es utilizado en diversas aplicaciones industriales y tecnológicas.

El arsénico inorgánico es una forma de arsénico que se combina con otros elementos, como oxígeno, azufre y metales, para formar compuestos químicos diversos. Algunos ejemplos de compuestos de arsénico inorgánico son el arsénico trióxido (As_2O_3) y el arseniato de plomo (PbHAsO_4). Estos

compuestos inorgánicos pueden ser encontrados en minerales y depósitos naturales, así como también pueden ser sintetizados en el laboratorio. El arsénico inorgánico es conocido por presentar diferentes niveles de toxicidad dependiendo de la forma en que se encuentre y su exposición puede representar riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

El arsénico orgánico es una forma de arsénico que se combina con compuestos orgánicos, es decir, aquellos que contienen carbono, hidrógeno y otros elementos, formando moléculas complejas. Ejemplos de arsénico orgánico son el metilarsénico (CH₃As) y el dimetilarsénico ((CH₃)₂As). Estas formas de arsénico se encuentran en la naturaleza, principalmente en organismos vivos y pueden ser producidas por la actividad humana, como la liberación de residuos industriales. El arsénico orgánico puede ser tóxico para los seres vivos y su presencia en alimentos y agua puede representar un riesgo para la salud. (Khan & Flora, 2023)

AGUA POTABLE

Artículo 982 – (Resolución Conjunta SCS y SAGyP N°33/2023)

“Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radioactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente

incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.

El agua debe cumplir con las siguientes características físicas, químicas, y criterios microbiológicos siguientes:

Características físicas:

- Turbiedad: máx. 3 N T U;
- Color: máx. 5 escala Pt-Co;
- Olor: sin olores extraños

Características químicas:

- pH: 6,5 – 8,5;
- pH sat.: pH±0.2

Substancias inorgánicas:

- Amoníaco (NH₄⁺) máx.:0.20 mg/l;
- Antimonio máx.: 0.02 mg/l;
- Aluminio residual (Al) máx.:0.20 mg/l;
- **Arsénico (As) máx.: 0.1 mg/l;**
- Boro (B) máx.: 2.4 mg/l;
- Bromato máx.: 0.1 mg/l;
- Cadmio (Cd) máx.: 0.005mg/l;
- Cianuro (CN⁻) máx.: 0.10mg/l;
- Cinc (Zn) máx.: 5.0 mg/l;

- Cloruro (Cl-) máx.: 350 mg/l;
- Cobre (Cu) máx.: 1.00mg/l;
- Cromo (Cr) máx.: 0.05mg/l;
- Dureza total (CaCO₃) máx.: 400 mg/l;
- Fluoruro (F⁻): para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua bebida:
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0-12,0 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior 0,9: límite superior: 1,7;
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1-14,6 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior 0,8: límite superior: 1,5;
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7-17,6 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior 0,8: límite superior: 1,3;
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7-21,4 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior 0,7: límite superior: 1,2;
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5-26,2 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior 0,7: límite superior: 1,0;
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3-32,6 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior 0,6: límite superior: 0,8;
- Hierro total (Fe) máx.: 0.30 mg/l;
- Manganeso (Mn) máx.: 0.10 mg/l;
- Mercurio (Hg) máx.: 0.001mg/l;
- Níquel (Ni) máx.: 0.02 mg/l;
- Nitrato (NO₃⁻) máx.:45 mg/l;
- Nitrito (NO₂⁻) máx.: 0.10 mg/l;

- Plata (Ag) máx.: 0.05 mg/l;
- Plomo (Pb) máx.: 0.05 mg/l;
- Selenio (Se) máx.: 0.01 mg/l;
- Solidos disueltos totales, máx.: 1500 mg/l;
- Cloro activo residual (Cl) min.: 0.2 mg/l.

La autoridad sanitaria competente podrá admitir valores distintos si la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario.

En aquellas regiones del país con suelos de alto contenido de arsénico, la autoridad sanitaria competente podrá admitir valores mayores a 0.1 mg/l con un límite máximo de 0.05 mg/l cuando la composición normal del agua y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario; ello hasta contar con los resultados del estudio “Hidroarsenicismo y Saneamiento Básico en la República Argentina – Estudios básicos para el establecimiento de criterios y prioridades sanitarias de cobertura y calidad de aguas”, cuyos términos fueron elaborados por la Coordinación de Políticas Socioambientales de la entonces secretaria de gobierno de la Salud del entonces Ministerio de Salud y Desarrollo Social y la ex Secretaria de infraestructura y Política Hídrica del entonces Ministerio del Interior, Obras Publicas y Vivienda. La Comisión Nacional de Alimentos deberá recomendar el límite máximo admitido para dichas regiones del país en base a los estudios antes referidos.

En aquellas regiones del país con suelos de alto contenido de manganeso, la autoridad sanitaria competente podrá permitir valores mayores a 0.1 mg/l con un límite máximo de 0.4 mg/l cuando la composición normal del agua de la

zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario.

Criterios microbiológicos:

Parámetro	Criterios de aceptación	Metodología de Referencia (1)
Opción 1(2): Bacterias coliformes / 100ml	n=1, c=0, Ausencia	ISO 9308-1 ISO 9308-2 APHA (3) 9222 B APHA 9222 J APHA 9222 K APHA 9221 B (4) APHA 9221 D AHA 9223 B
Opción 2(2): Bacterias coliformes NMP/100ml	n=1, c=0, m<1.1	ISO 9208-2 APHA 9221 B (5) APHA 9223 B
<i>Escherichia Coli</i> /100ml	n=1, c=0, Ausencia	ISO 9308-1 ISO 9308-2 APHA 9222 J APHA 9222 K APHA 9222 H APHA 9222 I APHA 9221 F (6) APHA 9223 B
Opción 1(2):	n=1, c=0, Ausencia	ISO 16266

<i>Pseudomonas aeruginosa</i> /100ml		ISO 16266-2 APHA 9213 E
Opción 2: <i>Pseudomonas aeruginosa</i> NMP/100ml	n=1, c=0, m<1.8	ISO 16266-2 APHA 9213 F (7)
Bacterias mesófilas (microorganismos cultivables) UFC/ml	n=1, c=0, m=500(8)	ISO 6222 APHA 9215 B

- 1) Su versión más actualizada. Pueden emplearse otros métodos que ofrezcan una sensibilidad, reproducibilidad y fiabilidad equivalentes si estos han sido debidamente validados (por ejemplo, basándose en ISO 13843 o ISO 16140).
- 2) Se puede optar por opción 1 o 2 teniendo en cuenta el límite especificado en el criterio de aceptación y la Metodología de referencia correspondiente.
- 3) APHA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association. 23RD Edition.
- 4) Sembrar una porción de 100ml.
- 5) Serie de 10 tubos con 10ml cada uno o serie de 5 tubos con 20ml cada uno. Para determinar el NMP utilizar las tablas 9221: II o 9221: III (sección 9221C) según la serie de tubos sembrados.
- 6) Confirmación de *E. Coli* en caldo EC MUG a partir de tubos positivos en medio presuntivo de la metodología para coliformes 9221 B. Cuando se utiliza un tubo informar como presencia o ausencia de *E. Coli* /100ml.

- 7) Para determinar el NMP utilizar la tabla 9221: IV (sección 9221 C).
- 8) En el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, solo deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento.

En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo.

Contaminantes orgánicos:

- THM, máx.: 100 ug/l;
- Aldrin + Dieldrin, máx.: 0.03 ug/l;
- Clordano, máx.: 0.30 ug/ml;
- DDT (Total + Isómeros), máx.: 1.00 ug/l;
- Detergentes, máx.: 0.50 mg/l;
- Heptacloro + Heptacloroepoxido, máx.: 0.10 ug/l;
- Lindano, máx.: 3.00 ug/l;
- Metoxicloro, máx.: 30.0 ug/l;
- 2,4 D, máx.: 100 ug/l;
- Benceno, máx.: 10ug/l;
- Hexacloro benceno, máx.: 0.01ug/l;
- Monocloro benceno, máx.: 3.0 ug/l;
- 1,2 dicloro benceno, máx.: 0.5ug/l;
- 1,4 dicloro benceno, máx.: 0.4 ug/l;
- Pentaclorofenol, máx.: 10 ug/l;
- 2,4,6 Triclorofenol, máx.: 10ug/l;
- Tetracloruro de carbono, máx.: 10 ug/l;

- 1,1 dicloro eteno, máx.: 0.30 ug/l;
- Tricloro etileno, máx.: 30 ug/l;
- 1,2 dicloro etano, máx.:10 ug/l;
- Cloruro de vinilo, máx.:2.00 ug/l;
- Benzopireno, máx.:0.01 g/l;
- Tetra cloro eteno, máx.:10.0 ug/l;
- MetilParation, máx.: 7 ug/l;
- Paratión, máx.: 35 ug/l;
- Malatión, máx.: 35 ug/l.

Los tratamientos de potabilización que sean necesarios realizar deberán ser puestos en conocimiento de la autoridad sanitaria competente”

Articulo 983 – (Resolución Conjunta SCS y SAGyP N°33/2023)

“Se entiende por agua de bebida envasada o agua potabilizada envasada a un agua de origen subterráneo o proveniente de un abastecimiento público, al agua que se comercializa envasada en botellas, contenedores u otros envases adecuados, provistos de la rotulación reglamentaria y que cumpla con las exigencias del presente artículo.

La utilización de un agua proveniente de un suministro publico queda condicionada a la aprobación de la autoridad competente, la que se deberá ajustar a las pautas sanitarias existentes.

Podrán ser adicionadas de gas carbónico en cuyo caso la presión del gas no podrá ser menor a 1,5 atmosferas medidas a 21°C.

Tratamientos permitidos: a fin de conservar o mejorar sus características físicas, químicas, microbiológicas o sensoriales se permiten los siguientes tipos de tratamientos:

1. La decantación y/o filtración al solo efecto de eliminar sustancias naturales indeseables tales como arena, limo, arcilla u otras.
2. La separación de elementos inestables tales como compuestos de hierro y/o azufre, mediante la decantación y/o filtración eventualmente precedida por aireación y/u oxigenación.
3. La eliminación de arsénico, vanadio, flúor, manganeso, nitratos u otros elementos o compuestos que se encuentren presentes en concentraciones que excedan los límites permitidos
4. La cloración, aireación, ozonización, radiación ultravioleta, osmosis inversa, absorción por carbón, pasaje por resinas de intercambio y filtros de retención microbiana, así como otra operación que autorice la autoridad sanitaria competente.

Características físicas:

- Turbiedad: máx. 3 N T U;
- Color: máx. 5 escala Pt-Co;
- Olor: característico

Características químicas:

- pH: (a excepción de las aguas carbonatadas) 6,0 – 9,0.

Substancias inorgánicas:

- Amoníaco (NH₄⁺) max.: 0.20 mg/l;

- Antimonio máx.: 0.02 mg/l;
- Aluminio residual (Al) máx.:0.20 mg/l;
- **Arsénico (As) máx.: 0.1 mg/l;**
- Boro (B) máx.: 2.4 mg/l;
- Bromato máx.: 0.01 mg/l;
- Cadmio (Cd) máx.: 0.010mg/l;
- Cianuro (CN-) máx.: 0.10mg/l;
- Cinc (Zn) máx.: 5.0 mg/l;
- Cloruro (Cl-) máx.: 350 mg/l;
- Cobre (Cu) máx.: 2.00mg/l;
- Cromo (Cr) máx.: 0.05mg/l;
- Fluoruro (F-)
- Hierro total (Fe) máx.: 2.0 mg/l;

- Manganeso (Mn) máx.: 0.10 mg/l;
- Mercurio (Hg) máx.: 0.001mg/l;
- Níquel (Ni) máx.: 0.02 mg/l;
- Nitrato (NO₃-) máx.:45 mg/l;
- Nitrito (NO₂-) máx.: 0.10 mg/l;
- Plata (Ag) máx.: 0.05 mg/l;
- Plomo (Pb) máx.: 0.05 mg/l;
- Selenio (Se) máx.: 0.01 mg/l;
- Sólidos disueltos totales, máx.: 1500 mg/l;
- Sulfatos (SO₄=) máx.: 500mg/l.

La autoridad sanitaria competente podrá admitir valores distintos si la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario.

El agua envasada em esas condiciones deberá consignar en el rotulado la localidad de elaboración y no podrá expendirse fuera de ella.

La autoridad sanitaria competente deberá informar la nómina de productos así autorizados a las restantes jurisdicciones y a la Autoridad Sanitaria Nacional.

Características Microbiológicas:

Parámetro	Criterios de aceptación	Metodología de Referencia (1)
Opción 1(2): Bacterias coliformes / 100ml	n=1,c=0,Ausencia	ISO 9308-1 ISO 9308-2 APHA (3) 9222 B APHA 9222 J APHA 9222 K APHA 9221 B (4) APHA 9221 D AHA 9223 B
Opción 2(2): Bacterias coliformes NMP/100ml	n=1, c=0, m<1.1	ISO 9208-2 APHA 9221 B (5) APHA 9223 B
<i>Escherichia Coli</i> /100ml	n=1, c=0, Ausencia	ISO 9308-1 ISO 9308-2

		APHA 9222 J APHA 9222 K APHA 9222 H APHA 9222 I APHA 9221 F (6) APHA 9223 B
Opción 1(2): <i>Pseudomonas aeruginosa</i> /100ml	n=1, c=0, Ausencia	ISO 16266 ISO 16266-2 APHA 9213 E
Opción 2: <i>Pseudomonas aeruginosa</i> NMP/100ml	n=1, c=0, m<1.8	ISO 16266-2 APHA 9213 F (7)
Bacterias mesófilas (microorganismos cultivables) UFC/ml	n=1, c=0, m=500(8)	ISO 6222 APHA 9215 B

- 1) Su versión más actualizada. Pueden emplearse otros métodos que ofrezcan una sensibilidad, reproducibilidad y fiabilidad equivalentes se estos han sido debidamente validados (por ejemplo, basándose en ISO 13843 o ISO 16140).
- 2) Se puede optar por opción 1 o 2 teniendo en cuenta el límite especificado en el criterio de aceptación y la Metodología de referencia correspondiente.
- 3) APHA: Standard Methods for Examination of Wáter and Wastewater, American Public Health Association. 23RD Edition.
- 4) Sembrar una porción de 100 ml.

- 5) Serie de 10 tubos con 10 ml cada uno o serie de 5 tubos con 20 ml cada uno. Para determinar el NMP utilizar las tablas 9221: II o 9221: III (sección 9221C) según la serie de tubos sembrados
- 6) Confirmación de *E. coli* en caldo EC MUG a partir de tubos positivos en medio presuntivo de la metodología para coliformes 9221 B. Cuando se utiliza un tubo informar como presencia o ausencia de *E. coli*. /100ml.
- 7) Para determinar el NMP utilizar la tabla 9221: IV (sección 9221C).
- 8) En el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, solo se deberá exigir la higienización de la planta y realizar un nuevo recuento.

Contaminantes orgánicos:

- THM, máx.: 100 ug/l;
- Aldrin + Dieldrin, máx.: 0.03ug/l;
- Clordano, máx.: 0.30ug/l;
- DDT (Total + Isómeros), máx.: 1.00 ug/l;
- Detergentes, máx.: 0,50 ug/l;
- Heptacloro + Heptacloroepoxido, máx.: 0.10 ug/l;
- Lindano, máx.: 3.00 ug/l;
- Metoxicloro, máx.: 30,0 ug/l;
- 2,4 D, máx.: 100ug/l;
- Benceno, máx.: 10ug/l;
- Hexacloro benceno, máx. 0,01 ug/l;
- Monocloro benceno, máx.: 3.0 ug/l;
- 1,2 dicloro benceno, máx.: 0,5 ug/l;

- 1,4 dicloro benceno, máx.: 0,4 ug/l;
- Pentaclorofenol, máx.:10ug/l;
- 2,4,6 Triclorofenol, máx. 10 ug/l;
- Tetracloruro de carbono, máx.: 3.0 ug/l;
- 1,1 dicloro eteno, máx.: 0.30 ug/l;
- Tricloro etileno, máx.: 30.0 ug/l;
- 1,2 dicloro etano, máx.:10 ug/l;
- Cloruro de vinilo, máx.: 2.00 ug/l;
- Benzopireno, máx.: 0.01 ug/l;
- Tetra cloro eteno, máx.: 10 ug/l;
- MetilParation, máx.:35 ug/l;
- Paratión, máx.: 35 ug/l;
- Malatión, máx.: 35ug/l.

Las aguas de bebida envasada deben suministrarse en recipientes destinados directamente al consumidor, y elaborados solo con los métodos aprobados por el presente Código.

Deberán ser obturados en alguna de las siguientes formas:

1. Con tapones de tierra cocida esmaltada o de porcelana, provistos de anillos de caucho o de corcho de buena calidad o de cualquier otro material debidamente autorizado, libre de impurezas toxicas.
2. Con tapas de metal del tipo denominadas corona, las cuales deberán ser hechas con niquelados, o con hojalata nueva barnizada y llevar una lámina de estaño técnicamente puro, corcho de buena calidad o plástico adecuado.

3. Con tapas a rosca de aluminio y plástico adecuado o provisto de discos de cierre de corcho de buena calidad o de plástico adecuado o de metal técnicamente puro autorizado.

En todos los casos deberán ser provistos de un sistema de cierre o dispositivo que resulte inviolable y evite toda posibilidad de falsificación y/o contaminación. Los envases cuyo volumen sea superior a los 25 litros deberán ser autorizados por la autoridad sanitaria competente.

Aquellas empresas que utilicen envases de retorno para envasar agua de bebida deben cumplir las exigencias del ANEXO I del presente artículo.

En la rotulación de este producto se consignarán los siguientes datos:

- a) La denominación de producto mediante las expresiones “Agua de bebida embotellada (o envasada)”, “Agua potable embotellada (o envasada)”, “Agua tratada embotellada (o envasada)”, “Agua de mesa embotellada (o envasada)”, “Soda en botellas”.
- b) Marca registrada
- c) Nombre o razón social y domicilio de la plata embotelladora.
- d) Tratamiento eventual al que pudo haber sido sometida de acuerdo con lo consignado en el Inciso 3, mediante expresiones como “desazufrada”, “defluorurada”, o similares.
- e) Optativamente datos referidos a la composición química o el resultado de análisis efectuado por la autoridad sanitaria competente en el momento de autorizar el producto y/o los resultados del análisis microbiológico o mencionar que la calidad microbiológica cumple con las normas oficiales.

- f) Numero de registro del producto y del establecimiento, otorgados por la autoridad sanitaria competente
- g) Fecha de duración máxima que se deberá indicar mediante la expresión “Consumir preferentemente antes de...”, llenando el espacio en blanco con la fecha correspondiente. Este valor deberá ser establecido por el fabricante
- h) Identificación de la partida o día, mes y año de elaboración lo que podrá efectuarse mediante una clave que se pondrá en conocimiento de la autoridad sanitaria competente.
- i) La indicación “gasificada” cuando se le haya incorporado gas carbónico. Se exceptúa de esta indicación a los productos rotulados “Soda” o “Soda en botellas”. Los nombres de fantasía o marcas no serán de fuentes o localidades donde se obtenga o hubiera obtenido agua mineral natural.

No están autorizados en ellos rótulos o cualquier forma de publicidad imágenes de fuentes, cascadas, u otras formas de representación que pueden sugerir agua mineral.

En los envases con rotulo vitrificado, las exigencias de rotulación del presente articulo sólo será exigidas en aquellos fabricados a partir de la fecha de vigencia del presente.

Juntamente con la solicitud de aprobación del producto se deberá presentar ante la autoridad competente las siguientes informaciones:

- 1) Lugar y/o situación de la captación de agua

- 2) Descripción de los proyectos referidos a las obras de captación, tanque de almacenamiento, canalizaciones, maquinarias, equipos y materiales empleados.
- 3) Sistemas y equipos para procesos de decantación, filtración, ozonización, gasificación y toda otra operación facultativa autorizada que se lleve a cabo. Cuando por razones accidentales resultara indispensable proceder a practicar saneamiento total o parcial de la planta deberán utilizarse hipocloritos alcalinos u otros desinfectantes autorizados.

En todos los casos las tareas de limpieza y desinfección deberán realizarse manteniendo en receso el proceso de producción. Todas las plantas deberán ajustarse a las exigencias particulares impuestas por el Anexo 1, por el Artículo 119 y a las generales de higiene para los establecimientos que elaboran alimentos. Todo establecimiento embotellador de los productos consignados en el presente artículo deben contar con un Asesor Técnico que, por la naturaleza de sus estudios, a juicio de la autoridad sanitaria competente este capacitado para supervisar las operaciones de producción y verificar la calidad de los productos elaborados, tarea que podrá ser realizada sin desempeñarse en relación de dependencia ni con dedicación exclusiva

ANEXO I DEL ARTICULO 983

CONDICIONES Y EXIGENCIAS MINIMAS PARA ESTABLECIMIENTOS:

Objeto:

En este anexo se establecen las exigencias y condiciones particulares mínimas que deberán ser observadas en los establecimientos elaboradores de aguas de bebidas envasadas.

Definiciones:

Captación: Conjunto de operaciones requeridas para la obtención de agua.

Canalizaciones: Las tuberías, filtros y bombas extractoras usadas para la extracción de agua.

Carbonatación: Incorporación de dióxido de carbono previa a la etapa de envasado.

Contaminación: La presencia de toda sustancia objetable en el producto.

Desinfección: Reducción del número de microorganismos mediante agentes químicos y/u otros métodos físicos previamente aprobados por la autoridad sanitaria competente.

Envase: Todo recipiente elaborado con material aprobado por la autoridad sanitaria competente, destinado a contener el producto para su conservación y venta al consumidor.

Establecimiento: Todo edificio y la zona que lo rodea donde se elabore y envase el producto. En esta definición se incluyen los vestuarios, comedores, oficinas y demás dependencias. Se designa también como PLANTA.

Filtración: Operación destinada a retener partículas mediante el uso de material apropiado.

Reservorios: Depósitos de acumulación y/o reserva del producto a envasar.

Tratamiento: Operación destinada a eliminar elementos indeseables que deben ser autorizadas por la autoridad sanitaria competente.

Requisitos para los establecimientos:

El establecimiento deberá estar ubicado en zonas libres de olores desagradables, humos, polvos, o cualquier otro tipo de contaminantes.

La construcción de los edificios debe ser sólida, de mampostera u otros materiales que permitan su limpieza.

El establecimiento deberá contar como mínimo con un sector para el lavado mecánico de los envases, sala de llenado y tapado y sector de rotulado y encajonado.

Las captaciones y canalizaciones deben ser de materiales inatacables, que no cedan sustancias objetables al agua en cantidades superiores a las permitidas.

Los reservorios deben ser cerrados, con materiales resistentes al agua, de fácil limpieza y con filtros en los sistemas de ventilación.

Todas las maquinas deben ser ubicadas dejando un espacio con la pared para permitir la limpieza.

Los suministros se deben almacenar a una distancia de las paredes que permitan la limpieza.

La sala de envasado debe estar cerrada en todo su contorno (paredes, cielo raso y puertas), contar con cierrapuertas automático y preferiblemente ser presurizada.

Las aberturas para las cintas transportadoras que ingresan los envases vacíos y limpios y las de las cintas transportadoras que retiran los envases llenos, no deberán exceder el tamaño requerido para el paso de los envases.

La planta debe ser adecuadamente ventilada para minimizar olores y prevenir la condensación de agua en las áreas de lavado y envasado.

Los artefactos de iluminación deben ser de seguridad para prevenir rotura y posibilidad de caída de vidrios. Todos los equipos, conductos, cañerías y partes salientes deben estar ubicados de tal forma que eviten goteo por condensación o perdidas de las cañerías que pudieran caer en el producto envasado.

Las cocinas, baños y otros locales no afectados al proceso de producción deben estar ubicados sin acceso directo a las áreas de procesamiento. Las puertas de los baños deben tener cierrapuertas.

El aire comprimido debe estar libre de aceite, polvo, agua y otros contaminantes.

Toda la basura y desechos deben ser guardados fuera de los locales de elaboración, limpieza y envasado. Todos los recipientes para este fin deben tener tapa.

Las superficies de los equipos que deban estar en contacto con el agua que se va a envasar deben ser de materiales inalterables, resistentes al agua, no

absorbentes, que no cedan sustancias objetables en cantidades superiores a las permitidas y que puedan resistir repetidas operaciones de limpieza.

El agua para envasar y la de limpieza de planta no deben mezclarse. Las maquinas llenadoras y tapadoras deben tener un sistema de seguridad que evite contaminaciones si se rompe algún envase de vidrio.

Las tolvas donde se colocan las tapas a usar deben permanecer cubiertas.

Requisitos para la higiene:

Todos los locales y anexos, vinculados con la toma de agua, su tratamiento, almacenamiento, envasado y cualquier etapa de la industrialización deben mantenerse en optimo estado de pulcritud y lavado.

Los reservorios del agua, las tuberías, equipos de tratamiento, y de llenado deben ser sometidos a limpieza periódica y en el momento que se detecte alguna anormalidad.

El lavado y la sanitización de los envases vacíos se deben realizar en un recinto adecuado para prevenir contaminaciones.

Los envases retornables deben ser lavados, sanitizados e inspeccionados antes de ser llenados.

Debe realizarse en equipos adecuados para asegurar su eficaz limpieza. Preferentemente se emplearán soluciones de hidróxido de sodio a temperaturas no menores a 60°C o procedimientos previamente aprobados por la autoridad sanitaria competente. Deben ser enjuagados con agua potable y

verificar la ausencia de trazas de hidróxido de sodio mediante un indicador acido-base como la fenolftaleína.

Los envases llenos deben ser inspeccionados.

El personal debe estar vestido con prendas limpias y con gorros para retener el pelo. No se deben permitir trabajar en el proceso total de la planta a personas con enfermedades y/o heridas expuestas que puedan contaminar.

Controles:

Las plantas deben llevar un registro de los controles analíticos (Físicos, químicos y microbiológicos) que realicen en su laboratorio o en el laboratorio de terceros autorizados por la autoridad sanitaria competente, con la indicación de la fecha de toma de muestra y el código del lote” (Código Alimentario Argentino)

DISEÑO METODOLOGICO

Tipo de investigación: Descriptivo

La elección de un enfoque descriptivo para este estudio se basa en la necesidad de comprender detalladamente las características de un fenómeno en particular, en este caso, la determinación de arsénico en el agua de la ciudad de Las Rosas, Santa Fe, Argentina. Los estudios descriptivos son útiles cuando se busca obtener una imagen clara y objetivo de una situación en un momento específico. Este enfoque es adecuado cuando hay poca información disponible sobre el tema, o cuando se busca establecer una base para investigaciones futuras.

Al centrarnos en describir la distribución de arsénico en aguas subterráneas de la ciudad de Las Rosas, podemos identificar patrones, tendencias y relaciones que nos ayuden a comprender mejor su naturaleza y alcance. Además, los estudios descriptivos son fundamentales para proporcionar información relevante que nos pueda ayudar en la toma de decisiones y en el diseño de intervenciones o políticas relacionadas con la calidad de agua y la salud de la población en general.

Tipo de diseño: Transversal

Se ha optado por un diseño de corte transversal debido a su capacidad de recopilar datos en un solo punto en el tiempo. Este diseño nos permite obtener datos precisos de la situación actual de arsénico en aguas subterráneas de Las Rosas, sin la necesidad de realizar un seguimiento continuo a lo largo del tiempo. Además, este tipo de diseño es útil cuando se busca evaluar la distribución de arsénico, en este caso, en un momento específico.

También, este tipo de diseño es mas practico y eficiente en términos de tiempo y recursos en comparación con los diseños longitudinales, que implican un seguimiento continuo a lo largo del tiempo. Nos permite obtener resultados rápidamente y con menor costo.

Información a la población:

Se Realizo una charla de concientización en el Hospital de la Ciudad de Las Rosas, donde se explicó a la población asistente de la problemática del arsénico. Se le informo a los asistentes sobre los riesgos asociados a la presencia del mismo en el agua potable y las posibles implicaciones para la salud pública.

Durante la charla, se abordaron diversos temas relacionados con el arsénico, incluyendo su origen, fuentes de contaminación, efectos sobre la salud humana y medidas de prevención y mitigación. Se presentaron datos científicos y ejemplos concretos para mostrar la gravedad del problema y destacar la importancia de abordarlo de manera urgente

Además de proporcionar información sobre esta problemática, esta charla también tuvo el objetivo fomentar la participación de la población compartiendo sus inquietudes, preguntas y sugerencias.

También se alentó a que, de manera voluntaria, permitan la toma de muestra del agua que consumen en su casa, para poder obtener datos que nos brinden mayor certeza de la situación en la que se encuentra el agua que consumen habitualmente.

TOMA DE MUESTRA

Para esta investigación se tomaron muestras de 44 Domicilios particulares y se siguió el protocolo establecido por el Código Alimentario Argentino, en combinación con el protocolo establecido por el laboratorio del área de Toxicología de la Universidad Nacional de Rosario.

El instructivo correspondiente para análisis físico-químicos de agua es el siguiente:

- Utilizar frascos o botellas de vidrio o plástico preferentemente incoloros de una capacidad de dos litros como mínimo.
- El recipiente debe estar perfectamente limpio y seco
- Enjuagar el recipiente varias veces con el agua cuya muestra se quiere tomar
- Llenar completamente el recipiente y tapar con tapón recubriendo este con una sobretapa de polietileno o papel impermeable a fin de evitar la interposición o migración de materias extrañas entre el tapón y el cuello del frasco.
- Rotular el recipiente con los siguientes datos:
 - Fecha:
 - Lugar:
 - Hora de muestreo:
 - Sector de muestreo:
 - Observaciones: cualquier dato que se considere relevante para el análisis físico-químicos

Los recipientes utilizados para las tomas de muestra fueron envases de tereftalato de polietileno (PET), y fueron rotulados con la dirección de la casa donde se tomó dicha muestra.

Una vez recolectadas todas las muestras fueron enviadas al laboratorio en cuestión, donde mediante el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica fueron analizadas

La espectrometría de absorción atómica es una técnica sensible y precisa para la determinación de arsénico agua, que se basa en la absorción de radiación electromagnética por los átomos de arsénico en solución.

En primer lugar, la muestra de agua de prepararse para analizar, lo cual puede incluir algún tipo de filtración para eliminar partículas sólidas y en algunos casos una dilución de la muestra para ajustar la concentración a un rango adecuado para el instrumento.

Luego de esto, en un proceso que se llama atomización, la muestra se introduce en el espectrofotómetro de absorción atómica donde se atomiza mediante un proceso de nebulización o atomización en seco que lo que genera es convertir la muestra en átomos individuales. Una lampara de cátodo hueco emite radiación electromagnética, que pasa a través de la muestra atomizada. La longitud de onda de esta radiación esta específicamente ajustada para ser absorbida por los átomos de arsénico que se encuentran disponibles en la muestra colocada. La cantidad de radiación absorbida por los átomos de arsénico es proporcional a la concentración de arsénico que se encuentra presente. Esto se basa en la Ley de Beer- Lambert, la cual establece que la cantidad de luz absorbida por una solución es directamente proporcional a la

concentración de la sustancia absorbente y a la distancia que recorre la luz a través de la solución

RESULTADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOQUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS
La ToAR-Laboratorio de Toxicología Aplicada de Rosario
Suipacha 531 - S2002LRK Rosario - Argentina
Teléfono Fax: 54 (0341) 480-4592/3 int. 237



Rosario, 24 de enero 2024

PROTOCOLO	ENCUESTA	DIRECCIÓN	ARSENICO ug/L.
11455	1	Las Heras 768	8
11456	2	Ituzaingó 1293	12
11457	3	C. de Coronda 535	29
11458	4	La Argentina 342	26
11459	5	Saavedra 495	23
11460	6	Cerrito 537	17
11461	7	Juan José paso 1123	26
11462	8	Caseros 152	16
11463	9	Buenos Aires 1339	31
11464	10	Moreno 243	14
11465	11	Buenos Aires 582	15
11466	12	Maipú 1352	11
11467	13	Mendoza 364	27
11468	14	Sarmiento 236	25
11469	15	L. F. Leloir 440	43
11470	16	Urquiza 365	45
11471	17	Urquiza 450	34
11472	18	Avellaneda 1109	14
11473	19	Sargento Cabral 211	34
11474	20	Alberdi 320	4
11475	21	Sarmiento 580	9
11476	22	Cerrito 439	14
11477	23	Córdoba 752	35
11478	24	Italia 744	22
11479	25	G. Benitz 663	11
11480	26	San Martin 826	59
11481	27	Córdoba 1081	33
11482	28	G. Benitz 912	13
11483	29	Saavedra 636	16
11484	30	Tucuman 962	18
11485	31	Salta 512	24
11486	32	Cerrito 921	27
11487	33	Paso de los Andes 408	25



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOQUIMICAS Y FARMACÉUTICAS
LaToAR-Laboratorio de Toxicología Aplicada de Rosario
Suipacha 531 - S2002LRK Rosario - Argentina
Teléfono Fax: 54 (0341) 480-4592/3 int. 237



11488	34	Sarmiento 225	11
11489	35	Rio de Janeiro 937	15
11490	36	Salta 246	25
11491	37	Salta 140	24
11492	38	Salta 10	25
11493	39	Buenos Aires 57 bis	39
11494	40	Pje. La Paz 29	21
11495	41	Tres Lagunas 383	20
11496	42	Guemes 550	29
11497	43	Córdoba 565	27
11498	44	Tucumán 946	16

Valor aceptado 10ug/l (C.A.A. art 982, noviembre 2023)

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizar los análisis de arsénico en la ciudad de Las Rosas se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Los resultados revelaron que los niveles de arsénico detectados exceden los límites establecidos por el Código Alimentario argentino (CAA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS)
- En el 93% de las muestras realizadas (41/44) el valor supera los 10ug/l permitidos
- Se observa que es una problemática general de la ciudad y no de un sector puntual

CONCLUSION

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que el agua subterránea de la ciudad de Las Rosas, Santa Fe, Argentina no cumplen con los límites establecidos en el Código Alimentario Argentino, el cual era el objetivo principal de este proyecto.

Por otro lado, es necesario informar a la sociedad estos resultados con el fin de concientizar sobre los peligros a los cuales están expuestos.

Las Rosas cuenta al día de la fecha con dos plantas potabilizadoras de Osmosis inversa, por lo cual se deberá brindar la información necesaria a la población sobre estas plantas y la importancia de que consuman agua de las mismas, las cuales ofrecen agua de manera gratuita y a la comunidad. Estas plantas se encargan justamente de filtrar el agua proveniente de las napas subterráneas para garantizar un agua de consumo seguro.

A su vez la ciudad de Las Rosas se encuentra conectada al acueducto del centro oeste santafesino proveniente de la ciudad de Monje, Santa Fe. Esta es una obra que brinda agua potable de calidad a una parte de la ciudad, pero es de suma importancia ampliar la red de agua potable y hacer las conexiones necesarias a cada hogar para que toda la comunidad pueda acceder a este beneficio

Es indispensable informar a la población en general de este asesino silencioso al cual gran parte de la comunidad se encuentra expuesto sin saberlo

BIBLIOGRAFIA

- Código Alimentario Argentino (2023). Artículos 982 al 983 – Bebidas Hidricas, agua y Agua Gasificadas- Actualización al 11/2023. [En línea]- Fecha de consulta 27 de Diciembre de 2023, disponible en: [CAPITULO XII \(argentina.gob.ar\)](#)
- IARC, 2004. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Drinking-water Disinfectants and Contaminants, including Arsenic.; 84, p. 1-19. [En línea] - Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2017, disponible en:
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol84/volumen84.pdf>
- Infobae, 2022. El peligro del arsenico: 14 millones de personas están expuestas en America Latina [En línea]. Fecha de consulta: 2 de enero 2024. <https://www.infobae.com/america/ciencia-america/2022/12/11/el-peligro-del-arsenico-hay-mas-de-14-millones-de-personas-expuestas-en-america-latina/#:~:text=El%20ars%C3%A9nico%20es%20un%20metaloides,al%20consumir%20agua%20o%20alimentos>.
- Jiménez, G. G. R. (2023). Desarrollo de nanopartículas de α -FeO (OH) incorporadas en SBA-15 para la adsorción de arsénico, Fecha de consulta 4 de Enero 2024, disponible es: <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/7889/1/RI007217.pdf>
- Khan, S. S. & Flora, S. J. S. (2023). Arsenic: Chemistry, occurrence, and exposure. Handbook of Arsenic Toxicology. Fecha de Consulta: 12 de diciembre de 2023. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323898478000249>

- Litter, M. (2018) Arsénico en agua. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC) (2018). Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales. (Serie Futuros) Buenos Aires: UNSAM Edita. [En línea] Disponible en: Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín: Colección Programa Futuros. (PFAH 2018 CLM) [Arsénico en agua \(unsam.edu.ar\)](#) [Fecha de consulta:23 de diciembre de 2023]
- Ministerio de Salud de la República Argentina, 2020. Epidemiología del hidroarsenicismo crónico regional endémico en la República Argentina, estudio colaborativo multicentro. [En línea] - Fecha de consulta: 02 de enero de 2024, disponible en: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-10/03-%202011-HACRE-modulo-capacitacion.pdf>
- Organización Mundial de la Salud, 2022. [En Línea] – Fecha de consulta 22 de noviembre de 2023, disponible en:<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- Quiroga, A. M., Leonarduzzi, E., Lunguni, I., Sigrist, M., Colussi, C., & Simoniello, M. F. (2020). Evaluación de poblaciones rurales expuestas a arsénico en el agua de consumo en la Provincia de Santa Fe, Argentina. Estrategias de comunicación y prevención de riesgos. *Revista De Salud Ambiental*, 20(2), 150–159. Recuperado a partir de <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/1038>
-

<https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/informe-del-banco-mundial-alerta-de-la-presencia-de-arsenico-en-el-agua-en-83-localidades-del-pais/790683/>

https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Concentracion-media-de-arsenico-en-agua-y-poblacion-en-riesgo-en-Argentina_fig8_301692540