

Determinación de la concentración de arsénico en aguas subterráneas para consumo humano en el partido de Moreno, Buenos Aires, Argentina

Determination of arsenic concentration in groundwater for human consumption in Moreno Municipality, Buenos Aires, Argentina

Au

Sebastián Jasid ¹
Cristina Bernal ¹

Doctor en Biofísica
Bioquímica

¹ Laboratorio de Control Sanitario, Secretaría de Salud de Moreno, Argentina

sjasid@hotmail.com

Rs

RESUMEN

El arsénico (As) es un contaminante natural que se encuentra presente en el ambiente, tanto en la corteza terrestre como en el agua. La ingesta sostenida en el tiempo de agua contaminada con As incrementa el riesgo de padecer un cuadro clínico denominado Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico. La Organización Mundial de la Salud (OMS) fijó como límite máximo para las aguas de consumo humano una concentración de As de 10 µg/l (10 ppb), valor de corte que posteriormente fue incorporado al Código Alimentario Argentino. Desde hace más de un centenar de años, la llanura Chaco-Pampeana presenta naturalmente concentraciones significativas de As en sus acuíferos. En este trabajo se determinó el contenido total de As en aguas subterráneas de las distintas localidades de Moreno, provincia de Buenos Aires, utilizando como puntos de testeo los Centros de Atención Primaria de la Salud distribuidos en todo el partido. Pudo observarse que los valores obtenidos se encuentran por encima de los límites establecidos por los distintos organismos nacionales e internacionales. Frente a esta situación, se discute el abordaje sanitario que debería llevarse a cabo para brindar diferentes estrategias que garanticen un agua segura para el consumo de los habitantes de la región.

Palabras clave: Arsénico; Agua Subterránea; Argentina

Ab

ABSTRACT

Arsenic (As) is a natural contaminant present in the environment, both in the Earth's crust and in water. Long-term consumption of arsenic-contaminated waters increases the risk of developing a clinical condition known as Chronic Endemic Regional Hydroarsenicism. The World Health Organization (WHO) established a maximum arsenic concentration of 10 µg/l (10 ppb) for drinking waters, a limit that was later incorporated into the Argentine Food Code. For more than a century, the Chaco-Pampean Plain has been known to contain elevated arsenic concentrations in its aquifers. This study determined the total arsenic concentration in groundwater from different localities in Moreno, province of Buenos Aires, using Primary Health Care Centers distributed throughout the municipality as sampling sites. The values obtained exceeded the limits established by different national and international agencies. In light of these findings, this study discusses the public health approach that should be implemented, and proposes strategies to ensure access to safe drinking water for the population of the region.

Keywords: Arsenic; Groundwater; Argentina

In

INTRODUCCIÓN

El arsénico (As) es un elemento químico que se encuentra presente en el ambiente en forma natural, tanto en la corteza terrestre como en las aguas superficiales y subterráneas. La toxicidad del As para los seres vivos y su movilidad en el ambiente, están íntimamente ligadas a la forma en la que este metaloide se presenta (1), la cual depende de diversos factores químicos (estado de oxidación, disociación en medio acuoso, pH), físicos (estado de agregación, temperatura, tamaño de partícula) y biológicos (velocidad de absorción en las células, velocidad de eliminación, solubilidad en medio biológico) (2). El As es considerado por algunos autores como una “toxina esencial”, puesto que es requerido en muy pequeñas cantidades para el crecimiento y el metabolismo de seres vivos, pero es altamente tóxico en concentraciones elevadas (3-4).

Los efectos tóxicos de los compuestos con As para los seres humanos dependen en gran medida de su forma química, diferenciándose dos grupos de compuestos: inorgánicos y orgánicos.

Una de las principales formas inorgánicas en la que aparece el As en la naturaleza corresponde a su estado oxidado (AsV) formando parte de compuestos químicos como el pentóxido de arsénico (As₂O₅) o los arseniatos (AsO₄). Los compuestos de AsV son la expresión menos tóxica de dicho elemento, siendo su toxicidad 10 veces menor que la correspondiente a los arsenitos (AsO₃) o el trióxido de arsénico (As₂O₃) en los que el Asestá presente en un estado de oxidación menor (AsIII) (5-7).

Entre las formas orgánicas, las estructuras metiladas son las principales, siendo menos tóxicas que las formas inorgánicas (2,8). Estos compuestos orgánicos, si bien están presentes en pequeñas concentraciones en aguas subterráneas, se encuentran más frecuentemente en alimentos y suponen una importante vía de exposición de la población al As (9-10).

Las concentraciones de As en aguas dulces del planeta son muy variables, pudiendo oscilar entre 1 a 10 µg/l en algunas zonas, hasta más de 50.000 µg/l en otras áreas (8,11). En el pasado, la concentración máxima permitida en aguas de consumo humano por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) era de 50 µg/l (50 ppb). Durante el primer lustro del nuevo milenio, éste y otros organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) (12) adoptaron un nuevo estándar referente a la máxima concentración permitida para As de 10 µg/l (10 ppb). El nuevo valor de corte fue incorporado provisionalmente al Código Alimentario Argentino (CAA) frente a la evidencia de su peligrosidad. No obstante, la información disponible en Argentina sobre los efectos deletéreos del As sobre la salud continúa siendo limitada (13). En sintonía, se dispuso

permitir a las autoridades locales extender el límite permitido hasta 50 µg/l (50 ppb) frente a dos situaciones: que la composición natural del suelo lo haga inevitable y que no existan tecnologías de corrección aplicables o factibles en ese momento, hasta contar con los resultados del estudio “Hidro-arsenicismo y Saneamiento Básico en la República Argentina” (14). En consecuencia, algunas provincias argentinas (incluyendo algunos distritos de la provincia de Buenos Aires) han mantenido o adoptado históricamente el valor de 50 µg/l (50 ppb) de As en agua como límite máximo tolerable.

Por otro lado, existen cuantiosos, aunque dispersos, datos del contenido de As en aguas de consumo humano en Argentina. Se han detectado altas concentraciones de As en la llanura Chaco-Pampeana, en la región andina de Cuyo, en la región central y en el noroeste del país (14). Si bien el As en aguas subterráneas de algunas regiones de la Argentina está presente en niveles superiores a los recomendados por la OMS (15-16), tanto la movilidad como la toxicidad del As dependen de su forma y estado de oxidación, razón por la cual, dilucidar el verdadero grado de toxicidad y exposición, resulta una tarea compleja. Por lo tanto, determinar cuáles son las especies presentes en el agua y/o alimentos es un dato relevante al momento de evaluar los posibles efectos deletéreos sobre la salud (17).

La ingesta sostenida en el tiempo de aguas contaminadas con As incrementa el riesgo de padecer un cuadro clínico tipificado como Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE) (18). El HACRE se conoce en el país desde principios del siglo pasado, cuando en la ciudad cordobesa de Bell Ville se dio uno de los casos con mayor repercusión a nivel mundial de afectación de la salud humana por consumo de agua con As. El gran número de casos de HACRE ocurridos en esta ciudad hizo que la patología se conociera inicialmente como “enfermedad de Bell Ville” (19). A causa de esta enfermedad endémica, poblaciones enteras se encuentran con alto riesgo de adquirir patologías neurológicas, cardiovasculares, pulmonares, dermatológicas, etc. (20). Debido a los altos niveles de As en aguas subterráneas (en algunos casos hasta 4000 µg/l) y a su amplia distribución geográfica, la Argentina ocupa uno de los lugares en el mundo con mayor cantidad de población susceptible de sufrir efectos por la ingesta de este elemento presente en agua o en alimentos (19). Se estima que un millón y medio de personas distribuidas en 11 provincias de la República Argentina consumen agua con niveles de As que superan los 50 µg/l (21).

Asimismo, en la región se pueden diferenciar, desde un punto de vista hidrogeológico, tres tipos de acuíferos superpuestos con características distintivas y particulares de cada uno de ellos en cuanto a los sedimentos que lo

integran, origen, edad, espesores de los mismos, productividad (potencialidad de los mismos) y composición química del agua subterránea. En tal sentido, pueden diferenciarse el acuífero Pampeano (acuífero superior), el acuífero Puelche (acuífero medio) y el acuífero Paraná (acuífero inferior). La llanura Chaco-Pampeana tiene concentraciones significativas de As en sus acuíferos, siendo una de las áreas más afectadas de Argentina (16,22). Esto es debido a la liberación natural de As desde sedimentos de origen andino que fueron depositándose gradualmente en la región y, eventualmente, fueron disolviéndose en el agua subterránea. Dichos fenómenos tienen lugar desde hace más de 150 millones de años (fines del período Jurásico y principios del Cretácico), debido a la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental sudamericana, gestando la estructura de lo que hoy conocemos como la Cordillera de los Andes. Todos estos procesos geológicos y erosivos que datan de hace cientos de miles de años, han provocado que este metaloide se fuera incorporando tanto a los lechos de agua superficiales (ríos, lagos, mares) como subterráneos (freáticas y acuíferos).

Considerando relevamientos llevados a cabo en la provincia de Buenos Aires, resulta importante subrayar que, si bien el 87% de la superficie total de la provincia cuenta con aguas subterráneas con un contenido de As superior a 50 µg/l, sólo el 9% de la población habita dichos territorios, mientras que el 91% restante lo hace en regiones con menos de 50 µg/l de As (13).

El partido de Moreno se encuentra localizado en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, tiene una superficie de 184,17 km² y cuenta con una población de 576.632 habitantes de acuerdo al censo llevado a cabo en la Argentina en el año 2022 (23). Del mismo modo que sucede en otros distritos de la región, el acceso al agua potable es un desafío en el municipio de Moreno, en donde la cobertura de la red de agua provista por la empresa Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA) abastece al alrededor

del 40% de las personas con una cobertura de agua servida de aproximadamente 21 km² y una extensión aproximada de 575 km. Un relevamiento llevado a cabo por dicha empresa en el año 2014, marca que, en líneas generales, el abastecimiento del agua de red también implica la extracción de aguas subterráneas a través de 67 perforaciones localizadas en distintos puntos del municipio. Por otro lado, un alto porcentaje de la población accede al agua a través de perforaciones particulares hechas en sus domicilios. La calidad del agua subterránea se encuentra estrechamente relacionada con la profundidad alcanzada por la perforación, toda vez que ciertas fuentes de contaminación de estos lechos de agua provienen de la superficie a través del arrastre de solutos y partículas por distintos procesos fisicoquímicos (lixiviación, filtración, entre otros). En este sentido, el acuífero pampeano (el más frecuentemente utilizado como recurso hídrico), es un acuífero no confinado que se extiende desde el nivel freático hasta una profundidad de 54 a 56,5 m y es más vulnerable.

En este sentido, el Laboratorio de Control Sanitario del municipio de Moreno, tiene entre sus principales actividades el análisis microbiológico y fisicoquímico del agua de bebida. A raíz de la modificación mencionada en los límites para el As, recomendados por el CAA, hace más de 15 años se incorporó las tareas del laboratorio la búsqueda de este analito en el agua de consumo humano. Por todo esto, y dado que Moreno se encuentra geográficamente situado dentro de la llanura Chaco-Pampeana y sobre el acuífero Puelche, conocer el tenor de As de las aguas subterráneas de este municipio podría aportar información sumamente relevante. En este trabajo se muestran los resultados del contenido total de As en varios puntos geolocalizados de las distintas localidades de Moreno y en muestras de aguas envasadas y comercializadas en el distrito. Asimismo, se discute el abordaje sanitario que debería llevarse a cabo para garantizar un agua segura para el consumo de los habitantes de la región.

Mts

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de campo fue llevado a cabo en el partido de Moreno, perteneciente a la Región Sanitaria VII de la provincia de Buenos Aires. Dentro del distrito, la atención de la salud se encuentra organizada con una estrategia sanitaria descentralizada, de modo de facilitar a los vecinos el acceso a la salud pública a través de diversos centros de atención primaria, para evitar el colapso de las instituciones de mayor complejidad y especificidad. Estos centros de atención primaria de la salud (CAPS) están constituidos por 42 Unidades Sanitarias (US), 2 Postas Sanitarias, 2 Centros Integrales Comunitarios (CIC) y el Polo Sanitario,

englobados en 8 zonas sanitarias que cubren todo el territorio. La geolocalización de los CAPS fue obtenida a partir de datos de GPS proporcionados por Google Maps®-Alphabet Inc.

Toma de muestras de agua

Las muestras de agua fueron recolectadas de los diferentes CAPS situados en las 6 localidades del partido de Moreno, tomadas en frascos plásticos estériles dentro de las instalaciones sanitarias (baño, cocina) de los establecimientos y transportadas en frío hacia el laboratorio, donde fueron procesadas dentro de las 2 a 4

horas posteriores a la obtención. Las muestras de agua comercial fueron colectadas de forma similar a partir de bidones de 20 litros provistos por las empresas elaboradoras CIMES®, M&M FERNÁNDEZ® e IVESS®.

Determinación de arsénico en agua

La concentración total de As en agua fue determinada empleando una técnica colorimétrica semicuantitativa provista por el kit Arsenic Test MQuant® -Supelco, Sigma Aldrich-. El método se fundamenta en la reacción de un

volumen conocido de muestra con un agente reductor en medio ácido. El arsénico (AsIII, AsV) es reducido a arsina (AsH3) que se libera a la fase gaseosa de la cámara, donde reacciona con un último reactivo en un soporte sólido. La presencia de As tiñe la tira reactiva de color amarillo/amarronado y su concentración total es obtenida por comparación con un patrón colorimétrico de 8 valores entre 0 y 500 µg/l provisto por el fabricante. El blanco de muestra fue llevado a cabo utilizando agua destilada desmineralizada de conductividad (25°C) <1,8 µS/cm.

Rs

RESULTADOS

El partido de Moreno se encuentra localizado en el noroeste de la provincia de Buenos Aires y tiene una superficie de 184,17 km² (Figura 1). Las muestras de agua para determinar el contenido total de As fueron obtenidas

de los CAPS del municipio, dado que su distribución territorial es amplia y se asume como representativa del área estudiada (Tabla 1).

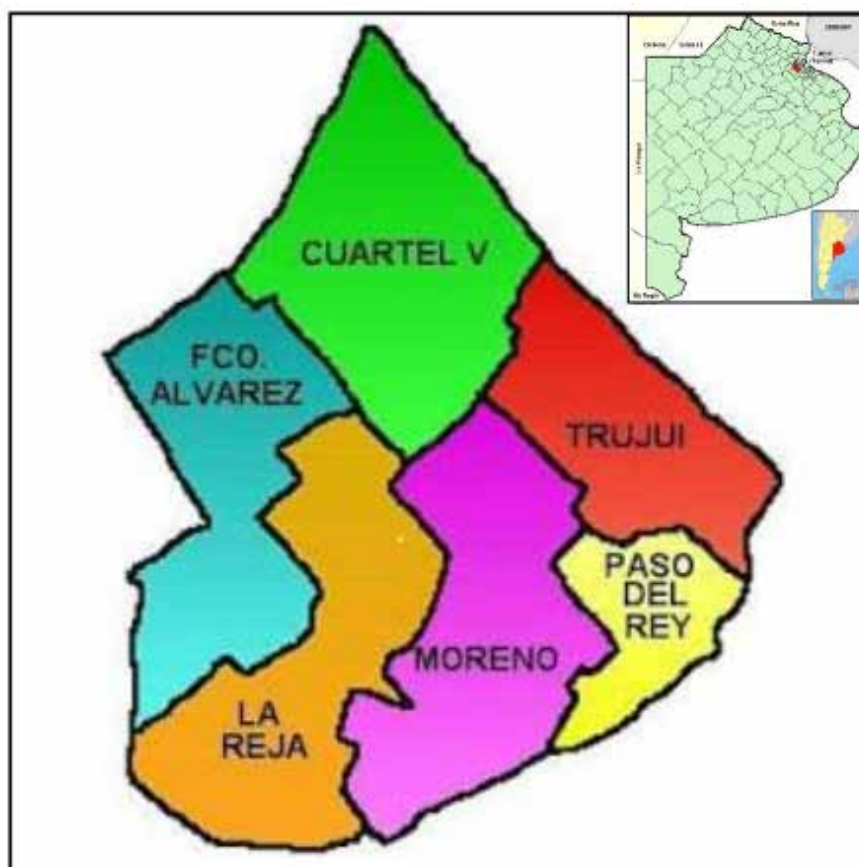


Figura 1. Mapa con las localidades del partido de Moreno y localización del partido de Moreno en la provincia de Buenos Aires
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Geolocalización de los CAPS en el partido de Moreno

ZONA SANITARIA	CAPS	DIRECCIÓN	LATITUD	LONGITUD
MORENO SUR	Lomas de Casasco	Ambrosetti 2850 (B1745EZD) -La Reja-	34°39 '54.4 '' S	58°49 '38.4 '' W
	Martín Fierro	Blas Parera 2260 (B1744FBZ) -Moreno-	34°39 '42.8 '' S	58°48 '26.2 '' W
	La Victoria	El Tiziano 3009 (B1744DSI) -Moreno-	34°40 '18.0 '' S	58°48 '57.1 '' W
	Posta Alcorta	Roque Sáenz Peña 1862 (B1744HWJ) -Moreno-	34°39 '34.9 '' S	58°46 '48.1 '' W
	Juramento	Juramento 1723 (B1744FZC) -Moreno-	34°39 '54.1 '' S	58°47 '42.1 '' W
	Eduardo Corsi	Avenida Miero 906 (B1744HUM) -Moreno-	34°39 '03.1 '' S	58°48 '21.7 '' W
	Atalaya	Juan Vacaro y Arenales (B1745HED) -La Reja-	34°40 '43.7 '' S	58°50 '11.8 '' W
MORENO CENTRO	San Jorge	Fonrouge 2202 (B1744JFF) -Moreno-	34°40 '09.0 '' S	58°47 '55.8 '' W
	Polo Sanitario	Avenida del Libertador 750 (B1744AAU) -Moreno-	34°38 '31.5 '' S	58°47 '22.6 '' W
	Barrio 2000	Carlos Gardel 902 (B1744XXX) -Moreno-	34°38 '01.5 '' S	58°47 '58.1 '' W
MORENO NORTE	Indaburu	Segurola 1487 (B1743JZU) -Moreno-	34°36 '35.8 '' S	58°47 '08.9 '' W
	25 de Mayo	Araucanos 237 (B1743IZE) -Moreno-	34°36 '01.3 '' S	58°48 '17.6 '' W
	Los Paraísos	El Salvador 6618 (B1743AXL) -Moreno-	34°37 '04.9 '' S	58°46 '34.9 '' W
	San José	Perú 5160 (B1743BJH) -Moreno-	34°37 '33.0 '' S	58°47 '33.9 '' W
	La Perla	Hilario Ascasubi y Zárate (B1743XXX) -Moreno-	34°36 '41.7 '' S	58°47 '56.7 '' W
	La Perlita	12 de Octubre 5569 (B1743AOA) -Moreno-	34°37 '36.5 '' S	58°47 '02.6 '' W
	Jardines	Enrique Larreta 3067 (B1743DNA) -Moreno-	34°37 '29.8 '' S	58°48 '25.0 '' W
FRANCISCO ÁLVAREZ	Francisco Álvarez	Fray Mamerto Esquiú 508 (B1746DWL) -Francisco Álvarez-	34°37 '54.3 '' S	58°51 '07.3 '' W
	Reja Centro	Alfonsina Storni 1476 (B1738DTN) -La Reja-	34°38 '12.0 '' S	58°49 '31.6 '' W
	Altos de la Reja	Pilcomayo 3636 (B1745JNH) -La Reja-	34°38 '58.0 '' S	58°50 '13.3 '' W
	Cortejarena	Juan Cruz Varela 600 (B1738GQL) -La Reja-	34°37 '23.9 '' S	58°49 '51.2 '' W
	Villa Escobar	Vidt 1267 (B1746BBM) -Francisco Álvarez-	34°38 '26.6 '' S	58°52 '02.8 '' W
	Reja Grande	Victorino de la Plaza 1917 (B1738ALM) -La Reja-	34°36 '40.3 '' S	58°50 '27.2 '' W
PASO DEL REY	José María Cortes	Salvador María Del Carril 4051 (B1742IMC) -Paso del Rey-	34°38 '16.9 '' S	58°44 '25.6 '' W
	Centro de Zoonosis	Concordia 1721 (B1744XXX) -Moreno-	34°38 '56.4 '' S	58°46 '23.5 '' W
	Bongiovanni	Remedios de Escalada 4616 (B1742GCF) -Paso del Rey-	34°37 '29.4 '' S	58°44 '50.5 '' W
	CIC Sanguinetti	Corrientes 2301 (B1742HJM) -Paso del Rey-	34°38 '37.0 '' S	58°45 '31.6 '' W
	Parque Paso del Rey	Fray Beltrán 2631 (B1742CBS) -Paso del Rey-	34°37 '24.4 '' S	58°45 '34.0 '' W
	Laboratorio Sanitario	Graham Bell 2478 (B1743NLF) -Moreno-	34°37 '55.6 '' S	58°46 '01.4 '' W
	Paso del Rey	Yapeyú 250 (B1742DUD) -Paso del Rey-	34°39 '17.4 '' S	58°45 '23.1 '' W
CUARTEL V	Anderson	Santos Discépolo 6772 (B1740KTN) -Cuartel V-	34°31 '41.2 '' S	58°48 '42.7 '' W
	Los Hornos	Miguel Lillo y TteGralRiccheri (B1740XXX) -Cuartel V-	34°33 '48.3 '' S	58°48 '09.3 '' W
	6 de Enero	El Teatro y Livia Koppman (B1740XXX) -Cuartel V-	34°32 '13.6 '' S	58°48 '40.1 '' W
	Molina Campos	Ibarbourou 9547 (B1740ALG) -Cuartel V-	34°32 '52.0 '' S	58°48 '36.8 '' W
	Parque del Oeste	Perito Moreno 5451 (B1740ASB) -Cuartel V-	34°34 '08.1 '' S	58°50 '29.2 '' W
	El Vergel	Pedro Agote 6112 (B1740GUD) -Cuartel V-	34°33 '30.9 '' S	58°50 '37.7 '' W
	La Esperanza	Tupac Amaru 6302 (B1746PIH) -Francisco Álvarez-	34°34 '18.9 '' S	58°52 '04.7 '' W
TRUJUI I	Lomas de Mariló	Rosario 6821 (B1736CUG) -Trujui-	34°36 '24.2 '' S	58°43 '56.0 '' W
	La Fortuna	Tablada 10500 (B1736EHR) -Trujui-	34°34 '59.1 '' S	58°45 '22.8 '' W
	Santa Brígida	Moctezuma y Aeronáutica Argentina (B1736XXX) -Trujui-	34°34 '02.1 '' S	58°46 '27.7 '' W
	San Ambrosio	El Ceibo 2700 (B1736JGX) -Trujui-	34°35 '37.5 '' S	58°43 '47.4 '' W
	Villanueva	San Emilio 2200 (B1736GZB) -Trujui-	34°34 '52.7 '' S	58°46 '04.6 '' W
TRUJUI II	Las Catonas	Chquisaca 3181 (B1736KRE) -Trujui-	34°36 '38.6 '' S	58°45 '47.9 '' W
	CIC La Bibiana	O'Brien 2989 B1742BYY -Paso del Rey-	34°36 '51.9 '' S	58°46 '05.8 '' W
	Las Flores	Federico Lacroze 3376 (B1736JSP) -Trujui-	34°35 '53.3 '' S	58°45 '13.7 '' W
	Dr. Pavón	Dr. José Manuel Gálvez 8949 (B1736LWS) -Trujui-	34°35 '48.1 '' S	58°45 '56.4 '' W
	San Carlos	Juan de la Cierva 958 (B1743KQH) -Moreno-	34°36 '29.6 '' S	58°46 '18.7 '' W

Fuente: Elaboración propia sobre la base de georreferencias aportadas por GPS.

La concentración total de As en agua fue analizada en muestras tomadas en 47 centros de atención primaria distribuidos en las distintas zonas sanitarias del partido de Moreno (Tabla 2). Datos proporcionados por la Dirección de Infraestructura de la Secretaría de Salud del municipio marcan que la profundidad de las perforaciones a partir de las cuales se extrae agua

subterránea en los CAPS oscila entre los 30 y los 60 metros, por lo que los acuíferos involucrados serían el Pampeano y el Puelche. Los valores obtenidos se encuentran en el rango de 10 µg/l a 100 µg/l (con una media para el partido de Moreno de 33±17 µg/l), sobrepasando los límites saludables establecidos por el CAA (Figura 2).

Tabla 2. Contenido total de As en los CAPS de Moreno

ZONA SANITARIA	CAPS	[ARSÉNICO TOTAL] (µg/l)
MORENO SUR	Lomas de Casasco	25
	Martín Fierro	10-25
	La Victoria	25
	Posta Alcorta	10-25
	Juramento	25
	Eduardo Corsi	25
	Atalaya	25
	San Jorge	25
MORENO CENTRO	Polo Sanitario	10
	Barrio 2000	25
MORENO NORTE	Indaburu	25
	25 de Mayo	50
	Los Paraísos	25
	San José	25
	La Perla	25
	La Perlita	25
	Jardines	25
FRANCISCO ÁLVAREZ	Francisco Álvarez	50
	Reja Centro	50
	Altos de la Reja	25-50
	Cortejarena	50-100
	Villa Escobar	10-25
	Reja Grande	25-50
PASO DEL REY	José María Cortes	25
	Bongiovanni	25
	CIC Sanguinetti	10
	Parque Paso del Rey	25
	Laboratorio Sanitario	25
	Paso del Rey	10
CUARTEL V	Anderson	50-100
	Los Hornos	50-100
	6 de Enero	50
	Molina Campos	50
	Parque del Oeste	50
	El Vergel	50
	La Esperanza	50-100
TRUJUI I	Lomas de Mariló	25
	La Fortuna	25
	Santa Brígida	50
	San Ambrosio	10-25
	Villanueva	50
TRUJUI II	Las Catonas	25
	CIC La Bibiana	25-50
	Las Flores	25
	Doctor Pavón	25
	San Carlos	25

Fuente: Elaboración propia.

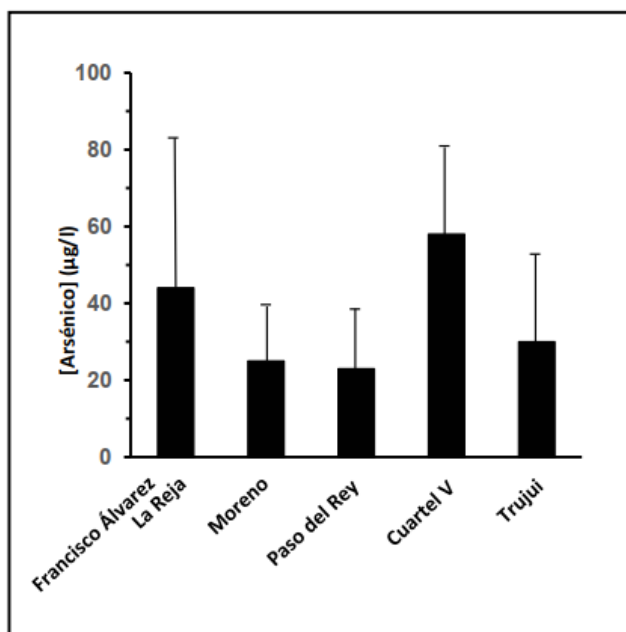


Figura 2. Concentración total de As en aguas subterráneas en cada localidad del partido de Moreno
Fuente: Elaboración propia.

Los niveles de As en el agua proveniente del acuífero superan el valor de corte establecido para que sea apta para consumo humano. Con el fin de aportar soluciones sanitariamente viables frente a esta situación, se determinó el contenido de As total en el agua comercializada por diferentes empresas que la distribuyen

en el partido de Moreno (Figura 3). Gran parte de estos emprendimientos cuentan con equipos de ósmosis inversa, el método más utilizado para remover el arsénico y otros analitos indeseables del agua de consumo. Pudo observarse que en todos los casos la concentración total de As determinada se encontró por debajo del valor límite.

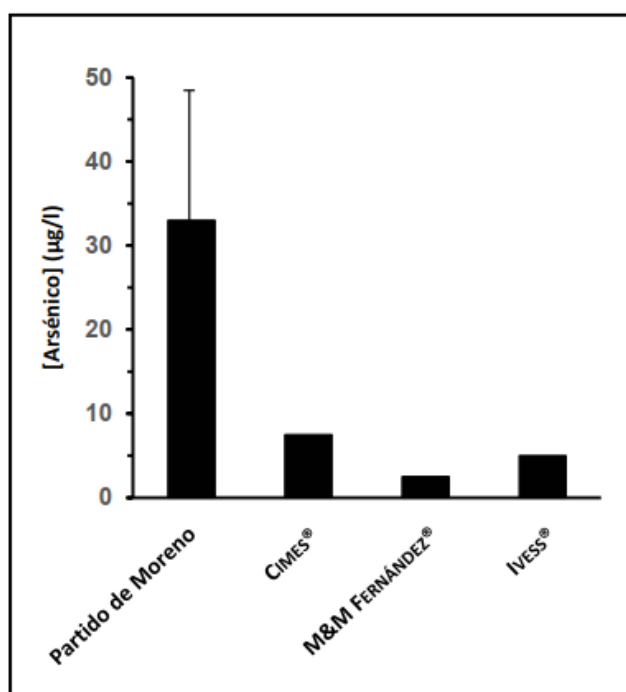


Figura 3. Concentración total de arsénico en agua comercializada por empresas elaboradoras de agua para consumo humano en el partido de Moreno
Fuente: Elaboración propia.

Ds DISCUSIÓN

Durante el último trimestre de 2025 diferentes, medios de comunicación pusieron en agenda al Ascomo un problema sanitario en la provincia de Buenos Aires, a raíz de un informe llevado a cabo por el Laboratorio de Ingeniería Química y Medio Ambiente (LIQMA) del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA). En este informe denominado Mapa del Arsénico en Argentina, se ofrece una visión detallada de la distribución de arsénico en reservorios de agua subterránea y superficial en todo el territorio argentino. De acuerdo a la información que se desprende del documento del ITBA, en nuestro país las áreas geográficas más damnificadas son: gran parte de la provincia de Buenos Aires, el sur de Córdoba y Santa Fe, La Pampa, Mendoza, Tucumán, Santiago del Estero, Salta, Chaco y Formosa. En este mismo sentido, un trabajo publicado recientemente muestra que las provincias con mayor porcentaje de población expuesta a niveles altos de As son: Catamarca y La Pampa (66,9% a 88% de su población); Buenos Aires, Santa Fe y Chaco (47,3% a 66,9%); Córdoba, entre Ríos y Jujuy (27% a 47,3%) (24).

En cuanto a la provincia de Buenos Aires, estudios realizados en 152 localidades arrojaron niveles de As elevados en el agua de bebida, con una media para el contenido total de As de 49,9 µg/l (25). Dichos estudios detallaron un amplio rango de concentraciones de As en aguas para consumo en la provincia (en algunas localidades por encima de los 200 µg/l), en donde cerca del 40% superó el valor máximo de 50 µg/l y el 80% superó el límite recomendado por las guías vigentes de 10 µg/l (25). Los datos aportados por el presente trabajo están en sintonía con los antes mencionados, mostrando que las 6 localidades de Moreno presentan niveles de As por encima de los límites establecidos como saludables por el CAA y la OMS, con un valor medio para el partido de Moreno de 33±17 µg/l.

El Laboratorio de Control Sanitario del municipio de Moreno inició sus funciones en el año 1995. Si bien desarrolla diversas tareas relacionadas con el ámbito bromatológico, una de sus principales actividades es el análisis microbiológico y fisicoquímico del agua de consumo humano en viviendas, establecimientos (sociales, educativos, sanitarios), emprendimientos, industrias y otras instituciones dentro del partido, con el objeto de propiciar el consumo de agua segura para los habitantes de la región. Al tomar conocimiento de la modificación en los límites recomendados en el CAA en relación con el contenido de As en agua para consumo (volviéndolo 5 veces más exigente), a partir del año 2006 incorporó la búsqueda de este elemento a los estudios fisicoquímicos habituales. Si bien las metodologías para determinar este analito en agua fueron cambiando, y eso dificulta llevar a cabo un análisis estadístico detallado, la comparación de los datos obtenidos por el laboratorio hasta la fecha no arroja diferencias sustanciales en relación

con el contenido total de As de las muestras de aguas subterráneas. Esto coincide con aquellos aspectos geológicos mencionados previamente, en relación con la presencia histórica de este metaloide en los acuíferos de la región. Asimismo, correspondería llevar a cabo ensayos destinados a evaluar otras fuentes no naturales de incorporación de As a los acuíferos, dado que distintas actividades antropogénicas pueden aportar niveles no despreciables de As a los reservorios de agua (26-27).

Desde un punto de vista epidemiológico, la asociación entre el tenor de As en el agua de consumo y la sintomatología asociada al HACRE, aún se encuentra lejos ser corroborada (8). Esto podría encontrar sustento en que, tanto la movilidad como la toxicidad del As dependen de su forma y estado de oxidación, razón por la cual, dilucidar el verdadero grado de toxicidad y exposición, resulta una tarea compleja. Por lo tanto, determinar cuáles son las especies presentes en el agua y/o alimentos es un dato relevante al momento de evaluar los posibles efectos deletéreos sobre la salud de la población (17). La aparición de los primeros síntomas vinculados al HACRE es variable. El comienzo de los síntomas puede ocurrir recién entre los 5 y 10 años de exposición y las lesiones malignizarse hasta décadas después (19,28). Esto está relacionado con diversos factores, como la sensibilidad de los individuos, el estado de salud de la persona, su situación nutricional, factores genéticos, ingesta diaria, concentración de As en el agua de consumo y tiempo de exposición, entre otros (19). A partir de estos datos, podría ser factible la presencia de un subregistro de dicha enfermedad, posiblemente derivado de la dificultad de un diagnóstico clínico temprano, de la complejidad en la definición de caso de HACRE (catalogada como enfermedad de denuncia obligatoria recién a partir del año 2011) y de la falta de estudios locales que vinculen sistemáticamente la exposición crónica al As con la patología (24).

En el año 2020, una investigadora de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) publicó un trabajo desarrollado en la ciudad de Abramo (provincia de La Pampa), en el cual analizó a través de cálculos de Riesgo Carcinogénico y No Carcinogénico, la posible asociación directa entre la concentración de As en aguas subterráneas de la región y la manifestación de distintas enfermedades (29). La autora concluye que, si bien no existen dudas acerca del riesgo de consumir agua con elevados niveles de As, otros factores deben ser tenidos en cuenta para encontrar una correlación que sea estadísticamente satisfactoria (29). En función de lo expuesto, se impone la necesidad de propiciar estudios epidemiológicos dentro del partido de Moreno que permitan conocer cuál es el verdadero impacto en la salud pública, de presentar en forma sostenida los niveles de As informados en este trabajo.

Dichos estudios deberían incluir un análisis pormenorizado de los efectos nocivos asociados al HACRE y sus principales cuadros (respiratorios, dermatológicos, oncológicos, neurodegenerativos, etc.).

Frente a este contexto higiénico-sanitario desventajoso en relación con la calidad del agua para consumo humano, resultó necesario evaluar estrategias que estén al alcance de la población de la región. En este sentido, se analizaron muestras provenientes de empresas que comercializan agua potabilizada, a fin de garantizar que los niveles de As estuvieran por debajo del valor límite, observándose que el contenido total de As en todas las muestras analizadas fue menor a 10 µg/l. Asimismo, existen en el mercado diversas empresas que comercializan filtros de agua domiciliarios, a partir de cuya utilización se proporciona agua con una sensible mejora en sus características organolépticas. El fundamento de estos dispositivos abarca procesos de filtración, adsorción e intercambio iónico empleando diferentes soportes y resinas. Sin embargo, es conveniente evaluar con prudencia a la hora de recomendar un método de eliminación del As del agua mediante filtros caseros. En este sentido, en el año 2025,

la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica de Argentina (ANMAT) emitió disposiciones importantes prohibiendo la comercialización y uso de varios purificadores y filtros de agua ilegales por falta de registro y denuncias de irregularidades (como partículas negras y mal sabor). Estudios llevados a cabo en población vulnerable en la provincia de Buenos Aires han identificado una situación de riesgo sanitario por exposición al As asociado a la falta de control de calidad del agua para consumo humano (25). En sintonía, la necesidad tanto de adoptar estrategias de remoción de As, como de evaluar una ampliación de la red de suministro de agua en el distrito, deberían ser analizadas. En la provincia de Buenos Aires, los estudios que documentan la eliminación de As del agua de bebida son escasos. La implementación de metodologías de remoción de As empleando procesos de coagulación-adsorción como sistema centralizado, el uso de ese mismo sistema en hogares, la utilización de adsorbentes comerciales in situ y las plantas de ósmosis inversa en diferentes localidades de la provincia, tales como Suipacha, fueron los únicos métodos identificados (30).

Cn

CONCLUSIÓN

Los resultados presentados en este trabajo muestran que el contenido total de As en aguas subterráneas del partido de Moreno sobrepasa los límites establecidos en el CAA. Asimismo, se plantea la necesidad de llevar a cabo estudios complementarios que permitan identificar las especies arsenicales implicadas, dado que la toxicidad del arsénico para los seres vivos se encuentra directamente ligada a la estructura química de las moléculas que lo componen. Por lo tanto, determinar las especies presentes en el agua y los alimentos resulta un dato relevante al momento de evaluar los posibles efectos deletéreos sobre la salud de la población. Finalmente, este trabajo pone en evidencia una situación sanitaria que debe ser abordada globalmente para brindar bienestar integral a la población. Es necesario fortalecer la capacitación del sistema de salud y promover investigaciones transversales que conecten los datos hidrogeológicos de la región con la vigilancia clínica, garantizando de forma segura y confiable el acceso a un recurso indispensable como el agua.

**Autoras y autores
no manifiestan conflictos de interés.**

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El proyecto fue llevado a cabo con recursos provistos por la Municipalidad de Moreno.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y contribución de la Enfermera Profesional Camila Rivas, quien llevó a cabo la toma de muestras en Unidades Sanitarias. Asimismo, agradecemos a las autoridades de Salud y Gobierno de la Municipalidad de Moreno por brindarnos el espacio y los recursos para desarrollar este trabajo.

RB

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vega L, Styblo M, Patterson R, Cullen W, Wang C, Germolec D. Differential effects of trivalent and pentavalent arsenicals on cell proliferation and cytokine secretion in normal human epidermal keratinocytes. *Toxicol Appl Pharmacol* [Internet]. 2001 [Acceso ene. 2026]; 172:225-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1006/taap.2001.9152>
- Rangel Montoya EA, Montañez Hernández LE, Luévanos Escareño MP, Balagurusamy N. Impacto del arsénico en el ambiente y su transformación por microorganismos. *Terra Latinoam* [Internet]. 2015 [Acceso ene. 2026]; 33(2):103-18. Disponible en: <https://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/51>
- Stolz JF, Basu P, Ormland RS. Microbial transformation of elements: the case of arsenic and selenium. *Int Microbiol* [Internet]. 2002 [Acceso ene. 2026]; 5(4):201-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10123-002-0091-y>
- Krumova K, Nikolovska M, Groudeva V. Isolation and identification of arsenic-transforming bacteria from arsenic contaminated sites in Bulgaria. *Biotechnol Biotechnol Equip* [Internet]. 2008 [Acceso ene. 2026]; 22(2):721-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13102818.2008.10817541>
- Kumaresan M, Riyasuddin P. Overview of speciation chemistry of arsenic. *Curr Sci* [Internet]. 2001 [Acceso ene. 2026]; 80(7):837-46. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237493835_Overview_of_speciation_chemistry_of_arsenic
- Valenzuela C, Campos VL, Yáñez J, Zaror CA, Mondaca MA. Isolation of arsenite-oxidizing bacteria from arsenic-enriched sediments from Camarones River, Northern Chile. *Bull Environ Contam Toxicol* [Internet]. 2009 [Acceso ene. 2026]; 82(5):593-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00128-009-9659-y>
- Basu A, Saha D, Saha R, Ghosh T, Saha B. A review on sources, toxicity and remediation technologies for removing arsenic from drinking water. *Res Chem Intermed* [Internet]. 2014 [Acceso ene. 2026]; 40(2):447-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11164-012-1000-4>
- Mandal BK, Suzuki KT. Arsenic round the world: a review. *Talanta* [Internet]. 2002 [Acceso ene. 2026]; 58(1):201-35. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(02\)00268-0](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(02)00268-0)
- Aragónes Sanz N, Palacios Díez M, Avello de Miguel A, Gómez Rodríguez P, Martínez Cortés M, Rodríguez Bernabeu MJ. Nivel de arsénico en abastecimientos de agua de consumo de origen subterráneo en la comunidad de Madrid. *Rev Esp Salud Pública* [Internet]. 2001 [Acceso ene. 2026]; 75(5):421-32. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17075503>
- Ferrer A. Intoxicación por metales. *An Sis Sanit Navar* [Internet]. 2008 [Acceso ene. 2026]; 26(Supl1):141-53. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/view/5016>
- Fernández Turiel JL, García-Valles M, Gimeno-Torrente D, Saavedra-Alonso J, Martínez Manent S. The hot spring and geyser sinters of El Tatio, Northern Chile. *Sediment Geol* [Internet]. 2005 [Acceso ene. 2026]; 180(3):125-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.07.005>
- World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 3rd ed., incorporating the first and second addenda [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2008 [Acceso ene. 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241547611>
- Auge MP. Arsénico en el agua subterránea de la Provincia de Buenos Aires [objeto de conferencia en Internet]. La Plata: Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata; 2021 [Acceso ene. 2026]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/183472>
- Villaamil Lepori EC. Hidroarsenicismo crónico regional endémico en Argentina. *Acta Bioquím Clín Latinoam* [Internet]. 2015 [Acceso ene. 2026]; 49(1):83-104. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53541285009>
- Astolfi E, Maccagno A, García Fernández JC, Vaccaro R, Stímola R. Relation between arsenic in drinking water and skin cancer. *Biol Trace Elem Res* [Internet]. 1981 [Acceso ene. 2026]; 3(2):133-43. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/bf02990453>
- Fariás SS, Casa VA, Vázquez C, Ferpozzi L, Pucci GN, Cohen IM. Natural contamination with arsenic and other trace elements in ground waters of Argentine Pampean Plain. *Sci Total Environ* [Internet]. 2003 [Acceso ene. 2026]; 309(1-3):187-99. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00056-1](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00056-1)
- Melamed D. Monitoring arsenic in the environment: a review of science and technologies with the potential for field measurements. *Anal Chim Acta* [Internet]. 2005 [Acceso ene. 2026]; 532(1):1-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.10.047>
- Gilardi J. Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE), un problema de salud pública. *Mundo Hospitalario*. 1999; 8(63).
- Litter MI. La problemática del arsénico en la Argentina: el HACRE. *Rev Soc Argent Endocrinol Ginecol Reprod* [Internet]. 2010 [Acceso ene. 2026]; 17(2):5-10. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/191202>
- Revelli GR, Sbodio OA, Costa GV. Estudio epidemiológico de arsénico en agua subterránea para consumo en el territorio de Cluster Lechero Regional, Argentina. *Acta Toxicol Argent* [Internet]. 2016 [Acceso ene. 2026]; 24(2):105-15. Disponible en: https://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-37432016000200003
- Navoni JA, Olivera NM, García SI, Villaamil Lepori EC. Evaluación del riesgo por ingesta de arsénico inorgánico en poblaciones de zonas endémicas argentinas. *Aliment Latinoam* [Internet]. 2007 [Acceso ene. 2026]; 27(2):66-70. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/285745405_Evaluacion_de_riesgo_por_ingesta_de_arsenico_inorganico_en_poblaciones_de_zonas_endemicas_argentinas
- Blanco MC, Paolini JD, Morrás HJM, Florentino CE, Sequeira M. Contents and distribution of arsenic in soils, sediments and groundwater environments of southern Pampa region, Argentina. *Environ Toxicol* [Internet]. 2006 [Acceso ene. 2026]; 21(6):561-74. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/tox.20219>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 [Internet]. Buenos Aires: INDEC [Acceso ene. 2026]. Disponible en: <https://censo.gob.ar/>
- Duarte L, De Gracia L, Montico S, Oliva A. The new map of Argentine population exposed to arsenic in drinking water. *J Water Health* [Internet]. 2025 [Acceso ene. 2026]; 23(2):100-10. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wh.2024.225>
- Navoni JA, De Pietri D, García SI, Villaamil Lepori EC. Riesgo sanitario de la población vulnerable expuesta al arsénico en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev Panam Salud Pública* [Internet]. 2012 [Acceso ene. 2026]; 31(1):1-8. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2012.v31n1/1-8/es>
- Campos VL, Valenzuela C, Alcorta M, Escalante G, Mondaca M. Isolation of arsenic resistance bacteria from volcanic rocks of Quebrada Camarones, Parí, Argentina. *Gayana* [Internet]. 2007 [Acceso ene. 2026]; 71(2):150-5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382007000200003>
- Alam MS, Wu Y, Cheng T. Silicate minerals as a source of arsenic contamination in groundwater. *Water Air Soil Pollut* [Internet]. 2014 [Acceso ene. 2026]; 225(11):2201-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2201-9>
- Roshdestwensky SE, Pilar S, Corace JJ, Ocampo A, García de Bellomo C, Reartes A, et al. Determinación de arsénico, selenio y flúor en Chaco y Santiago del Estero [ponencia en Internet]. Resistencia: Universidad Nacional del Nordeste; 2015 [Acceso ene. 2026]; 55:66. Disponible en: <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/28767>
- Vercellino CA. Presencia de arsénico en aguas subterráneas en la localidad de Abramo (La Pampa) y riesgo de HACRE [tesis de grado en Internet]. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Humanas; 2020 [Acceso ene. 2026]. Disponible en: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/cd90aa93-748f-49e1-a774-090404846329>
- Bardach AE, Ciapponi A, Soto N, Chaparro MR, Calderón M, Briatore A, et al. Epidemiology of chronic disease related to arsenic in Argentina: A systematic review. *Sci Total Environ* [Internet]. 2015 [Acceso ene. 2026]; 538:802-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.070>



Esta obra está bajo una licencia Attribution 4.0 International
Creative Commons

Cómo citar este artículo:

Jasid S, Bernal C. Determinación de la concentración de arsénico en aguas subterráneas para consumo humano en el partido de Moreno, Buenos Aires, Argentina. Salud Publica [Internet]. 2026 Jul [fecha de consulta]; 5. Disponible en: URL del artículo.