

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



**Calidad de la Leche Pasteurizada en la Comarca Lagunera con respecto al
contenido de Arsénico.**

Por:

DEYSI GUADALUPE HERNÁNDEZ CRUZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

Torreón, Coahuila, México
Noviembre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**Calidad de la Leche Pasteurizada en la Comarca Lagunera con respecto al
contenido de Arsénico.**

Por:

DEYSI GUADALUPE HERNÁNDEZ CRUZ

MONOGRAFÍA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

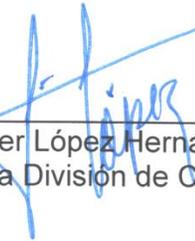
Aprobada por:


Ing. Rubi Muñoz Soto
Presidente


Dr. José Luis Reyes Carrillo
Vocal


Dr. Alfredo Ogaz
Vocal


M. A. Hugo Aguilar Márquez
Vocal Suplente


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Noviembre, 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**Calidad de la Leche Pasteurizada en la Comarca Lagunera con respecto al
contenido de Arsénico.**

Por:

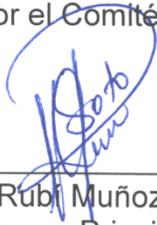
DEYSI GUADALUPE HERNANDEZ CRUZ

MONOGRAFÍA

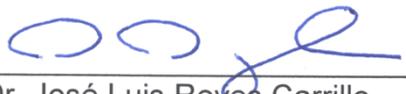
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Ing. Rubi Muñoz Soto
Asesor Principal



Dr. José Luis Reyes Carrillo
Coasesor



Dr. Alfredo Ogaz
Coasesor



M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Noviembre, 2018

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por guiar mi camino, bendecir mi vida, darme sabiduría y sentir su presencia en las etapas de mayor dificultad.

A MI ALMA TERRA MATER, por ser la Institución que me abrió las puertas para poder culminar mis estudios y sobre todo por tener en ella personal que dejan una semilla en cada uno de nosotros.

A MIS ASESORES DE TESIS, Ing. Rubí Muñoz Soto, el Dr. José Luis Reyes Carrillo y el Dr. Alfredo Ogaz, por el apoyo incondicional que me brindaron durante el transcurso de mi proyecto, la paciencia, tiempo, el respeto y por cada conocimiento transmitido que crearon en mí una motivación más para mi formación como Ingeniero en Procesos Ambientales.

A mis maestros por esmerarse en compartir sus conocimientos para crear profesionistas responsables y con valores.

DEDICATORIAS

A mis padres, Sara Cruz Sánchez y David Hernández Cantoral por la confianza, el apoyo moral y económico que me brindaron en este tiempo, siempre fueron el motivo para prosperarme día a día.

A mis hermanos (As), María de Jesús Hernández Cruz, Lidia del Carmen Hernández Cruz, David Reynaldo Hernández Cruz, a quienes les estoy eternamente agradecidos por siempre apoyarme y aconsejarme, por estar al pendiente de mí, por la motivación que siempre me brindaron de seguir adelante sin importar los obstáculos.

A toda mi familia, por motivarme a continuar con mi meta; gracias a quienes estuvieron y siguen estando.

A mis amigas, Verónica Campos Rivera y Blanca Yaraví Lara Saldívar por siempre brindarme su apoyo en altas y bajas, gracias por los buenos recuerdos que me han dejado.

RESUMEN

En este trabajo de investigación bibliográfica se presentan las últimas actualizaciones de información sobre la situación del arsénico en la leche bovina; se revela la importancia que debemos prestar a lo que consumimos para no llegar a tener graves consecuencias con el paso del tiempo y se apoya de datos confiables. En este breve análisis se destaca la importancia que, para los laguneros representa este metal pesado; ya que la Comarca Lagunera en el estado de Coahuila, cuenta con grandes cuencas lecheras; por ello se hace mención en figuras y cuadros de los puntos más relevantes y en los cuales debemos poner especial atención. La intoxicación por arsénico es endémica en la mayoría de Región Laguna (LLR) en los estados de Coahuila y Durango en el norte de México, donde el agua subterránea es la principal fuente de agua potable para las zonas rurales y las tres ciudades principales: Torreón, Gómez Palacio y Ciudad Lerdo, por lo que el arsénico en aguas subterráneas representa un riesgo permanente para la salud humana, para animales y para los alimentos producidos en esta región, ya que el uso de la misma en actividades agrícola representa aproximadamente el 85% del total de la extracción realizada. Con más de 150 millones de personas consumiendo cantidades inseguras de arsénico (As) a diario, la intoxicación crónica por el metal es de preocupación global; ya que se piensa que, el uso de agua subterránea contaminada para riego de cultivos puede dar como resultado la acumulación de As en suelos agrícolas, lo que resulta en la disminución del rendimiento de los cultivos y el deterioro de la salud humana. La amenaza de As para los humanos usualmente se exagera en países que tienen altas densidades de población, al usar aguas subterráneas como su principal fuente de agua potable, y depender en gran medida y en gran cantidad del riego para la agricultura. La legislación mexicana no establece valores máximos permisibles para arsénico en alimentos por lo que, la Comisión Federal para la

Protección contra los riesgos para la salud (COFEPRIS) destaca el riesgo de su ingesta en suplementos dietéticos.

Palabras claves: Arsénico, Lácteos, Ganado bovino, Agua, Comarca Lagunera.

ABSTRAC

In this bibliographic research work the latest information updates on the arsenic situation in bovine milk are presented; it reveals the importance that we must lend to what we consume so as not to have serious consequences with the passage of time and relies on reliable data. In this brief analysis the importance that, for the lagoons represents this heavy metal stands out; since the Comarca Lagunera in the state of Coahuila, has large milk basins; Therefore, mention is made in figures and tables of the most relevant points and in which we must pay special attention. Arsenic poisoning is endemic in most of the Laguna Region (LLR) in the states of Coahuila and Durango in northern Mexico, where groundwater is the main source of drinking water for rural areas and the three main cities: Torreón, Gómez Palacio and Ciudad Lerdo, so that arsenic in groundwater represents a permanent risk to human health, to animals and to food produced in this region, since the use of it in agricultural activities represents approximately 85% of the total extraction made. With more than 150 million people consuming unsafe amounts of arsenic (As) daily, chronic metal poisoning is of global concern; since it is thought that the use of contaminated groundwater for crop irrigation may result in the accumulation of As in agricultural soils, resulting in decreased crop yields and deterioration of human health. The threat of As for humans is usually exacerbated in countries that have high population densities, by using groundwater as their main source of drinking water, and to depend heavily and in large quantities on irrigation for agriculture. Mexican legislation does not establish maximum permissible values for arsenic in food, so the Federal Commission for the Protection against Health Risks (COFEPRIS) highlights the risk of its intake in dietary supplements.

Keywords: Arsenic, Dairy, Cattle, Water, Comarca Lagunera.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Antecedentes	4
Antecedentes ambientales	4
Antecedentes sanitarios	5
Arsénico	6
Leche bovina	8
Composición de la leche	9
Lactación	10
Síntesis de la leche	10
Bajada de la leche	10
Estímulos positivos y negativos	11
Cuidados durante la gestación:	11
Lactancia:	11
Secado:	11
Factores Fisiológicos y Ambientales que afectan la producción	11
Contaminación	12
Contaminación química y microbiológica de la leche	13
Metales pesados	14
Agua	15
Suelo	19
Metales pesados en la leche	20
Límite máximo de As en agua bebida establecido por la OMS	22
Importancia del As en la producción agropecuaria	23
Calidad del agua para el consumo de los bovinos en producción láctea	24
Patogenia	25
Absorción	25

Intoxicación por Arsénico	26
Intoxicación aguda	27
Intoxicación crónica.....	28
Análisis de As.....	31
Señales específicos.....	32
Métodos de Control.....	33
Intervención de la OMS.....	35
Medidas sanitarias para la salud publica	37
CONCLUSIÓN.....	39
RECOMENDACIÓN PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	39
LITERATURA CITADA.....	41

Índice de figuras

Figura 1. Estructura de las formas inorgánicas y orgánicas del As	8
Figura 2. Método de Ordeña.....	¡Error! Marcador no definido.0
Figura 3. Precauciones a considerar para que no afecten la salud	¡Error! Marcador no definido.3
Figura 4. Proceso de leche	21
Figura 5. Principales mecanismos de transformación de As y resistencia en bacterias.	22

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la leche.....	9
Tabla 2. Elemento y densidad de los metales	14
TABLA 3. El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua	15
TABLA 4. Las características físicas y organolépticas.....	15
TABLA 5. El contenido de constituyentes químicos.	16
TABLA 6. Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.....	18
TABLA 7. El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido	19
TABLA 8. Límite máximo permisible de As en la leche	23
TABLA 9. Principales pruebas de calidad de la leche.....	32

INTRODUCCIÓN

El arsénico es el elemento 33 de la tabla periódica de los elementos con dos formas comunes de oxidación trivalente (arsenito $3+$) y pentavalente (arsenato $5+$), el arsénico tiene la capacidad de formar componentes orgánicos e inorgánicos en el medio ambiente y el cuerpo humano. La vía oral es la principal ruta de exposición del arsénico, por ingesta de agua o alimentos contaminados, así como también la exposición por vía inhalatoria como resultado de una exposición ocupacional principalmente por los agricultores que ocupan pesticidas^{13,42}; la exposición ocupacional también está dada en fábricas de electrónicos, manufactura de lentes y elaboración de pesticidas entre otros (Nava-Ruíz and Méndez-Armenta 2011).

El arsénico es un metaloide muy tóxico que se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre, ocupando el vigésimo lugar entre los elementos más abundantes. Es un constituyente natural de ciertas rocas y formaciones minerales como la arsenopirita y minerales de sulfuro. A través de un proceso de erosión, desintegración y disolución de las rocas llega a contaminar los mantos acuíferos donde se le encuentra como sales inorgánicas de arsenito (As III) y arsenato (As V), siendo mucho más tóxico el primero. Al no tener sabor ni olor, de estar presente en el agua de bebida, puede consumirse inadvertidamente originando habitualmente el llamado hidroarsenicismo crónico (Juan Ochoa Reyes 2009).

En México, sin duda la región geográfica más afectada por el hidroarsenicismo lo constituye la Comarca Lagunera. En Torreón ocurrió un brote agudo en 1962 donde se notificaron 40 casos graves y una defunción. Aunque en forma mucho más controlada, el problema persiste hasta la actualidad en varios municipios manifestándose como hidroarsenicismo crónico regional endémico (Juan Ochoa Reyes 2009).

La presencia de arsénico en el agua subterránea de grandes extensiones territoriales constituye un problema de salud pública debido a su toxicidad. El

peligro proviene de la extracción del agua mediante pozos localizados en zonas geológicas ricas en arsénico y su uso tanto en actividades domésticas como agropecuarias. Los efectos adversos del arsénico para la salud dependen de la dosis y la duración de la exposición. Aunque no existe una concentración de arsénico que se considere segura, se ha establecido un nivel guía para la calidad del agua de bebida de 10 partes por billón (ppb) en el agua de consumo diario (bebida y preparación de alimentos (Navoni et al. 2012b).

Dentro del campo de la química de los alimentos encontramos la importancia del estudio de los metales pesados, los cuales pueden contaminar todo tipo de sustancias comestibles ya sean de origen vegetal o animal. Los metales pesados han sido encontrados en los alimentos y provienen de diversas fuentes como: suelo contaminado, lodos residuales, fertilizantes químicos y plaguicidas. La presencia de metales pesados en alimentos y, particularmente en productos lácteos, constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena trófica involucrada y a los daños que ocasiona en la salud la exposición crónica de estos metales en alimentos, que por lo regular se presenta en forma asintomática (Ayala Armijos and Romero Bonilla 2013).

La toxicidad del arsénico es un problema de salud mundial que afecta a muchos millones de personas. La principal fuente de exposición es el agua potable contaminada por fuentes geológicas naturales. La evaluación de riesgos actual se basa en la carcinogenicidad reconocida del arsénico, pero se han pasado por alto los riesgos neurotóxicos (Dakeishi, Murata and Grandjean 2006).

La exposición temprana a arsénico inorgánico puede estar relacionada con efectos adversos para la salud en etapas posteriores de la vida. Sin embargo, hay pocos datos sobre la exposición posnatal al arsénico a través de la leche humana (Islam et al. 2014).

Son varias las técnicas que se recomiendan para la especiación de este metal, entre ellas, la espectroscopia de absorción atómica electro térmica, la espectroscopia de absorción atómica asistida por la generación de hidruros en forma manual y en forma automática; más específicamente para el análisis de las dos formas en que se presenta el arsénico inorgánico en el agua, se ha

desarrollado la separación con resinas de intercambio aniónico, y la cromatografía iónica también se ha estudiado métodos para separarlos de otros metales como el cobre (Chávez 2013).

En estos momentos, el límite recomendado para la concentración de arsénico en el agua potable es de 10 µg/l, aunque este valor de referencia se considera provisional dadas las dificultades de medición y las dificultades prácticas relacionadas con la eliminación del arsénico del agua de bebida. Cuando hay problemas para respetar el valor guía, los Estados Miembros pueden establecer límites más elevados teniendo en cuenta las circunstancias locales, los recursos disponibles y los riesgos asociados a fuentes con bajos niveles de arsénico contaminadas microbiológicamente (Zheng and Organ 2016).

La Comarca Lagunera se localiza en la parte noreste de México y desde 1963 se reportan elevadas concentraciones de arsénico en el suelo, agua y agua subterránea. Las altas concentraciones de arsénico en agua y suelo se han convertido en un problema global, ya que las exposiciones prolongadas a este metaloide pueden causar daños crónicos a la salud. Dicha situación es particularmente importante en la Comarca Lagunera en México. Por lo tanto, se ha vuelto necesaria la búsqueda de nuevas estrategias para la remoción de este metaloide, entre las cuales, la biorremediación microbiana ha cobrado importancia como una alternativa amigable con el ambiente en la solución de este problema (Rangel Montoya et al. 2015).

OBJETIVO

Ofrecer un panorama actual de la calidad de la leche pasteurizada en la Comarca Lagunera en relación a su contenido de arsénico.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes

El arsénico es un metaloide muy tóxico que se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre, ocupando el vigésimo lugar entre los elementos más abundantes. Es un constituyente natural de ciertas rocas y formaciones minerales como la arsenopirita y minerales de sulfuro (Juan Ochoa Reyes 2009).

El arsénico es el elemento 33 de la tabla periódica de los elementos con dos formas comunes de oxidación trivalente (arsenito $3+$) y pentavalente (arsenato $5+$), el arsénico tiene la capacidad de formar componentes orgánicos e inorgánicos en el medio ambiente y el cuerpo humano. La vía oral es la principal ruta de exposición del arsénico, por ingesta de agua o alimentos contaminados, así como también la exposición por vía inhalatoria como resultado de una exposición ocupacional principalmente por los agricultores que ocupan pesticidas; la exposición ocupacional también está dada en fábricas de electrónicos, manufactura de lentes y elaboración de pesticidas entre otros (Nava-Ruíz and Méndez-Armenta 2011).

Antecedentes ambientales

El arsénico se puede encontrar en aguas subterráneas y en agua superficiales. Sin embargo, es más frecuente en aguas subterráneas, porque el mineral que se encuentra en el subsuelo, al estar tanto tiempo en contacto con el agua, termina por disolverse. Este proceso de disolución, por ser largo, produce altas concentraciones de este metaloide en el agua (Sepúlveda Saa 2009).

La toxicidad del arsénico (As) es un problema de salud mundial que afecta a millones de personas. Está presente de manera ubicua en el medio ambiente porque se libera de fuentes naturales y artificiales. La biodisponibilidad de As en la leche y los riesgos As para la salud humana debe evaluarse cuidadosamente. En Bangladesh, la investigación limitada sobre el As está en progreso, pero

están restringidas en la determinación de As en el agua potable, el suelo y los cultivos (Ghosh et al. 2013).

La vida media del arsénico inorgánico ingerido es aproximadamente de 10 horas y del 50 al 80% es excretado alrededor de 3 días, mientras que el arsénico tiene una vida media de 30 horas. El arsénico se absorbe en el organismo, y se almacena principalmente en hígado, riñón, corazón y pulmón; más bajas cantidades son almacenadas en músculo y tejido nervioso; este metal ha sido considerado como un carcinógeno principalmente relacionado con cáncer de pulmón, riñón, vesícula, y piel. El arsénico se incorpora a las uñas, cabello y piel uniéndose a los grupos sulfhídricos de la queratina, siendo estos tomados como biomarcadores de intoxicación por arsénico (Nava-Ruiz and Méndez-Armenta 2011).

La contaminación con arsénico de las aguas subterráneas se ha convertido en un problema grave en todo el mundo. Gran cantidad de personas de Uttar Pradesh, Bihar y Bengala Occidental de India están sufriendo debido al consumo de agua potable contaminada con arsénico (Singh, Singh and Srivastava 2013).

Antecedentes sanitarios

La presencia de arsénico en el agua subterránea de grandes extensiones territoriales constituye un problema de salud pública debido a su toxicidad. El peligro proviene de la extracción del agua mediante pozos localizados en zonas geológicas ricas en arsénico y su uso tanto en actividades domésticas como agropecuarias. Los efectos adversos del arsénico para la salud dependen de la dosis y la duración de la exposición. La sensibilidad humana a los efectos tóxicos del arsénico varía, probablemente debido a factores genéticos, metabólicos, de la dieta, del estado de salud, del sexo y de la edad, entre otros. La situación de pobreza puede incrementar la susceptibilidad de la población a enfermar por exposiciones a uno o más tóxicos ambientales (Navoni et al. 2012a).

Dentro del campo de la química de los alimentos encontramos la importancia del estudio de los metales pesados, los cuales pueden contaminar todo tipo de sustancias comestibles ya sean de origen vegetal o animal. Los metales pesados son de gran interés para la humanidad debido a que la presencia de estos en el ambiente tiene efectos negativos en la salud del hombre, de los animales y de los cultivos agrícolas. La presencia de metales pesados en alimentos y, particularmente en productos lácteos, constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena trófica involucrada y a los daños que ocasiona en la salud la exposición crónica de estos metales en alimentos, que por lo regular se presenta en forma asintomática (Ayala Armijos and Romero Bonilla 2013).

Arsénico

En México, el agua subterránea representa la única fuente permanentemente disponible para muchas zonas áridas y semiáridas, dado que más de la mitad del territorio del país se encuentra dominado por condiciones climáticas secas. Los acuíferos de México contienen una considerable reserva de agua: muchas cuencas hidrológicas incluyen acuíferos regionales cuyas áreas van de algunos cientos a miles de kilómetros cuadrados con un espesor de varios miles de metros (Arreguín Cortés, Chávez Guillén and Soto Navarro 2014).

Se ha estimado que durante los últimos 40 años alrededor de 60,000 hectómetros cúbicos por año (hm³ /a) de agua han sido minados de los acuíferos a nivel nacional. La mayor parte de la reserva de agua útil se encuentra o ha estado almacenada dentro de los primeros cien metros de profundidad en los acuíferos más permeables, siendo ésta la más económicamente disponible y la que tiene mejor calidad (A Jara and K Winter 2014).

Por otra parte, las autoridades mexicanas del agua y de salud han detectado contaminantes naturales tales como fluoruros, hierro, manganeso y arsénico en algunos acuíferos, especialmente en las cuencas áridas del norte y centro del país (Del Rio et al. 2017).

El arsénico forma parte del aire, el agua y la tierra a través del polvo que se lleva el viento. También puede penetrar en el agua debido a los desbordamientos. El Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire (Fang Zhang et al. 2013).

El arsénico es una sustancia presente en forma natural que puede encontrarse en el aire, el agua y el suelo. También puede liberarse en el medio ambiente debido a ciertos procesos agrícolas e industriales, como la minería y la fundición de metales. El arsénico se puede encontrar en dos estados (orgánico e inorgánico); el estado inorgánico es más tóxico que el estado orgánico (Oguri et al. 2014).

No ha habido una producción doméstica de arsénico desde el año 1985. En 2003, el productor más grande de compuestos de arsénico fue China, a quien le siguieron Chile y Perú, y el mayor consumidor de arsénico en el mundo eran Estados Unidos (ATSDR 2007). En el pasado, el arsénico se utilizó en Estados Unidos como componente de los insecticidas contra hormigas y de los desinfectantes para animales (la forma líquida concentrada de estos productos resultó ser la más tóxica para los humanos). En los últimos años las restricciones regulatorias para el arsénico, especialmente para los productos para el hogar, han contribuido a reducir su uso así como los riesgos de exposición asociados a ellos (Kuramata et al. 2018).

El arsénico se ha usado y se usa actualmente en productos medicinales: Actualmente, el arsénico se utiliza en la quimioterapia de inducción y de consolidación para tratar la leucemia promielocítica aguda, así como para tratar otros cánceres (Miller et al. 2002; Hu et al. 2005). El arsénico se puede encontrar en algunos remedios tradicionales que provienen de varios países asiáticos. También se puede encontrar en algunos remedios naturopáticos u homeopáticos (Sandhi et al. 2017).

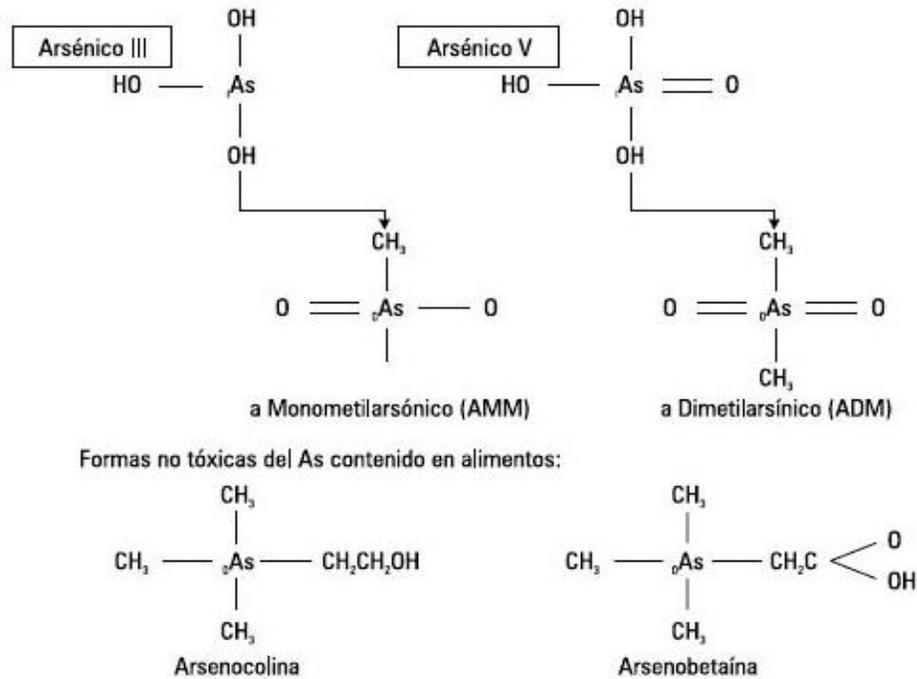


Figura 1. Estructura de las formas inorgánicas y orgánicas del As (Ramírez and Young 2013).

La mayoría de los compuestos inorgánicos y orgánicos de arsénico son polvos de color blanco que no se evaporan. No tienen olor y la mayoría no tiene ningún sabor especial. Por esta razón, generalmente no se puede saber si están presentes en los alimentos, el agua o el aire. La manera principal de prevenir la exposición al arsénico es tener acceso a un suministro de agua que no encierre peligros para beber, preparar alimentos e irrigar cultivos alimenticios (K. H. Lo and Kwong 2014).

Leche bovina

La leche es el producto de la secreción de la glándula mamaria de los mamíferos. Considerando que la leche bovina forma parte importante en la dieta integral alimenticia del mexicano debido al alto valor nutricional que representa, y que se destina principalmente a un grupo de personas vulnerables a contraer enfermedades, por lo cual es necesario implementar Buenas

Prácticas Pecuarias en las unidades de producción, con la finalidad de obtener un producto inocuo y nutritivo; asegurando que la leche, satisfaga las expectativas de los consumidores y de la industria alimentaria; así como el que sea producida y obtenida de animales sanos, alimentados adecuadamente, bajo condiciones aceptables y en equilibrio con el medio ambiente (Zhang, J. van Dijk and Hettinga 2017).

En la actualidad los mercados nacional e internacional demandan y merecen alimentos de origen animal que no causen un daño a la salud del consumidor, ya que existen diversos factores que pueden contaminarlos; por lo que, para acceder con éxito al mercado, todos los eslabones de la cadena láctea deben asumir esa responsabilidad, desde las unidades de producción hasta el consumidor final. Las exigencias que imponen los mercados a la producción pecuaria son diversas y complejas, en donde actualmente en primera instancia se centran en la inocuidad alimentaria, sin embargo, no dejan de lado lo relacionado al cuidado del medio ambiente, al bienestar animal y la protección del sector laboral lechero. El cumplimiento de estas exigencias permite el éxito de una producción (Foddai et al. 2015).

Composición de la leche

Tabla 1. La leche está compuesta por: (Tegegne and Tesfaye 2017).

Agua	87%
Proteínas	3.5 %
Carbohidratos	4-5 %
Grasas	3-4 %
Vitaminas y minerales	

Lactación

Síntesis de la leche

La leche se sintetiza a través de los componentes de la sangre, que llega a la ubre por medio de la arteria mamaria. La ubre o glándula mamaria posee algunas estructuras llamadas alvéolos en la cual se sintetiza o se produce la leche (Gro Olsen et al. 2017).

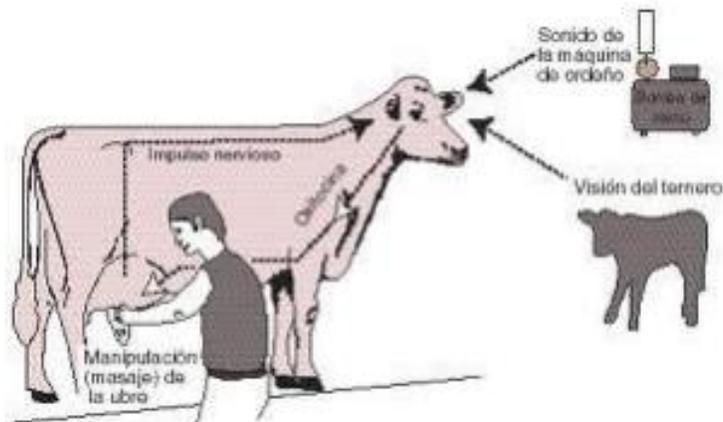


Figura 2. Método de Ordeña

Bajada de la leche

El proceso de mecanismo de la leche es un complejo mecanismo neurohormonal que comienza con los estímulos que se van dando a la vaca, estos estímulos pueden ser indirectos y directos. La estimulación indirecta ya empieza antes del ordeño, como ser el suministro de balanceado antes o durante el ordeño, buen trato del animal, el ruido de los equipos. Utilización de mallas media sombra con duchas para bajar la temperatura y brindarle un ambiente confort antes del ordeño. Estímulos directos es el contacto directo con la ubre, la cual ya empieza con el masajeo y limpieza de la ubre, es el estímulo más potente para la bajada de la leche (Petrovski et al. 2018)

Estímulos positivos y negativos

Son el buen trato del animal, lavado de los pezones antes del ordeño. Los ruidos molestos, presencia de personas extrañas, maltrato antes o durante el ordeño, heridas en los pezones son estímulos negativos que produce la retención de la leche(Ann Raven et al. 2014).

Manejo del ganado lechero adulto

Cuidados durante la gestación:

Lactancia:

Periodo que del parto al secado y cuya duración depende de la raza, manejo y alimentación, en las Holandas de alta producción dura 305 días (10 meses), en las razas criollas dura 5 a 6 meses. Inmediatamente después del parto la ubre inicia el periodo de más intensa actividad, la lactación. A la 4 a 6 semana después del parto, la producción llega a su pico y a partir de ahí habrá una disminución de 10% cada mes (Verma and Ambatipudi 2016).

Secado:

Corresponde al periodo en que se deja ordeñar. Antes del parto el sistema de la vaca está preparada para nutrir al feto, y es el último tercio de la gestación que completa su desarrollo, ocurriendo un cambio importante al momento del parto, donde el organismo de la vaca cambia abruptamente para la producción de leche. De ahí que las vacas deben quedar secas, es decir, dejar de ser ordeñadas, 45 a 60 días antes del parto. El permanecer en la ubre aproximadamente 1 mes, evitando la aparición de mastitis en este periodo(Verma and Ambatipudi 2016).

Factores Fisiológicos y Ambientales que afectan la producción

El principal factor fisiológico de la producción de leche está dado por la curva de lactancia, en la cual nos indica la producción de leche durante la lactancia. Durante los primeros dos meses hay un aumento progresivo, llegando a su pico máximo, para luego ir bajando la producción hasta el día que dura la lactancia,

que en el caso de las vacas Holanda de alta producción es de 10 meses, y las vacas criollas de 5-6 meses. Se estima que el descenso en la producción de las vacas Holanda es de 3% por semana (Paiva Della Libera et al. 2015).

Factor ambiental: Son de gran influencia sobre la producción lechera, la temperatura ideal para el ganado lechero es de 16 – 18 grados (templado). La mala alimentación y animales enfermos inciden directamente sobre la producción de leche (Paiva Della Libera et al. 2015).

Contaminación

La contaminación ambiental se posiciona como uno de los más importantes problemas que afectan a la sociedad del siglo XXI. La pérdida de calidad del aire, del recurso hídrico y de suelos disponibles para actividades agrícolas se ha incrementado exponencialmente. La contaminación se puede correlacionar con parámetros químicos o fisicoquímicos medibles, por lo cual se establecen valores de referencia, conocidos como patrones ambientales (C. Reyes et al. 2016a).

La contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas, los procesos industriales, las condiciones de vida del ser humano y puede malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables. Surge entonces una definición operacional que caracteriza a la contaminación como la introducción en el medio ambiente de cualquier forma de materia o energía que pueda afectar, negativamente a la salud humana u otros organismos (Atilio de la Orden 2017).

Se pueden distinguir diferentes fuentes de contaminación dependiendo de su origen. En ocasiones, la propia naturaleza del material originario y su alteración son los responsables de la contaminación; en este caso se denomina contaminación endógena. Se define como contaminación ambiental a los cambios producidos por las actividades del ser humano sobre el ambiente con la subsecuente afectación de agua, suelo y atmosfera. Esto lleva a repercusiones en la biodiversidad así como la degradación de los suelos y

modificaciones en la química atmosférica, problema que en su conjunto se ha denominado cambio global (Gomez Gomez and Danglot Banck 2018).

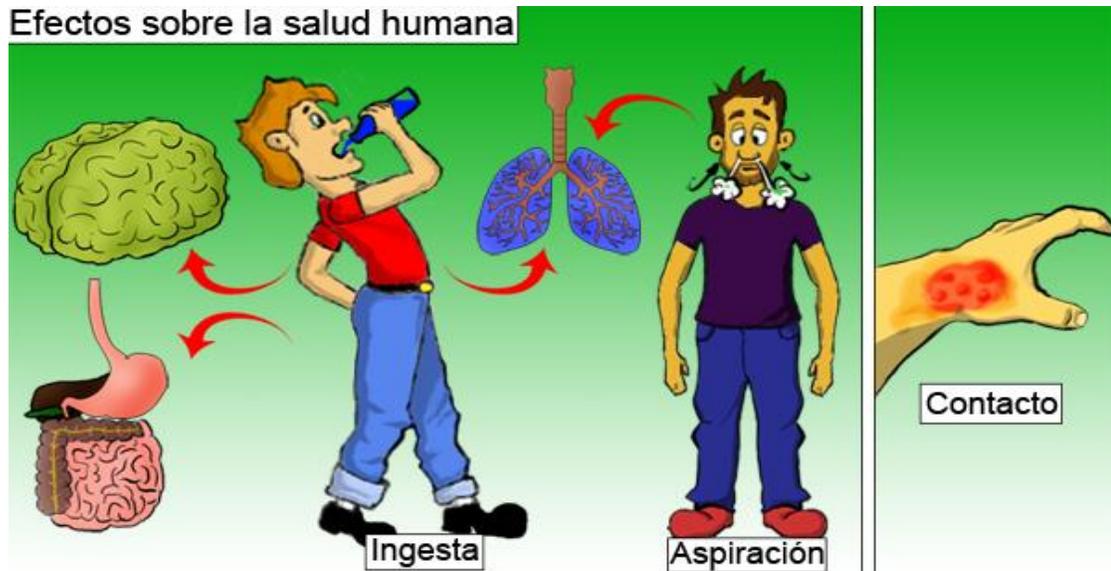


Figura 3. Precauciones a considerar para que no afecten la salud (Quessada Gaona 2013).

Contaminación química y microbiológica de la leche

El límite máximo de metales pesados o metaloides en la leche es de 0.2 mg/kg para el Arsénico (AS), de 0.05 mg/kg para el Mercurio (Hg) y de .1 mg/kg para el Plomo (Pb), de acuerdo a la Tabla de límites máximos de residuos, 2017, publicada por la SAGARPA. (Kamwine et al. 2017).

Entre los grupos de contaminantes biológicos encontrados en la leche tenemos a bacterias, hongos, rickettsias, virus y amibas. De éstos, unos son patógenos para el humano y otros saprofitos (o alteradores). Los contaminantes químicos más frecuentemente detectados son: Insecticidas, fungicidas, herbicidas, sanitizantes y/o bactericidas y el grupo de antibióticos (Kamwine et al. 2017).

Metales pesados

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para el ser humano. Muchos de los metales pesados no son especialmente tóxicos y algunos son elementos esenciales en el ser humano, independientemente de que a determinadas concentraciones puedan ser tóxicos. Todos ellos están naturalmente presentes a niveles bajos en el medio ambiente. La ingestión por (beber o comer) y la inhalación (a través de la respiración) son las principales vías de exposición humana (Harte et al. 2017).

Tabla 2. Elemento y densidad de los metales(Harte et al. 2017).

Elemento	Densidad (g/ml)
Mercurio	13,6
Talio	11,85
Plomo	11,4
Cadmio	8,65
Arsénico	5,72
Aluminio	2,70
Berilio	1,85

La rápida urbanización y el desarrollo industrial han causado contaminación ambiental en todo el mundo. El progreso técnico, las diversas actividades industriales y el aumento del tráfico en las carreteras produjeron un aumento significativo de la contaminación ambiental. Los metales son persistentes, es decir, no pueden ser creados o degradados, ni mediante procesos biológicos antropogénicamente. Una vez que han entrado en los ecosistemas acuáticos,

se transforman a través de procesos biogeoquímicos y se distribuyen entre varias especies con distintas características físico-química (C. Reyes et al. 2016b).

Agua

El agua es un elemento esencial para la vida, ésta cubre el 72% de la superficie de la Tierra y en el cuerpo humano ocupa un 55-78% de su masa dependiendo del tamaño corporal; a pesar de ser vital para la existencia humana, la realidad se muestra cada vez más abrumadora y preocupante: los efectos de la falta de acceso y de la mala calidad del líquido afectan a millones de personas en todo el mundo. El agua representa, en general, el 70% de nuestro cuerpo, un poco más en los hombres que en las mujeres. El cerebro está compuesto por 95% de agua, los pulmones por el 90% y la sangre por 82%; por lo tanto, es evidente la importancia del agua para la vida en general y para el ser humano en particular. (Brieva Jiménez et al. 2018).

TABLA 3. El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido (NOM-127-SSA1-1994).

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

TABLA 4. Las características físicas y organolépticas (NOM-127-SSA1-1994).

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

TABLA 5. El contenido de constituyentes químicos. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad(NOM-127-SSA1-1994).

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN-)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl-)	250,00
Cobre	2,00

Cromo total	0,05
Dureza total (como CaCO ₃)	500,00
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Fierro	0,30
Fluoruros (como F-)	1,50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10,00
Etilbenceno	300,00
Tolueno	700,00
Xileno (tres isómeros)	500,00
Manganeso	0,15
Mercurio	0,001
Nitratos (como N)	10,00
Nitritos (como N)	1,00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0,50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6,5-8,5
Plaguicidas en microgramos/l:	
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0,03
Clordano (total de isómeros)	0,20
DDT (total de isómeros)	1,00
Gamma-HCH (lindano)	2,00
Hexaclorobenceno	1,00

Metoxicloro	20,00
2,4 - D	30,00
Plomo	0,01
Sodio	200,00
Sólidos disueltos totales	1000,00
Sulfatos (como SO4=)	400,00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0,50
Trihalometanos totales	0,20
Yodo residual libre	0,2-0,5
Zinc	5,00

TABLA 6. Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos. El límite permisible para arsénico se ajustará anualmente, de conformidad con la siguiente(NOM-127-SSA1-1994).

TABLA DE CUMPLIMIENTO GRADUAL

Límite permisible mg/l		Año
0,045		2001
0,040		2002
0,035		2003
0,030		2004
0,025		2005

TABLA 7. El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro) (NOM-127-SSA1-1994).

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE Bq/l
Radiactividad alfa global	0,56
Radiactividad beta global	1,85

Suelo

Capa más superficial de la superficie terrestre que sostiene a la vegetación, resultado de diferentes procesos de intemperismo y erosión. Está caracterizado por un perfil de horizontes con rasgos distintivos e identificables, originado por los cambios físicos y químicos del regolito (Caballero Miranda).

El suelo es un elemento clave para el mantenimiento de la vida sobre la Tierra. Además de ser el principal soporte de la vegetación, la infraestructura y el hábitat de la biodiversidad, participa de manera esencial en el funcionamiento de cualquier ecosistema (SEMARNAT).

Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias en niveles tales que repercuten negativamente en su comportamiento. Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Se trata pues de una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo. Se puede distinguir entre contaminación natural, frecuentemente endógena, y contaminación antrópica, siempre exógena (Messler. et al. 2015).

El uso inadecuado de este recurso trae como consecuencia la imposibilidad de hacer un uso óptimo del suelo en la agricultura, la ganadería, la recreación, etc. Por tal razón, es necesario crear políticas públicas y estrategias de regulación, que permitan disminuir el impacto ambiental negativo que se produce sobre el

suelo (consecuencia de diversas actividades que se llevan a cabo en los procesos productivos de la industria y demás sectores económicos), y generar una conciencia sobre la importancia de conservar los recursos naturales presentes en el medio (Silva Arroyave and Correa Restrepo 2014).

Metales pesados en la leche

Las pruebas y el control de calidad de la leche deben realizarse en todas las fases de la cadena láctea. La leche y los productos lácteos son componentes de una dieta diaria de los consumidores contemporáneos. La calidad higiénica de la leche tiene una importancia fundamental para la producción de una leche y productos lácteos que sean inocuos e idóneos para los usos previstos. Para lograr esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad sino de leche cruda de buena calidad (Ciprotti, Sorbo and Orlandini 2014).

La pasteurización es el principal factor determinante de la inocuidad en el procesamiento de la leche. La presencia de metales pesados en alimentos y particularmente en productos lácteos, constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena trófica involucrada y a los daños que ocasionan a la salud pública. (Zhu et al. 2015).

Se ha comprobado que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua a las orillas de lagos y ríos contaminados con desechos industriales y aguas negras contienen metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y zinc; en estos estudios se ha encontrado que la concentración de metales pesados ingeridos por las vacas tienen influencia sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche, además demostraron que una parte de estos elementos son excretados en la leche, unidos a compuestos orgánicos, principalmente en las proteínas, mientras que otros se asocian a una baja porción de grasa (Jeske, Zannini and K. Arendt 2015).

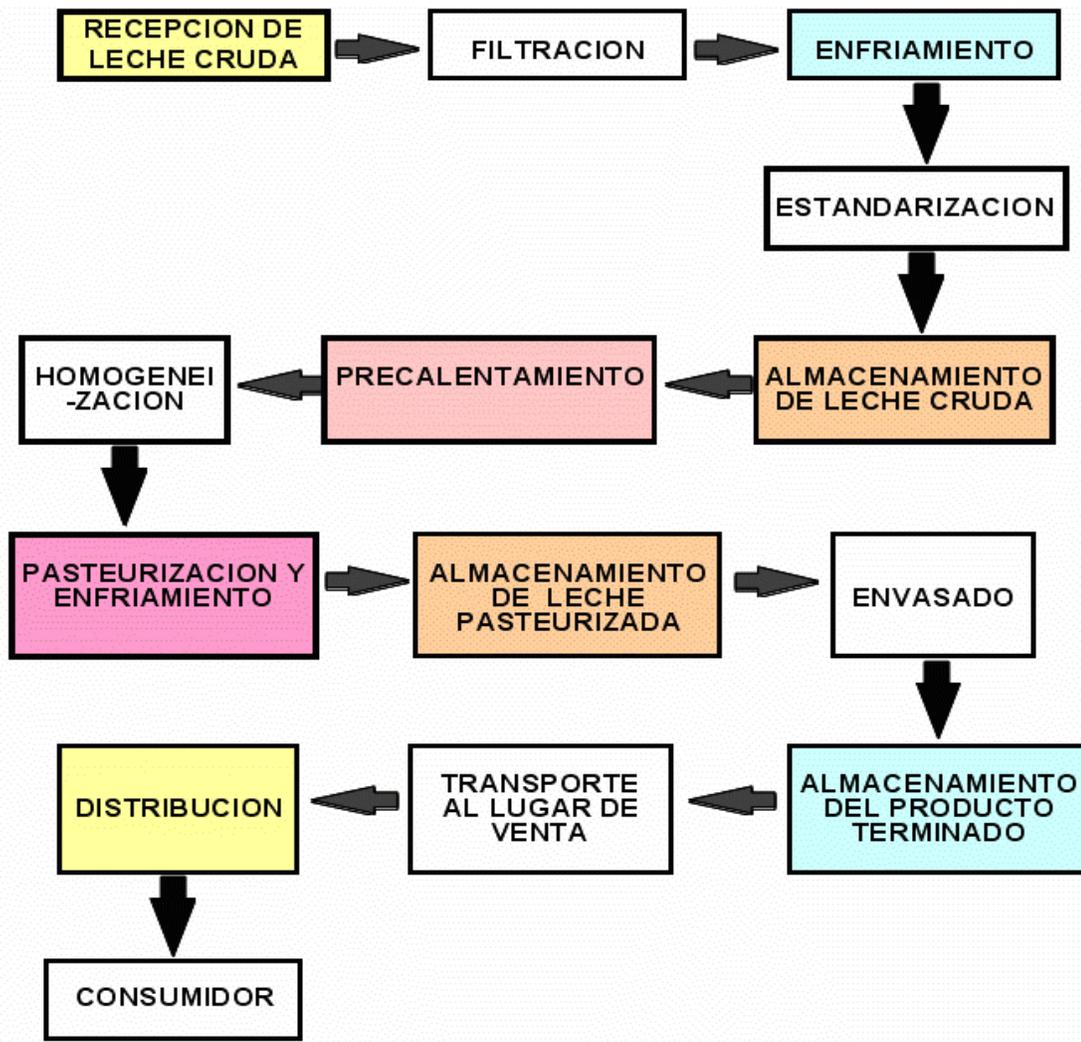


Figura 4. Proceso de leche (Velasco 2015).

Los metales están entre los tóxicos más antiguos conocidos por el hombre. En el industrializado mundo actual las fuentes de exposición a metales son ubicuas tanto en el campo laboral como a partir de agua, los alimentos o el ambiente contaminados. Su toxicidad está caracterizada por el elemento metálico en cuestión pero se ve modificada por el tipo de compuesto, orgánico o inorgánico y sus características de hidro o liposolubilidad, que determina su toxico cinética y por tanto sus posibilidad de alcanzar sus dianas (Jeske et al. 2015).

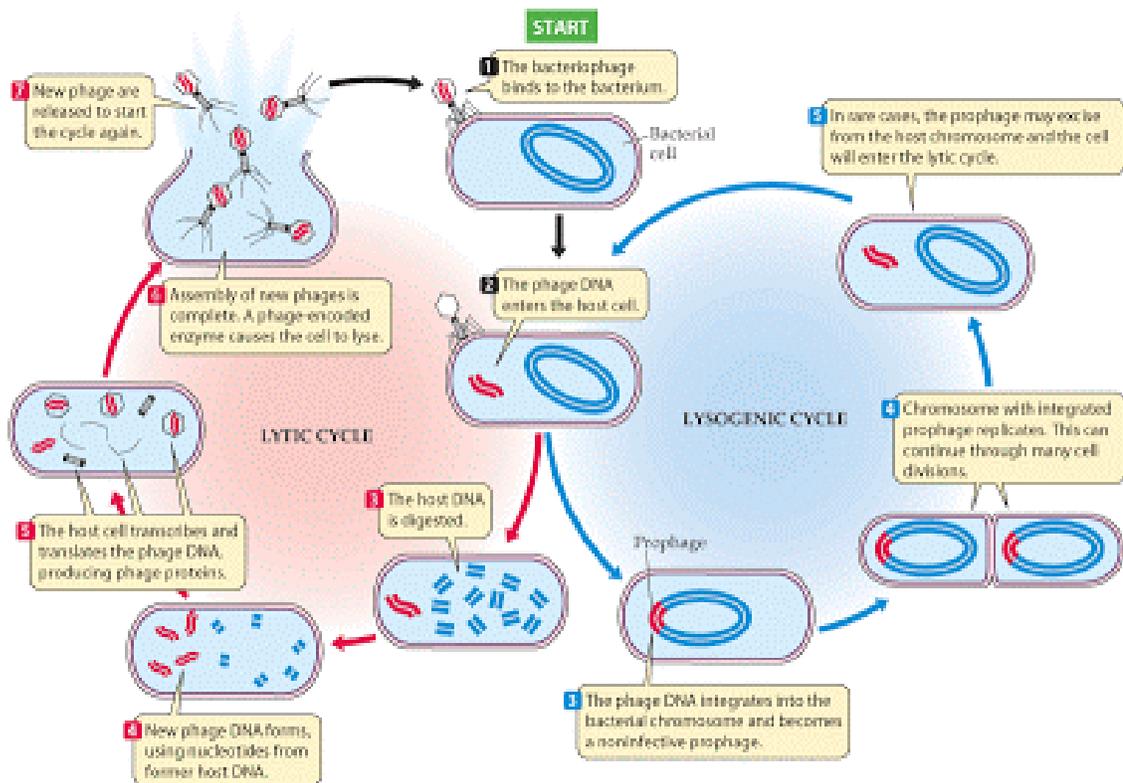


Figura 5. Principales mecanismos de transformación de As y resistencia en bacterias (Velasco 2015).

Las bacterias son capaces de adquirir resistencia en función de su variabilidad genética. Nuevos mecanismos de resistencia pueden ser adquiridos mediante mutación o mediante transferencia de material genético entre células bacterianas de especies relacionadas o diferentes. Estos genes de resistencia pueden estar codificados en el material genético cromosómico o extracromosómico (plásmidos). Tener presente estos elementos tiene implicancias epidemiológicas e incluso en algunos casos terapéuticas, como se verá más adelante (Juhasz et al. 2015).

Límite máximo de As en agua bebida establecido por la OMS

Actualmente, el arsénico es el contaminante de agua de consumo más estudiado a nivel mundial. En México, las más altas concentraciones se han

encontrado en Zimapán, Hgo., con un rango de 14 a 1000 µg/L. Otros lugares son la Comarca Lagunera y en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Guanajuato. La OMS recomienda que Los niveles permisibles de estos elementos de acuerdo a la Modificación a la Norma Oficial Mexicana-127-1994 (NOM-127) son de 0.025 mg de arsénico/L.

La OMS hace la indicación de que cada país deberá considerar: las condiciones climáticas, volumen de agua consumido y otras fuentes de ingesta para establecer su límite nacional, debido a que la finalidad de las normas es proteger la salud de la población (Ortiz Pérez 2015).

TABLA 8. Límite máximo permisible de As en la leche (Enríquez Rubio 2002).

PRODUCTO	LIMITE MAXIMO			
	METALES PESADOS O METALOIDES			AFLATOXINA M1
	Arsénico (As) mg/kg	Mercurio (Hg) mg/kg	Plomo (Pb) mg/kg	g/L
Pasteurizados	0,2	0,05	0,1	0,5
Ultra pasteurizados	0,2	0,05	0,1	0,5
Esterilizados	0,2	0,05	0,1	0,5
Deshidratados	0,2	0,05	0,1	0,5

Importancia del As en la producción agropecuaria

La agricultura en México es considerada como una de las actividades económicas con mayor relevancia ya que genera gran cantidad de empleos en el país; es considerada como el sector productivo más importante desde un punto vista económico, social y ambiental, ya que de ésta depende la

alimentación primaria de millones de personas, el incremento de la población productiva y la preservación y cuidado del entorno (Kumar, et al. 2015).

La Comarca Lagunera se localiza en la parte noreste de México y desde 1963 se reportan elevadas concentraciones de arsénico en el suelo, agua y agua subterránea. Es una de las áreas más importantes de la agricultura y ganadería; además, es la principal cuenca lechera en el país. Por lo tanto, la explotación del agua subterránea es un componente importante de su crecimiento económico. Sin embargo, esto ha causado una continua elevación de la concentración de arsénico en el agua del subsuelo, la cual se utiliza para consumo animal, humano y riego agrícola. A su vez, el uso de esta agua para riego puede producir altos niveles de arsénico en el pasto y contribuir a que aumenten los niveles de arsénico en el ganado y sus productos derivados (Rangel Montoya et al. 2009).

Calidad del agua para el consumo de los bovinos en producción láctea

En la Comarca Lagunera la temperatura media anual histórica es de 21° C, siendo su máxima extrema de 41. 5° C y su mínima de -2° C. La precipitación promedio anual es de 258 mm siendo cuatro los meses lluviosos (junio-septiembre). En las anteriores condiciones la agricultura y ganadería son posibles en condiciones de riego, para lo cual se dispone de dos fuentes de abastecimiento: el agua de gravedad y el acuífero subterráneo. La leche y sus derivados juegan un papel fundamental en la alimentación humana. Con el término leche se distingue la leche de vaca; Si se trata de leche de otros animales se especifica. La elaboración de la leche, se enfoca a la producción de leche limpia y sana, así como a su transformación en diferentes productos comestibles de larga duración (Villareal González, Aguilar Valdés and Luévano González 2016).

El agua es el factor más crítico en la dieta de los bovinos, especialmente en las vacas de lechería. El rendimiento productivo asociado al crecimiento, la reproducción y la producción de leche tiene una relación íntima con el acceso al agua, tanto en cantidad como en calidad.

El consumo del agua varía con la edad, el peso vivo, la raza, la temperatura ambiente, la humedad relativa del aire, el estado de la lactancia, la dieta y el nivel de producción de leche. Las vacas secas, en general, necesitan del orden de 30 a 40 litros diarios de agua, mientras que el ganado en producción requiere aproximadamente 5 veces el nivel del volumen de leche que ella produce. Vale decir, una vaca que produce 30 litros de leche al día, requiere del orden de 100 a 150 litros diarios de agua (Meléndez 2017).

Patogenia

El arsénico y sus compuestos están presentes con significativa frecuencia en el medio ambiente. El arsénico es liberado a la atmósfera como consecuencia de procesos naturales de alta temperatura tales como: erupción volcánica, quema de vegetación y combustión de carbón.

El agua contaminada de As ingresa al organismo de la siguiente manera:

Absorción

El análisis de los procesos de producción y la identificación de marcadores de calidad para la leche y productos lácteos es de gran importancia para su evaluación y para asegurar su seguridad. En consecuencia, como salvaguardia, uno de los principales objetivos en la producción pecuaria es llevar a cabo una evaluación cuidadosa y completa de todos los mecanismos por los cuales calidad de los piensos, procesos de fabricación y condiciones ambientales, incluidos parámetros de salud, pueden influir en las propiedades de la leche (L. Pérez-Carrera, E. Arellano and Fernández-Cirelli 2106b).

Estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud en la ciudad de León (México) sobre la contaminación de la leche de bovinos con metales pesados, han comprobado que bovinos que pastorean e ingieren agua de las orillas de ríos contaminados con desechos mineros, fumigaciones aéreas y aguas negras con metales pesados como arsénico, plomo, cadmio, mercurio y

zinc (bioacumulables), presentan trazas de estos elementos en la leche (Ayala Armijos and Romero Bonilla 2015).

El arsénico ingerido pasa a vía sanguínea, y la mayor parte abandona el cuerpo a través la orina en unos pocos días. Sin embargo, una cantidad permanecerá en el cuerpo durante meses o más tiempo. Los mayores niveles se encuentran en el hígado, bazo y riñones. El arsénico puede atravesar la placenta y llegar al feto, pudiendo causar malformaciones. Se han detectado pequeñas cantidades en la leche materna, tanto en el hombre como en vacuno (J. Lasa et al. 2016).

Intoxicación por Arsénico

En el caso del arsénico (As), su presencia en el agua potable es una de los más importantes problemas de salud en el mundo. El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y es de alta toxicidad para los organismos vivos (L. Pérez-Carrera, E. Arellano and Fernández-Cirelli 2106a).

La contaminación por metales tóxicos a los alimentos causa un gran problema de salud. Los humanos están expuestos a metales tóxicos principalmente del aire, agua y comida. La leche y los productos lácteos brindan buena calidad nutrientes necesarios para un cuerpo sano y fuertemente, y actuar como una fuente primaria de nutrientes en las dietas todo alrededor del mundo (Siddiki, Ueda and Maeda 2107).

Una exposición prolongada a concentraciones de arsénico inorgánico dentro del valor sugerido por la OMS en el agua de bebida puede causar efectos cardiovasculares, incluyendo arritmias, hipertensión, isquemia cardíaca y cerebral, diabetes mellitus y alteraciones arteriales periféricas como la enfermedad del “pie negro” que resulta en gangrena. Los estudios sobre el potencial neurotóxico y desarrollo de efectos reproductivos adversos asociados con la ingestión de arsénico en el agua de bebida son inclusivos (Galatovic Carabantes and Nilda. 2105).

- ✓ **Efectos sobre los riñones:** La exposición al As a menudo ocasiona oliguria, con proteinuria, hematuria y presencia de cilindros en la orina.

- ✓ **Efectos sobre la piel:** A corto plazo, muchos arsenicales poseen un efecto vesicante en la piel, que ocasiona necrosis y esfacelo.
- ✓ **Efectos cardiopulmonares:** Se observan miocardiopatía congestiva, trastornos de la conducción.
- ✓ **Efectos neurológicos:** Puede producirse típicamente delirio, desorientación, agitación, encefalopatía, convulsiones, disestesias dolorosas, debilidad muscular, parálisis, insuficiencia respiratoria neuromuscular y coma.
- ✓ **Toxicidad hepática:** Infiltración adiposa, necrosis central y cirrosis.
- ✓ **Otros síntomas.** Se ha descrito la aparición de líneas blancas en las uñas (Solá. et al. 2017a).

Su presencia en la leche y sus productos es causada por diferentes actividades agrícolas. Irrigación con metales tóxicos contaminados agua y uso de pesticidas, parasiticidas, drogas y desinfectantes ambientales para las vacas pueden resultar en la contaminación por metales tóxicos en los alimentos. Los Metales pesados, especialmente cadmio, arsénico, zinc, y plomo, se encuentran ubicuamente en la naturaleza y, por lo tanto, su contaminación con la leche y los productos lácteos debe ser considerado (Siddiki., Ueda. and Maeda. 2017).

Intoxicación aguda

La exposición a dosis elevadas de compuestos de arsénico inorgánico puede producirse como una mezcla de inhalación e ingestión o como resultado de accidentes en industrias en las que se manejan grandes cantidades de arsénico (por ejemplo, trióxido de arsénico). Dependiendo de la dosis, se pueden presentar diversos síntomas y, si ésta es excesiva, puede resultar fatal (Nordberg 2018).

Cuando ocurre una intoxicación aguda por arsénico los primeros síntomas son: vómito profuso, diarrea, cólicos, salivación excesiva, fiebre, alteraciones en el

sistema cardiovascular y sistema nervioso central pudiendo llegar a causar la muerte (Nava-Ruíz and Méndez-Armenta 2017a).

Aparece como un cuadro gastrointestinal coleriforme, con vómitos, diarreas e intensos dolores abdominales, fiebre, insomnio, anemia, hepatomegalia, melanosis, alteraciones cardíacas. La pérdida de sensibilidad en el sistema nervioso periférico es el efecto neurológico más frecuente; aparece una a dos semanas después de exposiciones grandes, y consta de degeneración walleriana de axones, un estado reversible si se suspende la exposición. Los síntomas de la intoxicación aguda pueden aparecer en minutos o bien muchas horas después de la ingestión de entre 100 y 300 mg de As, aunque también es posible la inhalación de polvo de As o la absorción cutánea (Solá. et al. 2017b).

Intoxicación crónica

La intoxicación crónica con arsénico puede presentarse en trabajadores expuestos durante un tiempo prolongado a concentraciones excesivas de compuestos de arsénico en suspensión aérea (L. 2017).

Cuando se tiene una intoxicación crónica los síntomas incluyen cambios en la piel con hiperqueratosis, formación de verrugas y granos en las palmas y plantas de los pies, con grandes áreas de hiperpigmentación intercalados entre pequeñas áreas de hipo pigmentación en la cara, cuello y espalda (Nava-Ruíz and Méndez-Armenta 2017b).

Evoluciona en forma insidiosa y desfavorable si las lesiones se malignizan, sobre todo de piel. Para la recuperación total de la intoxicación crónica por As se requieren de 6 meses a 1 año. Cabe mencionar que la ingestión permanente de aguas contaminadas por sales de arsénico origina el llamado "Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico" (HACRE), afecta diferentes órganos y sistemas, principalmente la piel en la que se describen 4 etapas caracterizadas por sudoración excesiva y prurito, engrosamientos epidérmicos en la zona palmo plantar, asimismo aparecen manchas que comienzan en el tronco y se extienden sin afectar las mucosas y finalmente aparecen lesiones

de la piel que terminan por transformarse en carcinomas (Cáncer de Hutchinson) (Lugarte Obilluz 2018).

Considerable se ha avanzado en los últimos años para abordar el arsénico toxicidad, incluida la genética y la epigenética alteración. A pesar de estos esfuerzos, el molecular exacto y mecanismo celular involucrado en la toxicidad del arsénico son más bien no revelados dado que el metabolismo complicado de arsénico en el cuerpo humano, y ningún tratamiento efectivo para arsenicosis existe (Wang et al. 2017).

Las autoridades de salud son regularmente cuestionadas sobre los riesgos para la salud y el nivel de remediación requerido para rehabilitar las antiguas áreas industriales donde el suelo está contaminado por metales o contaminantes orgánicos (Durand, Sauthier and Schwoebel 2015).

El selenio y el arsénico funcionan de forma antagónica el cuerpo compitiendo en muchas funciones biológicas. Es digno de mención que alimentos como el arroz se riegan con agua de pozo de tubo superficial contaminado con arsénico, potencialmente agregando a la carga tóxica. Incorporado en las comidas diarias de las familias bangladesíes expuestas al arsénico, lentejas con alto contenido de selenio pueden ayudar a mitigar los síntomas de intoxicación por arsénico a largo plazo de forma rentable, culturalmente aceptable y nutricionalmente beneficioso (M. Krohn et al. 2016).

En general, la ingesta de arsénico en el agua potable es la ruta más importante de intoxicación crónica. Además, irrigación de campos de arroz con aguas subterráneas contaminadas con arsénico también puede dar lugar a la exposición crónica al arsénico en las personas con hábitos nutricionales fuertemente basados en el arroz. El arsénico (As) es uno de los carcinógenos humanos más conocidos y entre los contaminantes ambientales más comunes. Debido a su gran abundancia en la corteza terrestre, hay varias regiones donde las concentraciones altas de arsénico en el suelo y el agua (subterránea) representan una significativa amenaza a la salud humana. Por lo tanto,

actualmente se estima que más de 200 millones de personas están en riesgo de arsénico tóxico exposición (R. Weinmuellner et al. 2018).

Arsénico (As), el rey de los venenos, es uno de los más tóxicos ambientales fundamentales. Como es un tóxico notorio, la exposición crónica de los cuales conducir a una plétora de anormalidades como lesiones en la piel, diabetes, trastornos neurológicos, problemas reproductivos y cáncer de diferentes órganos, es decir, pulmón, piel, riñón, hígado. Desafortunadamente, todavía no hay información específica y confiable y tratamiento seguro para arsenicosis excepto algunos antioxidantes y agentes quelantes de metales, la mayoría de los cuales tienen se ha informado que posee manifestaciones tóxicas. Esta aumentó el interés de usar medicamentos biológicamente seguros planta que tiene propiedades de eliminación de radicales libres para contrarrestar Como toxicidades inducidas (Hosen et al. 2016).

Entre la plétora de sustancias tóxicas, el arsénico se clasifica como ambientalmente ubicuo y epidemiológicamente importante metaloide actualmente envenenando a decenas de millones de personas en todo el mundo. Se encuentra tanto en inorgánico y formas orgánicas y en diferentes valencia u oxidación estados en el medio ambiente (Afolabi. et al. 2015).

- La mayor amenaza que conlleva el arsénico para la salud pública proviene del agua de bebida, generalmente como resultado de la ingestión prolongada de agua con bajas concentraciones de arsénico inorgánico. La intoxicación por arsénico (arsenicismo) se manifiesta de forma característica a lo largo de un periodo de cinco a 20 años. Como algunos efectos de la exposición al arsénico son irreversibles, la principal medida de salud pública consiste en prevenir la exposición humana.
- El arsénico ingresa en los acuíferos previa disolución de minerales y menas que lo contienen, y se halla presente en concentraciones elevadas en las aguas subterráneas de algunos lugares. El agua de bebida procedente de fuentes superficiales no suele tener concentraciones elevadas de arsénico, salvo que estas últimas se surtan

de aguas subterráneas para riego contaminadas con arsénico. La exposición al arsénico inorgánico a través de la cadena de los alimentos es limitada, pero se justifica que se realicen más investigaciones sobre la absorción de arsénico por los cultivos regados con agua muy contaminada por éste. Por consiguiente, las estrategias de mitigación se deben concentrar principalmente en la reducción del consumo de agua de bebida con elevadas concentraciones de arsénico.

- Entre los factores que limitan gravemente la capacidad para determinar el alcance de las consecuencias de beber agua contaminada con arsénico figuran la manifestación tardía de las enfermedades, la falta hasta hace poco tiempo de definiciones comunes, la limitada conciencia existente al respecto a nivel local y la sub notificación. Además, sólo desde hace poco tiempo se dispone en muchos países de métodos analíticos para detectar en el agua de bebida concentraciones que tengan efectos en la salud. La falta de una prueba que sea sencilla, aplicable sobre el terreno y de bajo costo sigue limitando considerablemente las posibilidades de conocer mejor el alcance y la gravedad de la contaminación del agua de bebida por arsénico, y limita asimismo el desarrollo del potencial de las pruebas de determinación de la calidad del agua en las comunidades.

Análisis de As

Los mejores indicadores biológicos para la cuantificación de As son sangre, orina y pelo. La exposición alta y baja grupos mostraron una diferencia de cuatro a cincuenta veces en orina concentraciones de arsénico en persona expuestas crónicamente a arsénico inorgánico a través de agua potable (Engström.Karin. et al. 2017).

La intoxicación por arsénico es calamitosa. El mundo de la salud La Organización (OMS) informa que beber arsénico contaminado el agua regularmente aumenta el riesgo de numerosos cánceres y puede conducir a la

pigmentación de la piel cambios e hiperqueratosis. Beber de arsénico contaminado los pozos de tubo ha envenenado crónicamente millones de bangladesíes (P. Murray and Sharmin 2015).

TABLA 9. Principales pruebas de calidad de la leche (SENEAICA 2015).

Pruebas de calidad	Análisis
Sensoriales	Olor y color característicos
Fisicoquímicas	Densidad, sólidos no grasos, grasa, proteína, lactosa y punto crioscópico
Higiénico-sanitarias	Presencia de material extraño, acidez, prueba de alcohol, reductasa, cuenta de células somáticas, cuenta total de bacterias, coliformes, residuos químicos e inhibidores y aflatoxina M1.

Señales específicos

El arsénico tiene una plétora de efectos en los sistemas celulares que son tanto la dosis como el tiempo de exposiciones relacionadas. Poco se sabe de la distribución y el metabolismo de diferentes compuestos de arsénico en humanos cuando dosis farmacológicas son administrados. La mayoría de los estudios iniciales han analizado contenido total de arsénico o utilizado lo que ahora se consideran métodos analíticos su óptimos para medir metabolitos (Kriitharis, P. Bradley and R. Budman 2013).

La terapéutica en la intoxicación oral aguda se fundamenta en la aspiración y lavado gástrico con volumen controlado, tratamiento del shock, del edema pulmonar y del daño del miocardio o hepático en su caso. El antídoto de elección y arma más eficaz en el tratamiento es el BAL® (dimercaprol) que

libera el As de las combinaciones enzimáticas reanudando la actividad bioquímica y favoreciendo su eliminación al aumentar su solubilidad al unirse con el BAL®, reduciendo su toxicidad (Kao et al. 2017).

Métodos de Control

Tanto la forma inorgánica como la forma orgánica de arsénico abandonan el cuerpo en la orina. La mayoría del arsénico abandona el cuerpo en unos días, pero una cantidad permanecerá en el cuerpo durante meses o más tiempo. Si usted se expone a arsénico orgánico, la mayor parte abandonará el cuerpo en unos días (Beebe-Dimmer et al. 2013).

La mayor amenaza que conlleva el arsénico para la salud pública proviene del agua de bebida, generalmente como resultado de la ingestión prolongada de agua con bajas concentraciones de arsénico inorgánico. La intoxicación por arsénico (arsenicismo) se manifiesta de forma característica a lo largo de un periodo de cinco a 20 años. Como algunos efectos de la exposición al arsénico son irreversibles, la principal medida de salud pública consiste en prevenir la exposición humana (OMS).

El arsénico ingresa en los acuíferos previa disolución de minerales y menas que lo contienen, y se halla presente en concentraciones elevadas en las aguas subterráneas de algunos lugares. El agua de bebida procedente de fuentes superficiales no suele tener concentraciones elevadas de arsénico, salvo que estas últimas se surtan de aguas subterráneas para riego contaminadas con arsénico. La exposición al arsénico inorgánico a través de la cadena de los alimentos es limitada, pero se justifica que se realicen más investigaciones sobre la absorción de arsénico por los cultivos regados con agua muy contaminada por éste (OMS)

Entre los factores que limitan gravemente la capacidad para determinar el alcance de las consecuencias de beber agua contaminada con arsénico figuran la manifestación tardía de las enfermedades, la falta hasta hace poco tiempo de definiciones comunes, la limitada conciencia existente al respecto a nivel local y la sub-notificación. Además, sólo desde hace poco tiempo se dispone en

muchos países de métodos analíticos para detectar en el agua de bebida concentraciones que tengan efectos en la salud. La falta de una prueba que sea sencilla, aplicable sobre el terreno y de bajo costo sigue limitando considerablemente las posibilidades de conocer mejor el alcance y la gravedad de la contaminación del agua de bebida por arsénico, y limita asimismo el desarrollo del potencial de las pruebas de determinación de la calidad del agua en las comunidades (OMS)

Existen varias opciones para remover el arsénico del agua de bebida. Entre los métodos eficaces de remoción del arsénico a nivel de la comunidad figuran los siguientes:

Intercambio iónico mediante la utilización de resinas sintéticas producidas comercialmente que pueden remover algunos compuestos del agua; estas resinas remueven arsenatos, pero no arsenitos; (OMS).

Filtrado con alúmina activada (ésta se puede obtener comercialmente en forma granulada); los lechos de alúmina activada generalmente tienen una vida útil mucho más larga que las resinas utilizadas para el intercambio iónico; en general, es posible tratar decenas de miles de tanques antes de que sea necesario regenerar o sustituir la alúmina. Ésta es más eficaz en aguas ligeramente ácidas (pH 5,5 a 6,0); (OMS).

Filtrado con arena; si un agua rica en arsénico también contiene elevadas concentraciones de hierro disuelto, la remoción de éste por filtrado permite remover asimismo buena parte del arsénico. Así pues, el sistema de filtrado del agua a través de tres vasijas (utilizado en Bangladesh) y los filtros de bioarenas (utilizados en Camboya y Nepal) han demostrado su eficacia a nivel doméstico a un costo relativamente bajo (OMS).

Aproximadamente una de cada 100 personas que beben durante largo tiempo agua con una concentración de arsénico superior a 0,05 mg/l posiblemente muera de un cáncer asociado al arsénico. La proporción asciende a un 10% si las concentraciones rebasan 0,5 mg/l.² El preámbulo de la Declaración de

Taiyuan sobre la calidad del agua y el arsénico (2004) dice que en 12 países de Asia las concentraciones de arsénico en el agua subterránea rebasan los niveles permisibles, y al menos 50 millones de personas están expuestas a niveles que rebasan 50 µg/l (OMS).

Para dar buenos resultados, las actividades encaminadas a modificar los comportamientos a favor de la utilización de fuentes alternativas o de métodos de tratamiento doméstico del agua deben estar apoyadas por actividades de comunicación. Por consiguiente, las soluciones de largo plazo deben abarcar actividades de educación y capacitación en gran escala sobre los efectos nocivos del arsénico y la forma de prevenirlos (OMS).

En algunos casos, la utilización de una sola tecnología no basta para asegurar un abastecimiento sostenible, continuo y asequible de agua salubre a las comunidades. Si no se dispone de una fuente de agua salubre durante todo el año, como solución a corto plazo tal vez sea necesario recurrir a una fuente de suministro durante la estación húmeda (por ejemplo aguas subterráneas o agua de lluvia) y a otra durante la estación seca (por ejemplo agua sometida a tratamiento de remoción del arsénico o agua de estanque tratada con un desinfectante doméstico) (OMS).

Intervención de la OMS

En 1958 la OMS enunció su posición sobre los riesgos sanitarios asociados a la presencia de arsénico en el agua de bebida. El valor guía de la OMS vigente respecto de la presencia de arsénico en el agua de bebida (0,01 mg/l) es provisional porque hay incertidumbres no resueltas científicamente (véase el párrafo 5 supra). Si se obtuviera de estudios epidemiológicos rigurosos mayor información sobre los efectos sanitarios en niños, observados en diferentes condiciones, se aportaría una contribución al desarrollo ulterior de las Guías. La OMS, en su documento sobre criterios de salud ambiental (véase el párrafo 3 supra), ha suministrado más información actualizada sobre los efectos sanitarios (OMS).

La OMS elaboró una guía práctica sobre la detección, el manejo y la vigilancia del arsenicismo. Las consecuencias de la ingestión de agua con arsénico constituyen ejemplos de los motivos de preocupación asociados al agua de bebida y la salud.

Niveles de arsénico en alimentos

El arsénico es un contaminante fruto de la actividad humana que forma parte del medio ambiente y que tiene capacidad para entrar en la cadena alimentaria. Puede presentarse de dos formas: la orgánica y la inorgánica (la más tóxica) (Chavarrías 2014).

Según la clasificación que establece la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), el arsénico corresponde a la categoría de "cancerígeno para los seres humanos".

(Grupo 1). Los efectos suelen aparecer a **largo plazo** en forma de distintos tipos de cáncer, trastornos neurológicos, problemas cardiovasculares, endocrinos y renales. El arsénico inorgánico no cambia las características organolépticas del alimento, de ahí que la contaminación no se perciba (Chavarrías 2014).

El estudio de la exposición a arsénico de **vegetarianos y población en general** muestra una media de entre 0,10 hasta 0,42 mg/kg de peso corporal por día y de 0,11 a 0,34 mg/kg de peso corporal al día, respectivamente. Según concluye la EFSA, los resultados no destacan diferencias significativas entre los vegetarianos y el resto de consumidores (Chavarrías 2014).

Más allá que la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció en la última versión de las Guías de Calidad de Agua para consumo humano el valor orientativo de 0,01 mg/l, en el último encuentro del Consejo Hídrico Federal (COHIFE) se confirmó el valor de 0,05 mg/l como límite permitido de arsénico en el agua para consumo humano (Norte 2014).

Medidas sanitarias para la salud pública

Las políticas de salud pública se han enfocado principalmente en el control de arsénico en el agua. La Agencia de Protección Ambiental, por medio de la Ley de Agua Potable Segura, está obligada a regular la concentración de arsénico en el agua.

La salud humana está determinada por factores económicos y ambientales, así como conductas individuales. La salud de la población se relaciona con el acceso al agua y a su calidad, ya que el consumo de agua de mala calidad, incrementa potencialmente el riesgo a diversas enfermedades (Conde Moo, Herrera Bazán and Riesgos 2017).

La Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), tiene la atribución de vigilar la calidad del agua para consumo humano con la que es abastecida la población mediante redes formales de distribución de agua. México cuenta con un amplio y robusto marco regulatorio para proporcionar a la población agua segura y de calidad (Conde Moo et al. 2017)

- Fomentar en la población el desarrollo de actitudes y conductas que le permitan participar en la prevención de enfermedades individuales, colectivas y accidentes, y protegerse de los riesgos que pongan en peligro su salud; (Salud 2015)
- Proporcionar a la población los conocimientos sobre las causas de las enfermedades y de los daños provocados por los efectos nocivos del ambiente en la salud; (Salud 2015)
- Orientar y capacitar a la población preferentemente en materia de nutrición, salud mental, salud bucal, educación sexual, planificación familiar, riesgos de automedicación, prevención de farmacodependencia, salud ocupacional, salud visual, salud auditiva, uso adecuado de los servicios de salud, prevención de accidentes, prevención y rehabilitación de la invalidez y detección oportuna de enfermedades; (Salud 2015)

- Continuar proporcionando la atención médica oportuna suficiente; (Salud 2015)
- Estudios hidrogeológicos y monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas, en particular de la evolución del contenido de As (Ruffino, Fiore and Chiara Zanetti 2013).

CONCLUSIÓN

Al finalizar el presente trabajo, podemos ver que se logró el objetivo planteado, ya que se logró conocer más a detalle la problemática que se observa en la Comarca Lagunera en relación con el Arsénico como metal pesado; observando que, en México, sin duda alguna la región geográfica más afectada por el hidroarsenicismo es la mencionada anteriormente.

No podemos dejar de hacer hincapié en que, las altas concentraciones de arsénico en agua y suelo se han convertido en un problema muy grave para la Comarca Lagunera, y no podemos olvidar ni dejar de lado el hecho de que, las exposiciones prolongadas a este metaloide pueden causar daños crónicos a la salud.

Para el caso de los alimentos, la importancia del estudio de los metales pesados, radica en que se ha observado que estos pueden llegar a causar contaminación en todo tipo de sustancias comestibles ya sea de origen vegetal o animal y estas a su vez pueden llegar al ser humano por medio de la ingesta (cadena alimenticia); de ahí la importancia de conocer la situación actual específicamente para la leche bovina en relación con el Arsénico.

En resumen, la finalidad de la presente investigación fue contribuir un poco más a como se podría ver afectada la calidad de la leche que se produce en la comarca lagunera ya que es una región donde se ha demostrado que el contenido de arsénico en sus aguas superan los límites máximos establecidos por la OMS (Organización Mundial de la Salud), y esta se utiliza se utiliza en los establos lecheros en sus procesos.

RECOMENDACIÓN PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

- Determinar la calidad del agua de los pozos que suministran a los establos.
- Realizar estudios de toxicidad del As en cada uno de los productos derivados de la leche.

- Buscar nuevas alternativas para disminuir la propagación del As.
- Actualizar año con año la información del As.
- Realizar estudios de toxicidad por As en los forrajes que se utilizan para alimentar al ganado bovino.
- Cuantificar las concentraciones de arsénico en el suelo.

LITERATURA CITADA

- A Jara, E. & C. K Winter. (2014). Dietary exposure to total and inorganic arsenic in the United States. 1:3.
- Afolabi., O. K., A. D. Wusu., O. O. Ogunrinola., E. O. Abam, D. O. Babayemi, O. A. Dosumu, O. B. Onunkwor, E. A. Balogun, O. O. Odukoya & O. Ademuyiwa (2015) Arsenic-induced dyslipidemia in male albino rats: comparison between trivalent and pentavalent inorganic arsenic in drinking water. 6:15
- Ann Raven, L., B. G Cocks, M. E. Goddard, J. E. Pryce & B. J Hayes. (2014). Genetic variants in mammary development, prolactin signalling and involution pathways explain considerable variation in bovine milk production and milk composition. 46:29.
- Arreguín Cortés, F. I., R. Chávez Guillén & P. R. Soto Navarro. (2014). presencia de arsénico en el agua subterránea en México.
- Atilio de la Orden, E. (2017). Contaminación 13.
- Ayala Armijos, J. & H. Romero Bonilla. (2013). Presencia de metales pesados (Arsénico y Mercurio) en leche de vaca al sur de Ecuador. 17, 36-43.
(2015) La granja. 17, 36-46.
- Beebe-Dimmer, J. L., P. T Iyer, J. O Nriagu & S. Mehta. (2013). Genetic variation in Glutathione S-Transferase Omega-1, Arsenic Methyltransferase and Methylene-tetrahydrofolate Reductase, arsenic exposure and bladder cancer: a case-control study. 11:43.

Brieva Jiménez, D., S. Montes Peñaranda, N. Pérez Romero, A. Pico, D. Carlos & J. R. Triana Antonio. (2018). El agua, fuente de vida.

C. Gillispie, E., T. D. Sowers, O. W. Duckworth & M. L. Polizzotto. (2015). Soil Pollution Due to Irrigation with Arsenic-Contaminated Groundwater: Current State of Science. 1, 1-12.

C. Reyes, Y., I. Vergara, O. E. Torres, M. Díaz & E. E. González. (2016a). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. 16, 66-77 (2016b). Heavy metals contamination: implications for health and food safety. 16, 66-77.

Caballero Miranda, C. I. Suelos.

Ciprotti, M., A. Sorbo & S. Orlandini. (2014). Preparation of liquid milk for proficiency test and internal quality control for chemical elements in foo. 18, 333-339.

Conde Moo, P. d. C., J. J. H. Herrera Bazán & C. d. E. y. M. d. Riesgos. (2017). Agua saludable.

Chavarías, M. (2014). Niveles de arsénico en alimentos.

Chávez, M. (2013.) Evaluación de dos técnicas analíticas para la especiación de arsénico en aguas superficiales del sur del Perú. 26, 20-26.

Dakeishi, M., K. Murata & P. Grandjean. (2016). Long-term consequences of arsenic poisoning during infancy due to contaminated milk powder. *Environ Health*, 5, 31.

- Del Rio, M., J. Alvarez, T. Mayorga, S. Dominguez & C. Sobin (2017). A comparison of arsenic exposure in young children and home water arsenic in two rural West Texas communities. 17:850, 13.
- Durand, C., N. Sauthier & V. Schwoebel. (2015). Assessment of exposure to soils contaminated with lead, cadmium, and arsenic near a zinc smelter, Cassiopée Study, France, 2008. 187: 352.
- Engström.Karin., T. K. Wojdacz, F. Marabita, P. Ewel, M. Käller, F. Vezzi, N. Prezza, J. Gruselius, M. Vahter & K. Broberg. (2017). Transcriptomics and methylomics of CD4- positive T cells in arsenic- exposed women. 92, 2067–2078.
- Enríquez Rubio, E. (2013). Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias.
- Fang Zhang, Y., M. W. Carew, W. Hui Hao, J. F. Chuen Loo & (2013). Multidrug resistance protein 1 (ABCC1) confers resistance to arsenic compounds in human myeloid leukemic HL-60 cells. 87, 1013-1023.
- Foddai, A., C. Enøe, A. Stockmarr, K. Krogh & Å. Uttenthal⁴ (2015). Challenges for bovine viral diarrhoea virus antibody detection in bulk milk by antibody enzyme-linked immunosorbent assays due to changes in milk production levels. 57:32
- Galatovic Carabantes, A. & f. G. Nilda. (2105). As en el agua bebida. 39.
- García-Rico, L. & L. Tejeda-Valenzuela (2013). Total and inorganic arsenic in dietary supplement supplies in northern Mexico. 185, 6111-6117.

- Ghosh, A., S. Majumder, M. A. Awal & D. R. Rao (2013). Arsenic Exposure to Dairy Cows in Bangladesh. 64, 151–159.
- Gomez Gomez, M. & C. Danglot Banck (2018). Contaminacion ambiental. 66, 254-260.
- Gro Olsen, H., T. M. Knutses, A. Kohler, M. Svendsen, L. Gidskehaug, H. Grove & T. Nome (2017). Genome-wide association mapping for milk fat composition and fine mapping of a QTL for de novo synthesis of milk fatty acids on bovine chromosome 13. 49:20 13.
- Harte, J., C. Holden., R. Scheneider. & C. Shirley. (2017). Toxics A to Z. A guide to everyday pollution hazards. Univ. of California Press. 12.
- Hosen, S. M. I., D. Das, R. Kobi, D. U. S. Chowdhury, M. J. Alam, B. Rudra, M. A. Bakar, S. Islam, Z. Rahman & M. Al-Forkan (2016). Study of arsenic accumulation in rice and evaluation of protective effects of *Chorchorus olitorius* leaves against arsenic contaminated rice induced toxicities in Wistar albino rats. 17:46.
- Islam, M. R., J. Attia, M. Alauddin, M. McEvoy, P. McElduff, C. Slater, M. M. Islam, A. Akhter, C. d'Este, R. Peel, S. Akter, W. Smith, S. Begg & A. H. Milton (2014). Availability of arsenic in human milk in women and its correlation with arsenic in urine of breastfed children living in arsenic contaminated areas in Bangladesh. *Environ Health*, 13, 101.
- J. Lasa, C., M. Mantecón, G. A. & J. Pineda. (2016). Especial vacuno de leche. 13.
- Jeske, S., E. Zannini & E. K. Arendt (2015). Evaluation of Physicochemical and Glycaemic properties of commercial plant-based substitutes.

Ochoa Reyes, Juan. Lerma Santana, Andrés. Gómez Reza, Luis. Reta Sánchez, Araceli. Fernández Escajeda, Donaciano. Vidal Flores, Alejandro. Treviso Ortiz, Lourdes. González Piñeiro, Dulce María. Ornelas Reynoso, Martha. Fernández Luna, Fabiola. Hernández García, Araceli. Chavira Renova, Jaime. Orozco Domínguez, Luis Raúl. (2009). Arsenicismo subagudo y crónico. Estudio retrospectivo en 44 pacientes. 53.

Juhasz, A., E. Smith, R. Naidu & N. C. Jack (2015). Assessing the bioavailability and bioaccessibility of metals and metalloids.

K. H. Lo, R. & Y.-L. Kwong (2014). Arsenic trioxide suppressed mantle cell lymphoma by downregulation of cyclin D1 93, 255-265.

Kamwine, M., P. Orikiriza, K. Taseera, J. Stanley Iramiot, P. Ojuka & IkirizaSteven (2017) bovinos de leche. 10:215

Kao, Y.-T., C.-H. Wu, S.-Y. Wu, S.-H. Lan, H.-S. Liu & Y.-S. Tseng (2017). Arsenic treatment increase Aurora-Aoverexpression through E2F1 activation in bladder cells. 17.

Kritharis, A., T. P. Bradley & D. R. Budman (2013). The evolving use of arsenic in pharmacotherapy of malignant disease. 92719-730.

kumar, S. K., A. Logeshkumaran, N. S. Magesh, P. S. Godson & N. Chandrasekar (2015) Hydro-geochemistry and application of water quality index (WQI) for groundwater quality assessment, Anna Nagar, part of Chennai City, Tamil Nadu, India. 5, 5:335–343.

Kuramata, M., T. Abe, A. Kawasaki, K. Ebana, T. Shibaya, M. Yano & S. Ishikawa (2018). Genetic diversity of arsenic.

L., G. P. (2017). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 18.

L. Pérez-Carrera, A., F. E. Arellano & A. Fernández-Cirelli (2106a) Concentration of trace elements in raw milk from cows in the southeast of Córdoba province, Argentina. 96, 591–602. (2106b) Concentration of trace elements in raw milk from cows in the southeast of Córdoba province, Argentina. 26, 591–602.

Lugarte Obilluz, N. (2018). Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por arsénico 65.

M. Krohn, R., R. Raqib, E. Akhtar, A. Vandenberg & U. E. G. Smits (2016). A high-selenium lentil dietary intervention in Bangladesh to counteract arsenic toxicity: study protocol for a randomized controlled trial. 17:218

Meléndez, P. (2017). La importancia de la calidad del agua y su impacto en la producción de leche.

Messler., S., M. Malecki., P. Fuchs. & F. Mattner. (2015). Air contamination with *A. baumannii* during wound dressing change in burn patients but not in surgical patients. 4, 2-2.

Nava-Ruíz, C. & M. Méndez-Armenta (2014). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). 16, 140-147. (2017a) Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). 16, 140-147. (2017b) Neurotoxic effects of heavy metals cadmium, lead arsenic and thallium. 16, 140-147.

Navoni, J. A., D. De Pietri, S. Garcia & V. L. E. C. (2012a). Riesgo sanitario de la población vulnerable expuesta al arsénico en la provincia de Buenos Aires, Argentina 31, 1-8.

Navoni, J. A., D. D. Pietri, S. Garcia & E. C. V. Lepori (2012b). Riesgo sanitario de la población vulnerable expuesta al arsénico en la provincia de Buenos Aires, Argentina. 31.

NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental. agua para uso y consumo humano. límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Nordberg, g. (2018). metales: propiedades químicas y toxicidad. 13.

Norte, D. (2014). Ratifican el valor de 0,05 mg/l como límite de arsénico permitido en el agua para consumo humano.

OMS. Mitigación de los efectos del arsénico presente en las aguas subterráneas.

Ortega-Guerrero, A. (2017). Evaporative concentration of arsenic in groundwater: health and environmental implications, La Laguna Region, Mexico. 39, 987-1001.

Ortiz Pérez, M. D. (2015). El agua para el consumo humano en México.

P. Murray, M. & R. Sharmin (2015). Groundwater arsenic and education attainment in Bangladesh. 33:20, 3-10.

Paiva Della Libera, A. M. M., F. Nogueira de Souza, C. Freitas Batista, B. Parapinski Santos, L. F. Fernandes de Azevedo & E. M. Ramos Sanchez

(2015) Effects of bovine leukemia virus infection on milk neutrophil function and the milk lymphocyte profile. 46:2, 8.

Petrovski, K., R. Jozani, A. Hoare & F. Hemmatzadeh (2018). Discrimination between some Mycoplasma spp. and Acholeplasma laidlawii in bovine milk using high resolution melting curve analysis. 11:107 4.

Quessada Gaona, L. (2013). La dinámica de los contaminantes en el suelo y las interacciones entre plantas, animales, hombres, medioambiente los cuales son factores a considerar.

R. Weinmuellner, K. Kryeziu, B. Zbiral, K. Tav, B. Schoenhacker- Alte, D. Groza, L. Wimmer, M. Schosserer, F. Nagelreiter, S. Rösinger, M. Mildner, E. Tschachler, M. Grusch, J. Grillari & P. Hefeter (2018). Long-term exposure of immortalized keratinocytes to arsenic induces EMT, impairs differentiation in organotypic skin models and mimics aspects of human skin derangements. 92, 181–194

Ramirez, C. G. & C. Yaung (2013). ciclo del arsenico.

Rangel Montoya, E., L. E. Montañez Hernández, L. E. M. P. & N. Balagurusamy (2015). Impacto del arsénico en el ambiente y su transformación por microorganismos. 33.

Rangel Montoya, E. A., L. E. Montañez Hernández, M. P. Luévanos Escareño & N. Balagurusamy (2014). Impacto del arsénico en el ambiente y su transformación por microorganismos.

Ruffino, B., S. Fiore & M. Chiara Zanetti (2013). Environmental–sanitary risk analysis procedure applied. 20, 498'-4992.

Salud, S. d. (2015). Ley General de Salud.

Sandhi, A., M. Greger, T. Landberg, G. Jacks & P. Bhattacharya (2017). Arsenic concentrations in local aromatic and high-yielding hybrid rice cultivars and the potential health risk: a study in an arsenic hotspot. 189: 184, 8.

SEMARNAT. Suelos.

SENASICA (2015). Practicas pecuaria producción de leche bovina.

Sepúlveda Saa, R. (2013). El arsénico en la contaminación de aguas subterráneas. 12.

Siddiki, M. S. R., S. Ueda & I. Maeda (2017). Fluorescent bioassays for toxic metals in milk and yoghurt. 12:76.

Siddiki., M. S. R., S. Ueda. & I. Maeda. (2017). Fluorescent bioassays for toxic metals in milk and yoghurt. 12:76.

Silva Arroyave, S. M. & F. J. Correa Restrepo (2014). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica*. 12.

Singh, A. L., V. K. Singh & A. Srivastava (2013). Effect of arsenic contaminated drinking water on human chromosome: a case study. *Indian J Clin Biochem*, 28, 422-5.

Solá., M. L. S., F. J. González-Delgad., D. G. Welle., C. R. Armendáriz. & A. H. d. I. Torre (2017a). Analysis, diagnosis and treatment of arsenic poisoning.

- Solá., M. L. S., F. J. González-Delgado., D. G. Weller., C. R. Armendáriz. & A. H. d. I. Torre. (2017b). Análisis, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones arsenicales.
- Tegegne, B. & S. Tesfaye (2017). Bacteriological milk quality: possible hygienic factors and the role of *Staphylococcus aureus* in raw bovine milk in and around Gondar, Ethiopia. 4:1
- Verma, A. & K. Ambatipudi (2016). Challenges and opportunities of bovine milk analysis by mass spectrometry. 3:8.
- Villareal González, J. R., A. Aguilar Valdés & A. Luévano González (2016). El Impacto Socioeconómico de la Ganadería Lechera en la Región Lagunera.
- Wang, D., Y. Shimoda, S. Wang, Z. Wang, J. Liu, X. Liu, H. Jin, F. Gao, J. Tong, K. Yamanaka, J. Zhang & Y. An (2017). Total arsenic and speciation analysis of saliva and urine samples from individuals
- Living, A. (2014). In a chronic arsenicosis area in China. 17, 22:45
- Zhang, L., A. D. J. van Dijk & K. Hettinga (2017). An interactomics overview of the human and bovine milk proteome over lactation. 15:1.
- Zheng, J. R. a. & B. W. H. Organ (2016). Respuesta de la OMS. 90:839.
- Zhu, F., S. Yao, M. Qiao & F. Wenxiu. (2015). Assement of potential health risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in China. 185, 3909-3916.

