

Diseño del muestreo y análisis de contaminantes de origen agropecuario en muestras de agua de consumo humano y superficiales y de suelos en la localidad de Lobos y de arsénico en agua de bebida

Antecedentes

De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario 2018, del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) en el Partido de Lobos, se relevó una superficie de 151.388 hectáreas, que representan el 89% de la superficie del partido, donde del total de esta superficie, el 71% (107.628 hectáreas) conforman explotaciones agropecuarias (EAP)^{1,2}. Siendo principalmente una zona agropecuaria son habituales las aplicaciones de productos agroquímicos o plaguicidas a fin de proteger la producción agrícola y ganadera en la región al igual que en muchas otras regiones del país. Debido a estas actividades es posible que exista contaminación ambiental, especialmente si no se respetan las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y también que se produzca contaminación de fuentes de aguas destinadas al consumo humano.

Por otra parte es posible que Lobos sea una región de HACRE (Hidro-Arsenicismo Crónico Regional Endémico) cuadro patológico observado en poblaciones humanas como consecuencia de la ingesta crónica de arsénico (As) debido a concentraciones de este elemento en las aguas subterráneas utilizadas como agua de bebida, superiores a las establecidas en la normativa Argentina de 0,01 mg/L con un límite máximo o de 0,05 mg/L cuando la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario³.

A fin de realizar una evaluación del estado de situación respecto a una posible o no contaminación ambiental con agroquímicos de suelos y de cursos acuáticos así como la calidad del agua destinada al consumo humano en el Partido de Lobos, se propone un diseño de monitoreo de los principales contaminantes agroquímicos de origen antropogénico y del (As) de origen natural.

Diseño del proyecto

Consta de diversos pasos a saber:

- 1- Selección de las muestras a analizar
- 2- Selección de los analitos a determinar
- 3- Selección del laboratorio y de los métodos analíticos
- 4- Planificación del monitoreo
- 5- Tomas de muestras – protocolos y cadena de custodia.
- 6- Envío de las muestras al /los laboratorios
- 7- Recepción de las muestras en el /los laboratorios-plazos de entrega de los resultados

¹ Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) (2018) Censo Nacional Agropecuario. Censo Experimental 2018. Lobos, provincia de Buenos Aires. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_experimental_lobos.pdf

² Plan de ordenamiento y desarrollo urbano Regional y estrategias de desarrollo local para el Partido de Lobos. Estudio 1-EE-304. <https://mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/BUENOSAIRES/Plan-Ordenamiento-y-Desarrollo-Urbano-Regional-y-Estrategias-de-desarrollo-local-de-Lobos.pdf>

³ Capítulo XII del Código Alimentario Argentino, Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificada. Agua Potable- Artículo 982 - (Resolución Conjunta SCS y SAByDR N° 22/2021) https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/05/capitulo_xii_aguas_actualiz_2021-08.pdf

- 8- Determinación de plaguicidas en las muestras de suelo y aguas
 - 8-1. Determinación de multiresiduos de plaguicidas en las muestras de suelo
 - 8-2. Determinación de multiresiduos de plaguicidas en muestras de agua
 - 8-3. Determinación de glifosato y AMPA en muestras de suelo y agua
- 9- Envío de los resultados
- 10- Elaboración de informe e interpretación de los resultados

1- Selección de las muestras a analizar

1.1 Aguas para consumo humano

La mayor preocupación que surge cuando se trata de contaminantes son los posibles impactos, o no, sobre la salud pública. Teniendo en cuenta la posible exposición humana a estas sustancias es que el agua de consumo o de bebida ocupa el primer lugar, recomendándose entonces evaluar el contenido de contaminantes en las fuentes de distribución de agua de red, y en los pozos de agua subterránea que se usen como agua de bebida. Para muchas de estas sustancias contaminantes existen niveles guías en la normativa de Argentina⁴ o Internacional como la EPA de Estados Unidos (Environmental Protection Agency)⁵ o la Efsa (European Food Safety Authority) de la Unión Europea⁶ o la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA)^{7, 8} o la OMS (Organización Mundial de la Salud)⁹, entre otras.

Teniendo en cuenta la distribución de pozos de agua actualmente en uso se recomienda la investigación de plaguicidas en muestras de agua de todos los pozos señalados en verde (pozos a mantener en explotación) como se indica en la figura 1. Se agregan los pozos a desactivar (pozos 5 y 8 en rojo en la figura) dado que ayudará a evaluar el estado de situación actual de la posible o no contaminación y si esta existiera los niveles de contaminación.

Si se pudiera acceder a las napas de los pozos a construir en el corto plazo sería sumamente interesante evaluar si existe o no contaminación por agroquímicos de esas aguas (un total de 3 pozos señalados en azul en la figura 1).

1.2 Aguas superficiales

Otro aspecto a considerar es investigar contaminantes en algunas fuentes de aguas superficiales, dado su posible impacto en la biota acuática. Por otra parte permitirá estimar el impacto o no de la aplicación de los agroquímicos en la zona y efectuar un seguimiento en el tiempo a fin implementar o no medidas correctoras.

Se proponen puntos de muestreo de estas aguas por su cercanía a la zona de cultivos a la laguna de Lobos o a la ciudad de Lobos (puntos 1 a 4 en la figura 2). Respecto a estos dos

⁴ Ley N° 24.051 Residuos Peligrosos-1992 <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm>

⁵ USEPA (2009) National Primary Drinking Water Regulations. https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-06/documents/npwdr_complete_table.pdf

⁶ DIRECTIVA (UE) 2020/2184 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. <https://www.boe.es/doue/2020/435/L00001-00062.pdf>

⁷ UE- Medio ambiente https://europa.eu/european-union/topics/environment_es

⁸ UE-Medio ambiente: Hacia una estrategia medioambiental no tóxica. https://ec.europa.eu/environment/chemicals/non-toxic/index_en.htm

⁹ OMS (2017). Directrices para la calidad del agua potable, 4ª edición. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>

últimos puntos de muestreo resultan de interés ya que de existir contaminación en estas aguas se debe pensar en la llegada de estos contaminantes a la ciudad de Lobos. Si esta hipótesis no se comprobara se descartaría que la contaminación pudiera afectar a los pobladores de Lobos.

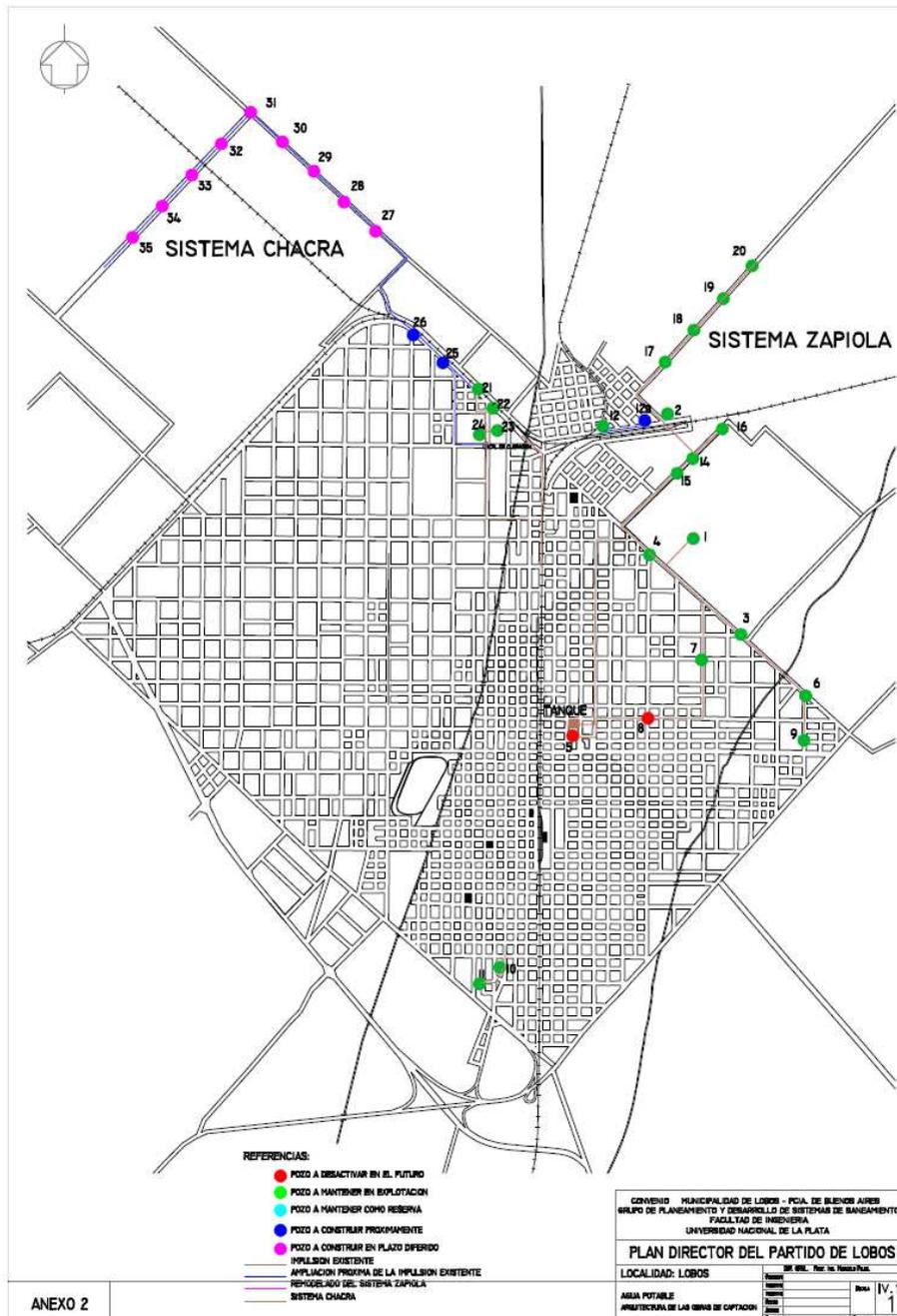


Figura 1- Ubicación de los pozos de agua en el Partido de Lobos

Si esta hipótesis no se comprobara se descartaría que la contaminación pudiera afectar a los pobladores de Lobos.

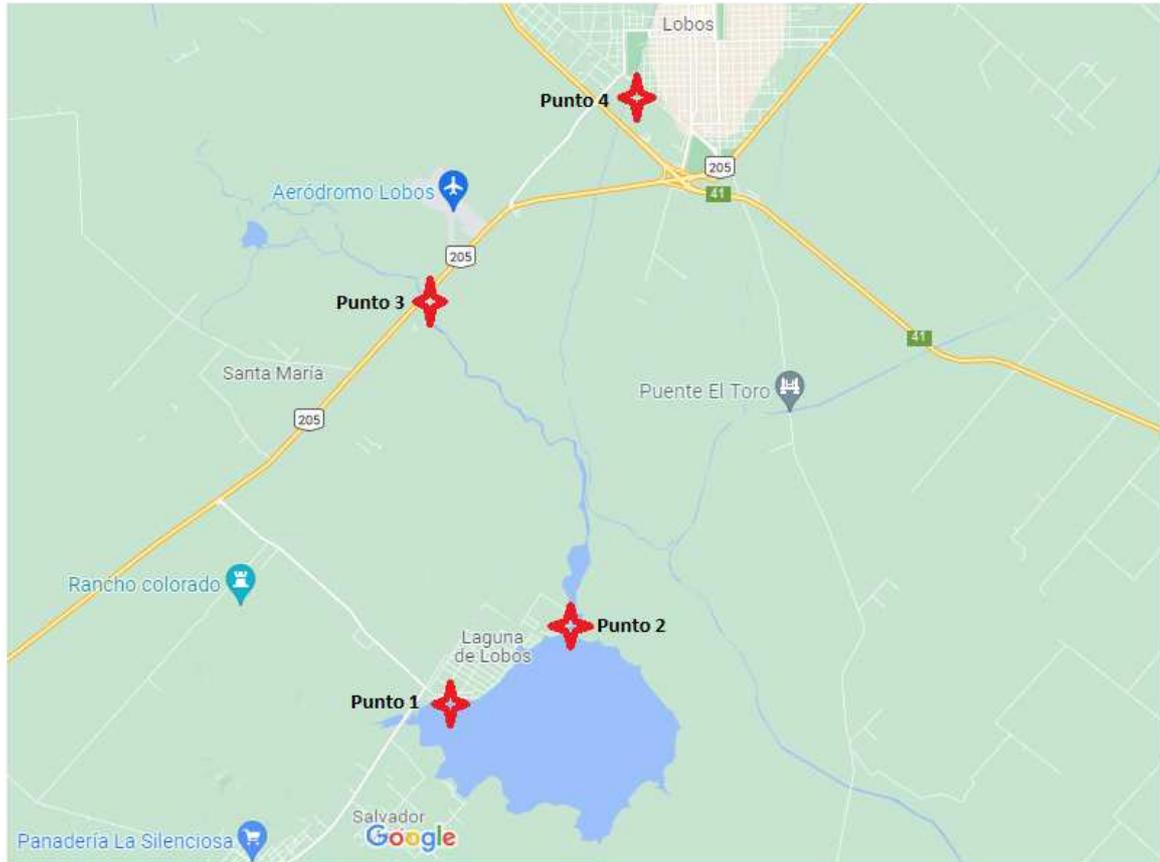


Figura 2. Puntos de muestreo de las 4 aguas superficiales: al oeste de la laguna de Lobos, desembocadura del Arroyo Las Garzas, Ruta 205 y Arroyo Las Garzas, y Arroyo y Dorrego al sur de la ciudad de Lobos

1.3 Suelos

La investigación exploratoria de suelos tiene por objeto comprobar la existencia de concentraciones de sustancias contaminantes que puedan implicar que el suelo esté alterado o contaminado. Para la identificación y verificación de la existencia de alteraciones en las posibles áreas de contaminación, el número de puntos de muestreo de suelo se determinará, en función del número de áreas de contaminación potenciales y de la calidad de la información disponible. Esta investigación incluirá una investigación histórica relativa a las actividades desarrolladas sobre el suelo y la realización de una campaña de muestreo y análisis que permita acotar la lista de sustancias contaminantes presentes en los suelos, en el área objeto de la investigación, su distribución espacial, indicando su concentración en cada una de las sub-áreas diferenciadas dentro del área de estudio. Los puntos de muestreo de suelo se localizarán en aquellos lugares, donde la probabilidad de identificar una posible contaminación de este medio sea más elevada¹⁰.

Cuando se aplican agroquímicos es posible que exista deriva de estos contaminantes y translocación mediante factores ambientales. En espacios comunes de alta densidad de concurrencia como son los parques y plazas públicas, si el suelo estuviera contaminado,

¹⁰ Investigación de la calidad del suelo. 2020. Gobierno Vasco. <https://www.euskadi.eus/investigacion-de-la-calidad-del-suelo/web01-a2inguru/es/>

existe un posible riesgo de ser una fuente de exposición humana, especialmente de la población infantil, a través de los juegos propios de los niños en estos espacios comunitarios (absorción de polvo, manos sucias de tierra que llevan a su boca, etc.).

Cuando se investigan y cuantifican posibles contaminantes en suelos el hecho de que alguno de ellos supere el valor guía o Nivel Genérico de Referencia (NGRs), no implica que pueda declararse el suelo como contaminado, sino que se deberá realizar una valoración de riesgo para luego concluir si el riesgo asociado al suelo es inaceptable (con lo que deberá declararse como contaminado) o aceptable (y finalizará el procedimiento sin ninguna consecuencia administrativa para el responsable de realizar el estudio)¹¹.

Por esto se justifica realizar la investigación de agroquímicos en los puntos seleccionados (un total de 8 muestras) señalados en la figura 3. Se agregaron lugares periféricos de la ciudad por ser cercanos a las zonas de cultivos, y con posibilidad de ser fuentes de exposición para la población general de Lobos. Se adicionó una escuela rural, la Escuela N° 3, pero podría ser otra la seleccionada.

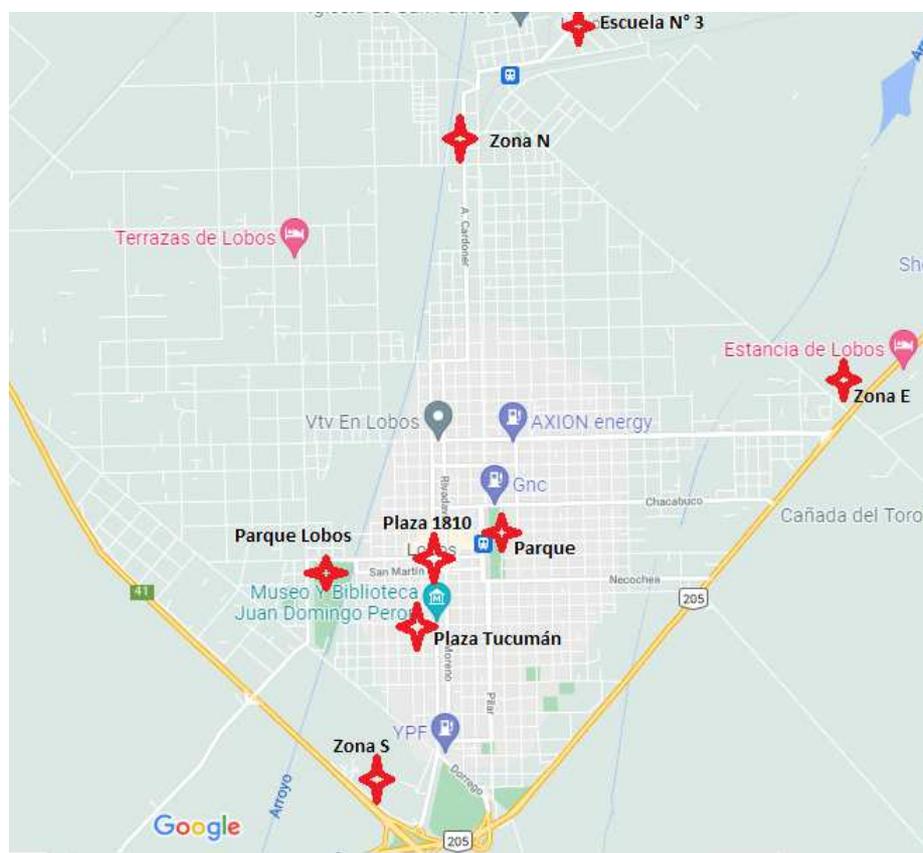


Figura 3- Ubicación de los puntos de muestreo de suelos, cuatro puntos corresponden a parques o plazas, tres a las zonas N, S y E de la ciudad de Lobos, y una escuela rural.

2- Selección de los analitos a determinar, métodos y límites de detección y cuantificación

Se cuantificarán en las muestras de suelos todos aquellos parámetros químicos sospechosos de estar presentes en este medio. Se priorizará el análisis de sustancias individuales de

¹¹ Guía Suelos. España. 2007. Guía Técnica de aplicación del RD 9/2005, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2005/BOE-A-2005-895-consolidado.pdf>

manera que se obtengan resultados analíticos de mayor calidad, tanto en exactitud como en precisión, que faciliten su comparación con los estándares de referencia correspondientes. No obstante, se podrán utilizar paquetes analíticos de amplio espectro siempre que permitan alcanzar límites de detección y garanticen niveles de incertidumbre aceptables¹².

La caracterización analítica de las muestras de agua subterránea si bien tendrá en cuenta información previamente obtenida, deberá incluir un amplio espectro de contaminantes dado el gran valor de este medio como registro de posibles contaminaciones presentes en el suelo que pudieran no haber sido detectadas. Todos los resultados analíticos deberán proceder de laboratorios cuyas técnicas hayan sido acreditadas según la norma ISO/IEC 17025 para cada contaminante, matriz y rango de concentración. El límite de cuantificación de las técnicas utilizadas deberá ser igual o inferior al valor de referencia aplicable para cada sustancia analizada¹².

A fin de realizar la selección de los contaminantes a evaluar, que deben considerarse factores tales como la relación entre exposición a una sustancia y la gravedad de los efectos para la salud, la frecuencia de la exposición de la población en conjunto y la concentración a la que estará expuesta. La probabilidad de que surjan efectos adversos en la salud depende claramente de la toxicidad y de la concentración, pero también depende del periodo de exposición. Para la mayoría de los productos químicos, los impactos en la salud se asocian con la exposición a largo plazo. Por lo tanto, en el caso de una exposición ocasional, el riesgo de un efecto adverso en la salud es altamente probable que sea bajo, a menos que la concentración sea extremadamente alta. Es por ello que las sustancias de más alta prioridad para monitorear serán las que tienen amplia ocurrencia y están presentes en las fuentes de agua o en el agua de consumo humano siempre o la mayor parte del tiempo, y en concentraciones que constituyan una preocupación para la salud¹³. Los posibles contaminantes de la región que será necesario monitorear podrán originarse entonces, como consecuencia de la producción agropecuaria y de fuentes naturales. Consecuentemente se propone realizar una investigación amplia (un screening) de agroquímicos tanto en aguas como en suelos del Partido de Lobos. En las tablas 1 y 2 se indican los 141 plaguicidas a investigar en aguas y los 142 en suelos, sus límites de detección (LD) y cuantificación (LC) y el método analítico por el cual se investigarán.

Respecto a la contaminación natural, amerita la investigación de arsénico (As) principalmente en aguas de bebida, debido al riesgo a la salud que implica su ingesta en los seres humanos¹⁴. En 2009, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina (INTI) desarrolló un modelo de intervención para el abatimiento de As en agua subterránea y uno de las regiones donde se aplicó fue en el Partido de Lobos¹⁵. Por ello en iguales puntos de muestreos correspondientes a las aguas de consumo que serán destinadas a la investigación de agroquímicos, se realizarán otra toma de muestras de aguas para la investigación de

¹² Investigación de la calidad del suelo. 2020. Gobierno Vasco. <https://www.euskadi.eus/investigacion-de-la-calidad-del-suelo/web01-a2inguru/es/>

¹³ Organización Mundial de la Salud. 2018. Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda [Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum]. Ginebra: Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

¹⁴ McClintock Tyler R., Chen Yu, Bundschuh Jochen, et al. (2012) Science of the Total Environment 690 778–789. Arsenic in Argentina: Arsenic exposure in Latin America: Biomarkers, risk assessments and related health effects. Science of the Total Environment 429:76-91. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.08.051>

¹⁵ Arsénico en agua - Informe Final - Grupo Ad Hoc Arsénico en Agua. Red de Seguridad Alimentaria. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. 31 de julio de 2018 <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2018/08/Informe-Arsenico-en-agua-RSA.pdf>

Arsénico. El As se determinará por ICP-MS siendo sus límites de detección y cuantificación 3 y 6 µg/L respectivamente en aguas (Tabla 1).

Tabla 1- Agroquímicos a investigar en aguas

Plaguicidas en aguas por CG-MS(NCI) ⁽²⁾			Plaguicidas en aguas por LC-MS/MS ⁽³⁾		
Sustancia	LD µg/L	LC µg/L	Sustancia	LD µg/L	LC µg/L
Aldrin	0,01	0,03	2,4- D	1,0	3,0
Azinfos etil	0,03	0,09	2,4- DB	1,0	3,0
Azinfos metil	0,03	0,09	3-Hdroxicarbofuran	1,0	3,0
Bifentrin	0,5	1,5	4- CPA	1,0	3,0
Bioaletrina	0,5	1,5	Acefato	1,0	3,0
Bromofos etil	0,03	0,09	Acetaclor	1,0	3,0
Bromofos metil	0,03	0,09	AMPA	1,0	3,0
Carbofenotion	0,03	0,09	Atrazina	1,0	3,0
Cialotrinalambda	0,5	1,5	Azoxistrobin	1,0	3,0
Ciflutrina Beta	0,5	1,5	Bendiocarb	1,0	3,0
Cipermetrina	0,5	1,5	Benfuracarb	1,0	3,0
Clorbenside	0,01	0,03	Bifenazate	1,0	3,0
Clordano Cis	0,01	0,03	Carbaril	1,0	3,0
Clordano Trans	0,01	0,03	Carbofuran	1,0	3,0
Clorfenson	0,01	0,03	Cicluron	1,0	3,0
Clorfenvinfos	0,03	0,09	Ciproconazole	1,0	3,0
Clorpirifos	0,03	0,09	Clorfluazuron	1,0	3,0
Clorpirifos metil	0,03	0,09	Clorotoluron	1,0	3,0
Clortiofos	0,03	0,09	Cloroxuron	1,0	3,0
Coumafos	0,03	0,09	Dicamba	5,0	3,0
DDT e isómeros	0,01	0,03	Dicrotofos	1,0	3,0
Deltametrina	0,5	1,5	Dietofencarb	1,0	3,0
Diazinón	0,03	0,09	Diflubenzuron	1,0	3,0
Diclorvós	0,03	0,09	Dimetoato	1,0	3,0
Dieldrin	0,01	0,03	Dimetomorf	1,0	3,0
Disulfotón	0,03	0,09	Dioxacarb	1,0	3,0
Edifenfos	0,03	0,09	Diuron	1,0	3,0
Endosulfán Alfa	0,01	0,03	Fenobucarb	1,0	3,0
Endosulfán Beta	0,01	0,03	Fenoxicarb	1,0	3,0
Endosulfan eter	0,01	0,03	Fenuron	1,0	3,0
Endosulfan Sulfato	0,01	0,03	Flufenoxuron	1,0	3,0
Endrin	0,01	0,03	Fluometuron	1,0	3,0
Endrin cetona	0,01	0,03	Fluroxipir	1,0	3,0
Etion	0,03	0,09	Forclorfenuron	1,0	3,0
Fenclorfós	0,03	0,09	Furatiocarb	1,0	3,0
Fenitrotión	0,03	0,09	Glifosato	1,0	3,0
Fenotrin	0,5	1,5	Hexaflumuron	1,0	3,0
Fenson	0,01	0,03	Imidacloprid	1,0	3,0
Fenvalerato	0,5	1,5	Indoxacarb	1,0	3,0
Fipronil	0,03	0,09	lprovalicarb	1,0	3,0
Flucitrinato	0,5	1,5	Isoprocarb	1,0	3,0
Fluvalinato tau	0,5	1,5	Isoproturon	1,0	3,0
Fonofos	0,03	0,09	Linuron	1,0	3,0
Fosalon	0,03	0,09	Lufenuron	1,0	3,0
HCH Alfa	0,01	0,03	Metabenzthiazuron	1,0	3,0

HCH Beta	0,01	0,03	Metamidofos	1,0	3,0
HCH Delta	0,01	0,03	Metiocarb	1,0	3,0
Heptacloro	0,01	0,03	Metobromuron	1,0	3,0
Heptacloroepóxido exo	0,01	0,03	Metolaclor	1,0	3,0
Heptacloroepóxido endo	0,01	0,03	Monocrotofos	1,0	3,0
Hexaclorobenceno	0,01	0,03	Monolinuron	1,0	3,0
Isodrin	0,01	0,03	Neburon	1,0	3,0
Leptofos	0,03	0,09	Novaluron	1,0	3,0
Lindano	0,01	0,03	Ometoato	1,0	3,0
Malatión	0,03	0,09	Pirimicarb	1,0	3,0
Metidatión	0,03	0,09	Pirimifos-Etil	1,0	3,0
Metoxicloro	0,01	0,03	Promecarb	1,0	3,0
Mirex	0,01	0,03	Propoxur	1,0	3,0
Paratión	0,03	0,09	Siduron	1,0	3,0
Paratión metil	0,03	0,09	Tebutiuron	1,0	3,0
Permetrina	0,5	1,5	Temefos	1,0	3,0
Pirazofos	0,03	0,09	Tidiazuron	1,0	3,0
Pirimifós metil	0,03	0,09	Tiobencarb	1,0	3,0
Profenofos	0,03	0,09	Tiofanato-metil	1,0	3,0
Protiofos	0,03	0,09	Triclopir	1,0	3,0
Quinalfos	0,03	0,09	Triclorfon	1,0	3,0
Sulprofos	0,03	0,09	Triflumuron	1,0	3,0
Teflutrina	0,5	1,5	Vamidotion	1,0	3,0
Terbufos	0,03	0,09			
Tetraclorvinfos	0,03	0,09			
Tetradifon	0,01	0,03			
Tetrametrina	0,5	1,5			
Tolclofos metil	0,03	0,09			
Arsénico en aguas por ICP-MS⁽³⁾					
Elemento	LD µg/L	LC µg/L			
Arsénico	3	6			

(1): Cromatografía gaseosa-Espectrometría de masas con ionización química negativa

(2): Cromatografía líquida-Espectrometría de masas en tándem

(3): Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente

Tabla 2- Agroquímicos a investigar en suelos⁽¹⁾

Plaguicidas en suelos por CG-MS(NCI) ⁽²⁾			Plaguicidas en suelos por LC-MS/MS ⁽³⁾		
Sustancia	LD µg/L	LC µg/L	Sustancia	LD µg/L	LC µg/L
Aldrin	8,0	24,0	2,4- D	5,0	15,0
Azinfos etil	8,0	24,0	2,4- DB	5,0	15,0
Azinfos metil	8,0	24,0	3-Hdroxicarbofuran	5,0	15,0
Bifentrin	8,0	24,0	4- CPA	5,0	15,0
Bioaletrina	8,0	24,0	Acefato	5,0	15,0
Bromofos etil	8,0	24,0	Acetaclor	5,0	15,0
Bromofos metil	8,0	24,0	AMPA	5,0	15,0
Carbofenotion	8,0	24,0	Atrazina	5,0	15,0
CialotrinaLambda	10,0	30,0	Azoxistrobin	5,0	15,0
Ciflutrina Beta	10,0	30,0	Bendiocarb	5,0	15,0
Cipermetrina	10,0	30,0	Benfuracarb	5,0	15,0
Clorbenside	8,0	24,0	Bifenazate	5,0	15,0
Clordano Cis	8,0	24,0	Carbaril	5,0	15,0

Clordano Trans	8,0	24,0	Carbofuran	5,0	15,0
Clorfenson	8,0	24,0	Cicluron	5,0	15,0
Clorfenvinfos	8,0	24,0	Ciproconazole	5,0	15,0
Clorpirifos	8,0	24,0	Clorfluazuron	5,0	15,0
Clorpirifos metil	8,0	24,0	Clorotoluron	5,0	15,0
Clortiofos	8,0	24,0	Cloroxuron	5,0	15,0
Coumafós	8,0	24,0	Dicamba	5,0	15,0
DDT e isómeros	8,0	24,0	Dicrotofos	5,0	15,0
Deltametrina	10,0	30,0	Dietofencarb	5,0	15,0
Diazinón	8,0	24,0	Diflubenzuron	5,0	15,0
Diclorvós	8,0	24,0	Dimetoato	5,0	15,0
Dieldrin	8,0	24,0	Dimetomorf	5,0	15,0
Disulfotón	8,0	24,0	Dioxacarb	5,0	15,0
Edifenos	8,0	24,0	Diuron	5,0	15,0
Endosulfán Alfa	8,0	24,0	Fenobucarb	5,0	15,0
Endosulfán Beta	8,0	24,0	Fenoxicarb	5,0	15,0
Endosulfan eter	8,0	24,0	Fenuron	5,0	15,0
Endosulfan Sulfato	8,0	24,0	Flufenoxuron	5,0	15,0
Endrin	8,0	24,0	Fluometuron	5,0	15,0
Endrin cetona	8,0	24,0	Fluroxipir	5,0	15,0
Etion	8,0	24,0	Forclorfenuron	5,0	15,0
Fenclorfós	8,0	24,0	Furatiocarb	5,0	15,0
Fenitrotión	8,0	24,0	Glifosato	5,0	15,0
Fenotrin	10,0	30,0	Hexaflumuron	5,0	15,0
Fenson	8,0	24,0	Imidacloprid	5,0	15,0
Fenvalerato	10,0	30,0	Indoxacarb	5,0	15,0
Fipronil	8,0	24,0	Iprovalicarb	5,0	15,0
Flucitrinato	10,0	30,0	Isoprocarb	5,0	15,0
Fluvalinato tau	10,0	30,0	Isoproturon	5,0	15,0
Fonofos	8,0	24,0	Linuron	5,0	15,0
Fosalon	8,0	24,0	Lufenuron	5,0	15,0
HCH Alfa	8,0	24,0	Metabenzthiazuron	5,0	15,0
HCH Beta	8,0	24,0	Metamidofos	5,0	15,0
HCH Delta	8,0	24,0	Metiocarb	5,0	15,0
Heptacloro	8,0	24,0	Metobromuron	5,0	15,0
Heptacloroepóxido exo	8,0	24,0	Metolaclor	5,0	15,0
Heptacloroepóxido endo	8,0	24,0	Metsulfuron metil	5,0	15,0
Hexaclorobenceno	8,0	24,0	Monocrotofos	5,0	15,0
Isodrin	8,0	24,0	Monolinuron	5,0	15,0
Leptofos	8,0	24,0	Neburon	5,0	15,0
Lindano	8,0	24,0	Novaluron	5,0	15,0
Malatión	8,0	24,0	Ometoato	5,0	15,0
Metidatión	8,0	24,0	Pirimicarb	5,0	15,0
Metoxicloro	8,0	24,0	Pirimifos-Etil	5,0	15,0
Mirex	8,0	24,0	Promecarb	5,0	15,0
Paratión	8,0	24,0	Propoxur	5,0	15,0
Paratión metil	8,0	24,0	Siduron	5,0	15,0
Permetrina	10,0	30,0	Tebutiuron	5,0	15,0
Pirazofos	8,0	24,0	Temefos	5,0	15,0
Pirimifós metil	8,0	24,0	Tidiazuron	5,0	15,0
Profenofos	8,0	24,0	Tiobencarb	5,0	15,0
Protiofos	8,0	24,0	Tiofanato-metil	5,0	15,0

Quinalfos	8,0	24,0	Triclopir	5,0	15,0
Sulprofos	8,0	24,0	Triclorfon	5,0	15,0
Teflutrina	10,0	30,0	Triflumuron	5,0	15,0
Terbufos	8,0	24,0	Vamidotion	5,0	15,0
Tetraclorvinfos	8,0	24,0			
Tetradifon	8,0	24,0			
Tetrametrina	10,0	30,0			
Tolclofos metil	8,0	24,0			

(1): Los límites de detección pueden variar dependiendo de la calidad o composición de la muestra de suelo

(2): Cromatografía gaseosa-Espectrometría de masas con ionización química negativa

(3): Cromatografía líquida-Espectrometría de masas en tándem

Respecto a la contaminación natural, amerita la investigación de arsénico (As) principalmente en aguas de bebida, debido al riesgo a la salud que implica su ingesta en los seres humanos¹⁶. En 2009, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina (INTI) desarrolló un modelo de intervención para el abatimiento de As en agua subterránea y uno de las regiones donde se aplicó fue en el Partido de Lobos¹⁷. Por ello en iguales puntos de muestreos correspondientes a las aguas de consumo que serán destinadas a la investigación de agroquímicos, se realizarán otras tomas de muestras de aguas para la investigación de Arsénico. El As se determinará por ICP-MS siendo sus límites de detección y cuantificación 3 y 6 µg/L respectivamente en aguas.

3- Selección del laboratorio y de los métodos analíticos

El laboratorio que está en condiciones de realizar estas determinaciones es el CEPROCOR, de la provincia de Córdoba. Se recomienda este laboratorio por estar acreditado por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA), y por contar con el instrumental necesario e indispensable para determinar residuos de agroquímicos en suelos y aguas de acuerdo a criterios de calidad internacionales y por poder identificar con certeza los contaminantes y cuantificar bajas concentraciones (niveles de trazas).

Este laboratorio cuenta con equipos de cromatografía gaseosa con detectores de masa y cromatógrafo líquido con detector tándem masa, con lo cual asegura especificidad y alta

¹⁶ McClintock Tyler R., Chen Yu, Bundschuh Jochen, et al. (2012) Science of the Total Environment 690 778–789. Arsenic in Argentina: Arsenic exposure in Latin America: Biomarkers, risk assessments and related health effects. Science of the Total Environment 429:76-91. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.08.051>

¹⁷ Arsénico en agua - Informe Final - Grupo Ad Hoc Arsénico en Agua. Red de Seguridad Alimentaria. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. 31 de julio de 2018 <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2018/08/Informe-Arsenico-en-agua-RSA.pdf>

sensibilidad, características óptimas para la investigación de compuestos orgánicos (agroquímicos).^{18,19,20,21,22,23}

Para la determinación de As se utilizará un ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente), método de análisis inorgánico elemental e isotópico capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica en un rango dinámico lineal de 6 órdenes de magnitud (ng/L a mg/L), siendo el método de elección^{24,25,26}.

4- Planificación del monitoreo

Para desarrollar y evaluar la calidad del agua deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: la disponibilidad de instalaciones analíticas apropiadas, el costo de los análisis, el posible deterioro de las muestras, la estabilidad del contaminante, la posible presencia del contaminante en varios suministros, el lugar óptimo para el monitoreo y la frecuencia del muestreo. Para una sustancia química determinada, la ubicación y frecuencia de muestreo estarán determinadas por sus fuentes de origen principales y su variabilidad en cuanto a su concentración. Las sustancias cuya concentración no cambia de forma significativa a lo largo del tiempo requieren un muestro menos frecuente que aquellas cuya concentración podría variar considerablemente²⁷.

Las frecuencias de muestreo deben reflejar la necesidad de equilibrar los beneficios y los costos de obtener información que permita una correcta toma de decisiones. Las frecuencias de muestreo generalmente se basan en la población atendida, el volumen de agua suministrado, el riesgo que conlleva suministrar agua a una población en caso que contuviera concentraciones no deseables de contaminantes. La frecuencia de muestreo y análisis dependerá de la variabilidad temporal, debiendo ser estas mayores para los componentes microbiológicos y menores para los componentes químicos. Esto se debe a que incluso episodios breves de contaminación microbiológica pueden ocasionar

¹⁸ Peña-Álvarez A., Castillo-Alanís A. 2015. Identificación y cuantificación de contaminantes emergentes en aguas residuales por microextracción en fase sólida-cromatografía de gases-espectrometría de masas (MEFS-CG-EM) Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 18(1):29-42

¹⁹ Hernández-Domínguez C., Álvarez-Muñoz P., Zapa-Cedeño J. 2016. Técnicas analíticas para el control de la contaminación ambiental. Revista Ciencia UNEM 9, (20):118 – 131. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5774768.pdf>

²⁰ Michlig N. 2018. Determinación por métodos multiresiduo de plaguicidas y micotoxinas en alimentos vegetales y lácteos mediante técnicas cromatográficas espectrométricas de masa. Tesis para la obtención del Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. <https://bibliotecavirtual.nl.edu.ar:8443/handle/11185/1177>

²¹ Demonte L. D., Michlig N., Gaggiotti M., Adam C.G., Beldoménico H. R., Repetti M. R. 2018 Determination of glyphosate, AMPA and glufosinate in dairy farm water from Argentina using a simplified UHPLC-MS/MS method. Science of the Total Environment 645: 34–43

²² Avilés Flores M., Sánchez Zarza M., Ramírez Salinas N. 2015. Informe Final: Métodos analíticos para determinación de compuestos emergentes en agua. <http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1778/TC-1502.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

²³ Botero Coy, A.M. 2016. Aplicaciones de LC-MS/MS en la determinación de residuos de plaguicidas y drogas de abuso en muestras de Latinoamérica. Énfasis en la problemática analítica del glifosato. Tesis doctoral. <http://hdl.handle.net/10803/353614>

²⁴ Arias-Barrantes B., Urbina-Campos A, Alvarado-Gómez A.L. 2020. Validation of a methodology to determine As(III) and As(V) in drinking water by anion exchange chromatography and inductively coupled plasma mass spectrometry. Rev. Int. Contam. Ambie. 36 (1): 45-53. DOI: 10.20937/RICA.2020.36.53391

²⁵ Dante Martínez L., Gasquez J.A. 2005. Determinación de arsénico en aguas: diferentes técnicas y metodologías. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/177-Determinacion_arsenico.pdf

²⁶ Vásquez Del Castillo D.A., Burboa-Zazueta M.G., Valdés-Covarrubias M.A., Roberge J., Harris R. Gutiérrez-Millán L.E. 2013. Ingesta de arsénico de agua potable en la población de Hermosillo, Sonora. Biotecnia XV (1): 39-44. <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/170/162>

²⁷ Organización Mundial de la Salud. 2018. Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda [Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum]. Ginebra: Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

importantes enfermedades en los consumidores, mientras que los episodios de contaminación química que pudieran constituir un problema de salud aguda, son poco habituales. El tipo de contaminación y su probabilidad pueden variar estacionalmente con las lluvias y otras condiciones locales. Se deben elaborar planes para abordar aquellos resultados que no cumplan con las metas de calidad del agua. Estos deben incluir investigación de la causa de incumplimiento y, cuando sea necesario, medidas correctivas²⁷.

En muchos casos, puede resultar adecuado analizar la calidad de la fuente de agua una vez al año, o incluso menos, especialmente si el agua procede de acuíferos subterráneos estables, donde las concentraciones de sustancias peligrosas variarán muy lentamente a lo largo del tiempo. Es probable que las concentraciones de sustancias naturales sean más variables en aguas superficiales, por lo que es necesario tomar un mayor número de muestras, en función del contaminante y de su importancia²⁷.

Por lo antes expuesto y de acuerdo a las recomendaciones de la OMS (2018)²⁷ se recomienda realizar 4 monitoreos anuales que cubran las 4 estaciones: otoño, invierno, primavera y verano, manteniendo los contaminantes a buscar y fundamentalmente los puntos de monitoreo a lo largo del tiempo. Si fuera necesario se podrían adicionar otros agroquímicos a investigar. Este diseño de monitoreo debería mantenerse durante 3 a 4 años al menos, a fin de observar y evaluar la identidad de posibles contaminantes, la tendencia de los niveles de contaminación con el paso de los años, si existe variabilidad entre estaciones, y otros factores que pueden modificar o no la presencia en los compartimientos de aguas y suelos. En el caso de documentarse un aumento de los niveles de los contaminantes, ayudaría a implementar estrategias para disminuir la contaminación tanto por el riesgo de efectos adversos para la salud humana como para la salud ambiental.

5- Tomas de muestras – protocolos y cadena de custodia.

Sobre este punto el laboratorio del CEPROCOR estará a cargo de la toma de muestras de acuerdo a los puntos de muestreo señalados. El muestreo se realizará en el Partido de Lobos, provincia de Buenos Aires en fecha a acordar con el solicitante.

6- Envío de las muestras al /los laboratorios

El personal del CEPROCOR que tomará las muestras realizará el transporte de éstas al laboratorio.

7- Recepción de las muestras en el /los laboratorios-plazos de entrega de los resultados

El Laboratorio recibirá las muestras y asegurará la cadena de custodia.

8- Determinación de plaguicidas en las muestras de suelo y aguas

8-1. Determinación de multiresiduos (screening) de plaguicidas en las muestras de suelo

Se realizará utilizando GC-MS (NCI) [Cromatografía gaseosa-Espectrometría de masas con ionización química negativa] y/o LC-MS/MS [Cromatografía líquida-Espectrometría de masas en tándem] previa extracción con acetonitrilo y método de purificación dispersiva QuEChERS.

8-2. Determinación de multiresiduos (screening) de plaguicidas en muestras de agua

Se realizará utilizando GC-MS (NCI) y/o LC-MS/MS previa extracción LL con hexano o inyección directa según corresponda.

8-3. Determinación de glifosato y AMPA en muestras de suelo y agua

Se realizará utilizando LC-MSMS previa extracción y derivatización / inyección directa previa derivatización, respectivamente.

9- Envío de los resultados

Los resultados serán enviados por el CEPROCOR a quienes se indique una vez finalizados los análisis.

10- Elaboración de informe sobre la evaluación e interpretación de los resultados

Se considerará necesario llevar a cabo una investigación detallada cuando en la fase exploratoria se hayan cuantificado concentraciones de contaminantes o existan circunstancias que no permitan descartar la existencia de riesgos inaceptables para la salud humana o los ecosistemas para el uso actual o previsto en el emplazamiento. La superación de los valores de referencia implicará la existencia de una alteración de la calidad del suelo en el emplazamiento que requerirá necesariamente, nuevos estudios¹².

Se elaborará un informe con la interpretación de los resultados efectuándose comparaciones de las sustancias halladas con datos de la literatura en otras regiones del país, frecuencia en que aparecen, evaluando si las concentraciones resultan superiores o inferiores a los valores guías o máximos según las normativas nacionales e internacionales y cualquier otra información de interés.

Dra. Edda C. Villaamil Lepori
MN Farm N°: 11.230