



## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

# Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego)

## INTRODUCCIÓN

### Precauciones generales

Es fundamental cuando se planifica un muestreo precisar claramente cual es el *objetivo* del mismo (análisis físico-químico y/o microbiológico para consumo humano, para abrevado animal, para riego, otro), ya que éste define los elementos requeridos y las condiciones en que se realizará (envase, procedimiento y cuidados para la toma de la muestra, condiciones de traslado y conservación, etc.) que se deberá consensuar previamente con el Laboratorio con el cual se planifica realizar el análisis.

El muestreo es el primer paso para la determinación de la calidad de una fuente de agua, por lo que la persona que recoge una muestra y la lleva al laboratorio es corresponsable de la validez de los resultados. En este sentido debe asegurarse que la muestra sea representativa de la fuente cuya calidad se desea evaluar, y que no se deteriore, ni se contamine antes de llegar al laboratorio, ya que la calidad de los resultados, depende de la integridad de las muestras que ingresan al mismo.

Por esto se recalca que la toma de la muestra debe realizarse con sumo cuidado, a fin de garantizar que el resultado analítico represente la composición real de la fuente de origen, y que antes de iniciar el muestreo se debe consultar al laboratorio sobre las condiciones en que éste debe desarrollarse y la información mínima requerida.

Se debe aclarar que de nada vale un excelente análisis, con equipos sofisticados, *si la muestra no es representativa*.

## MATERIAL DE CAMPO

### Indispensable:

- Envases para el muestreo (rotulados o bien envases y elementos para rotular - cinta o etiqueta autoadhesiva y fibra indeleble)
- Planillas de registro, cuaderno y lápiz o birome

### Opcional:

De ser necesario (según objetivo y condiciones del muestreo):

- Conservadora con hielo o refrigerantes.
- Gotero o elementos para incorporar soluciones conservantes a las muestras que lo requieran.
- Jabalina o dispositivo necesario para la toma de la muestra.
- Otros elementos requeridos en función del objetivo del muestreo (por ejemplo para análisis microbiológico)



## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

### De ser posible:

- GPS
- Medidor de pH portátil.
- Conductivímetro portátil.
- Termómetro.
- Agua destilada para la limpieza de los electrodos y sondas.

### ENVASE

Según los análisis que vayan a realizarse se definirá el tipo de envase a utilizar. El mismo estará en función de la cantidad de muestra a tomar y de la necesidad de dejar (en análisis microbiológicos) o no (en la mayoría de los análisis) una cámara de aire, o un espacio para mezclas o para el agregado de algún reactivo que permita la conservación de la muestra.

En el caso de que las muestras deban ser transportadas, debe dejarse un espacio del 1% de la capacidad del envase para permitir la variación de volumen debida a diferencia térmica.

Para **análisis físico-químico** se utilizarán envases de plástico o vidrio, con buen cierre, nuevos. Si se va a *reutilizar* un envase, deben desestimarse envases que hayan contenido agua contaminada, combustibles, soluciones concentradas, etc., únicamente podrían reutilizarse envases de agua mineral o envases de gaseosa muy bien lavados, especialmente aquellos en base a Cola (por el ácido fosfórico).

*En todos los casos debe asegurarse que el envase se encuentre limpio*, pero debe prestarse especial atención a no lavarlo con detergentes, hipoclorito de sodio (lavandina) u otros reactivos: el envase sólo puede ser enjuagado con agua. De todas maneras, se trate de un envase nuevo o reutilizado, previo a la toma de la muestra, deberá enjuagarse por lo menos tres veces con el agua a muestrear.

La cantidad de muestra necesaria para un análisis físico-químico es de aproximadamente 1000 ml (1 litro) como mínimo. Si fuera necesario muestrear para algún análisis que requiriera del agregado de un reactivo específico para la conservación de la muestra, deberá preverse la toma en envases adicionales de menor capacidad.

Para el caso particular del análisis de arsénico se deberá consultar con el Laboratorio con el cual se hará dicho análisis *si es necesario acidificar, con que ácido realizar eso y que dosis aplicar*.

Si se va a acidificar, antes hay que filtrar la muestra con el elemento que recomiende el Laboratorio, por ejemplo, se puede filtrar con filtro de microfibras de vidrio (consultar). Para acidificar se usa normalmente 1 ml de HCl (ácido clorhídrico concentrado al 37%) o HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico). Depende del método de análisis. Para horno de grafito se utiliza HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) en una cantidad tal que quede la muestra con una concentración de ácido del 0,2%.

Para **análisis microbiológico** se utilizarán frascos con capacidad de 250 a 300 ml, de plástico o vidrio, esterilizados, con tapa hermética y en lo posible de boca ancha. También pueden utilizarse bolsas especiales de polietileno estériles (fabricadas a tal fin), considerando que este tipo de envase es muy cómodo para la recolección y cerrado. También se debe tener presente al seleccionar los envases



## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

que este tipo de muestras debe mantenerse refrigerada (sí o sí) hasta su llegada al laboratorio y procesamiento.

Normalmente se suelen utilizar envases esterilizados que se pueden adquirir en farmacias a muy bajo costo con una capacidad menor a la recomendada (consultar con el Laboratorio si es válido y alcanza para hacer los cultivos)

### PROCEDIMIENTO

#### Identificación del sitio de la toma de muestra:

*Debe hacerse de manera unívoca.* Si se dispone de GPS posicionar satelitalmente la ubicación, de lo contrario especificar el lugar de la manera más concreta posible.

#### Información requerida:

**Al momento de muestreo es necesario recavar, como mínimo,** la siguiente información:

- Identificación unívoca de la muestra (nombre, código, etc.)
- Identificación del sitio de muestreo (georreferenciación: latitud, longitud)
- Tipo de fuente y características de la misma (pozo calzado, perforación, canal, río, represa, aljibe, profundidad del nivel estático y total si fuera pozo o perforación, diámetro de la perforación o pozo, cercanía a pozos negros o industrias, existencia de pozos abandonados, etc.)
- Destino (consumo humano, animal, riego, etc.).
- Información acerca del Establecimiento y nombre del Propietario o Encargado (con datos de dirección, e-mail y/o TE) donde se ha muestreado e información adicional acerca de problemas que detecta el personal que puede atribuirse al agua, volumen diario que se extrae normalmente o algún dato indirecto que permita el cálculo (cantidad de personas, cantidad y tipo de animales que abrevan, superficie de riego).
- Condiciones de muestreo (fecha y hora).
- Nombre de quien realizó el muestreo.
- Tipo de análisis a efectuar (físico-químico y/o microbiológico).
- Reactivo empleado para su preservación, en caso de ser utilizado.
- Cualquier otra observación que se considere de importancia.

Y de ser posible:

- pH
- Conductividad Eléctrica
- Temperatura del agua al momento de la toma.

Toda esta información se registrará en una planilla prevista al efecto, la que deberá completarse en el momento del muestreo (ver Planilla de Registro del lugar que se adjunta)



## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

### Rotulado de las muestras:

Es conveniente rotular los envases antes de iniciar el muestreo, ya que se cuenta con mejores condiciones de higiene. Es fundamental asegurarse que el rótulo sea seguro (que no se borre, se pierda o se destruya durante el traslado de la muestra), y que la **identificación** sea **unívoca**, para que no se confundan o se pierda la trazabilidad de las muestras, y lo más **sencilla** posible (recordar que toda la información requerida se volcará en la Planilla de Registro).

### Toma de muestra para análisis físico-químico

#### Precauciones para la toma de la muestra en función de su origen.

Las muestras de agua pueden provenir de fuentes superficiales (ríos, arroyos, canales, represas, lagos, aljibes) o subterráneas (pozos calzados o de balde, perforaciones) y este aspecto definirá las condiciones de muestreo.

En función de la fuente que se vaya a muestrear, y para asegurar que la muestra sea lo más representativa posible del total, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones: ***cualquiera sea la fuente de agua, previo a la toma de la muestra, se enjuagará el envase por lo menos 2 a 3 veces con el agua a muestrear.***

#### Agua de red

Para la toma de una muestra de agua de red se abrirá el grifo o canilla y se dejará que el agua corra el tiempo suficiente de manera de tener purgada toda la cañería que llega desde el tanque.

El ramal donde se encuentre el grifo debe ser el principal, proveniente de la red, y no debe estar conectado en el trayecto con otras cañerías, filtros, ablandadores u otros artefactos que puedan alterar la calidad del agua del ramal principal.

También se debe tomar la precaución de retirar del grifo o boca de salida las mangueras u otros accesorios, y de limpiarlo tratando de eliminar sustancias acumuladas en el orificio interno de salida del agua y en el reborde externo, dejando correr agua libremente para arrastrar cualquier residuo.

#### Agua de Perforaciones o Pozos Calzados

La muestra se debe tomar de la cañería inmediata al pozo y es conveniente que, antes de proceder a la toma de la muestra, la impulsión se mantenga en marcha el tiempo suficiente que contemple la profundidad del o de los acuíferos, hasta que el agua emerja clara (sin sedimentos ni restos vegetales) y que sea del acuífero. Se debe prestar especial atención a esto si el pozo estuviera en desuso.

*En pozos calzados o pozos de balde es importante extraer el agua hasta que se esté seguro que el agua es la del acuífero y no mezclada con la superficial y sin impurezas vegetales o de animales (estas cosas invalidan totalmente el análisis posterior).*

*No se debe permitir el traslado ni recepción de muestras con olor, producto de materia orgánica en descomposición. Estas muestras no son representativas y se descartarán automáticamente.*



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

Si el pozo fuera nuevo se debe bombear el tiempo suficiente hasta que salga limpia, de manera de muestrear el agua del acuífero y en lo posible bombear con caudal de diseño, es decir, el caudal máximo que la perforación o pozo puede brindar con nivel dinámico estable.

Es muy importante tener en cuenta a que profundidad se encuentra el chupón del mecanismo de bombeo y comparar con la conductividad eléctrica del agua superficial de ese pozo, perforación o represa "in-situ", ya que es muy común en acuíferos, especialmente los libres, tener una gran variación de la salinidad. Esto incluso puede llegar a ser motivo de cambio de estrategia de la altura a que se debe extraer el agua.

Lo que nunca debe suceder es que se cambie la altura de extracción de la muestra en una fuente de agua en un mismo punto (por ejemplo si no hay viento y el mecanismo de bombeo es un molino, entonces tomar con un recipiente de superficie del pozo o represa) ya que los valores hidroquímicos pueden ser muy distintos y el asesoramiento al Productor va a ser incorrecto.

### **Agua superficial proveniente de un curso de agua en movimiento (río, arroyo, canal, etc.)**

Debe ponerse especial atención en buscar puntos estratégicos de muestreo (puentes, alcantarillas, botes, muelles), ya que se debe muestrear de sitios donde el agua se encuentre en circulación. Nunca es recomendable muestrear desde donde se encuentra estancada.

Si se tratara de muestreos periódicos o de control debe tratar de extraerse la muestra siempre en el mismo lugar. Cuando no es posible tomar la muestra directamente con la mano, debe atarse al frasco un sobrepeso usando el extremo de un cordel limpio o en su caso equipo muestreador comercial.

### **Agua superficial proveniente de un espejo de agua (represa, lago, etc.)**

En estos casos, se puede proyectar una jabalina a unos 2 metros de la orilla, para no muestrear del borde, evitando tomar la muestra de la capa superficial o del fondo. Sumergir el frasco en el agua (incorporando un peso) con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, destapar y girar el frasco ligeramente permitiendo el llenado. Retirar el frasco después que no se observe ascenso de burbujas.

### **Tanque de almacenamiento, cisterna, aljibe, calicanto, etc.**

Tomar la muestra bajando el frasco dentro del pozo hasta una profundidad de 15 a 30 cm. desde la superficie libre del líquido, evitando en todo momento tocar las paredes del pozo. Cuando no es posible tomar la muestra directamente con la mano, debe atarse al frasco un sobrepeso usando el extremo de un cordel limpio o en su caso equipo muestreador comercial.

### **Pasos prácticos para la toma de la muestra para análisis físico-químico**

- 1) Si el envase está rotulado verificar que sea el correcto.
- 2) Que el envase tenga una capacidad de por lo menos 1 litro.
- 3) Enjuagar 2 a 3 veces con la fuente de agua que se va a muestrear, desechando el agua de enjuague.
- 4) Recoger la muestra sin dejar cámara de aire. Se puede dejar un mínimo sin llenar que permita la variación de volumen debida a potenciales diferencias térmicas. Si se le va a agregar algún conservante contemplar el volumen necesario para el mismo.
- 5) Cerrar el envase asegurando su cierre hermético.



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

- 6) Si no estaba rotulada la botella roturarla con tinta indeleble. Siempre tener papel y cinta adhesiva para emergencias o muestras no planificadas.
- 7) Guardar la muestra en lugar fresco (interior de un vehículo) o en conservadora si fuera necesario y llevarla al Laboratorio en el menor tiempo posible (se recomienda como tiempo máximo de entrega a Laboratorio de 4 días).

### Toma de muestra para análisis microbiológico

#### **Precauciones para la toma de la muestra en función de su origen.**

##### **Agua de perforación, pozo calzado o de red**

Donde el material lo permita, se debe calentar el grifo, canilla o caño que viene directamente del mecanismo de bombeo o del depósito principal durante el tiempo necesario para que el agua provenga directamente de la fuente (deseable) o del depósito principal.

Para el calentamiento se puede utilizar un mechero o un hisopo con algodón bien embebido en alcohol. (cuidado, no quemarse al abrirlo!)

Cuando el agua a muestrear se encuentre clorinada, no debe olvidarse el agregado de Tiosulfato de Sodio, o utilizar envases que lo contengan en pastilla, con la finalidad de neutralizar los restos de cloro (consultar al Laboratorio).

##### **Agua que proviene de un recurso superficial o de un depósito**

En el caso particular de aguas superficiales o de *depósitos de almacenamiento* (río, canal, aljibe, cisterna, etc.) es conveniente lavarse previamente las manos con jabón para manipular los recipientes esterilizados y tomar la muestra.

#### **Pasos prácticos para la toma de la muestra para análisis microbiológico**

- 1) El envase a utilizarse deberá estar esterilizado y durante la toma debe prestarse atención a mantener una adecuada asepsia para evitar la contaminación accidental de la muestra.
- 2) Rotular el envase o verificar que el rótulo sea el correcto.
- 3) Si el grifo, canilla o caño es metálico quemar con un mechero donde sale el agua (si el material es plástico realizar el mismo procedimiento pero un menor tiempo para que no se deteriore el material plástico), luego abrir el grifo, canilla o activar el mecanismo de bombeo y dejar salir el agua el tiempo suficiente hasta que se esté seguro que es agua de la fuente de agua o depósito, de manera que el chorro no sea intenso.
- 4) Abrir el recipiente estéril, evitando todo contacto de los dedos con la boca e interior del mismo y sosteniendo la tapa de manera que ésta mire para abajo.
- 5) Llenar el frasco dejando una cámara de aire. Durante el llenado es conveniente tener la precaución de mantener el frasco inclinado a 45° para evitar la introducción de partículas externas.
- 6) Tapar inmediatamente asegurando un cierre perfecto.
- 7) La muestra debe ser guardada en una conservadora oscura y con hielo bien limpia y que no contenga otros elementos propios del muestreo, o en la parte de abajo de una heladera. Nunca poner la muestra en la hielera o en un freezer. En cualquier caso también el mecanismo de





## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

conservación (conservadora, heladera) debe tener la mayor higiene posible y en el caso de la conservadora es indispensable no guardar otros elementos allí (comidas, bebidas, etc)

- 8) Trasladarla lo más pronto posible a Laboratorio (tiempo máximo 2 días y correctamente refrigerada en lugar oscuro). Ideal es llegar al Laboratorio en unas pocas horas y de lunes a miércoles.

### ACONDICIONADO Y TRANSPORTE DE LA MUESTRA

#### Para análisis físico-químicos

El acondicionamiento de las muestras dependerá del objetivo del muestreo.

En general, puede ser necesario acondicionarlas con conservadores de frío, ya que algunas especies químicas (nitratos, nitritos y en menor medida los sulfatos) pueden sufrir transformaciones por acción microbiana. También deben mantenerse al resguardo de la luz, procurando enviarlas lo más rápido posible al laboratorio.

Una buena opción, si no se dispone de conservadora con hielo, es tener las muestras en el interior de los vehículos con aire acondicionado hasta que se las lleva al Laboratorio o a algún medio de refrigeración adecuado (heladera).

Si no se refrigera puede haber variación del pH por alteración de  $\text{CO}_3^{=}$  y  $\text{CO}_3\text{H}^-$ . *No es significativa si hay poca materia orgánica.*

*Es importante medir pH "in situ".* Recordar que un pH mayor o igual a 8,3 indica presencia de  $\text{CO}_3^{=}$ . Los demás no tienen problemas.

El As puede tener un proceso de metilación por acción bacteriana y tener un valor ligeramente menor en el resultado del análisis si se analiza con un método colorimétrico, pero no tiene este inconveniente si se analiza por horno de grafito. En todos los casos conviene acidificar la muestra con un pH muy bajo para evitar esos inconvenientes.

Si se transporta en un vehículo, con aire acondicionado no hay problemas si no pasa más de un día, salvo que sea una muestra muy cargada de bacterias y materia orgánica (pero esto nunca es conveniente que suceda en ningún caso).

#### Para análisis microbiológico

*Es indispensable que la muestra se mantenga refrigerada hasta su arribo al laboratorio, ya que tanto las temperaturas mayores a 6°C como la luz provocan la multiplicación de los microorganismos e invalidan la muestra dado que los resultados no reflejarán la realidad.*

Siempre es conveniente tomar la muestra y transportarla los primeros días de la semana (hasta el miércoles en lo posible, sino consensuar previamente con el Personal del Laboratorio), previendo



## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

feriados o días no laborables, ya que, si se requiriera análisis microbiológico, una vez en el Laboratorio son necesarias por los menos 48 hs. para realizar los cultivos.

En caso de demorarse el envío, se guarda en la heladera en la parte de abajo, pero *no es conveniente que pase más de dos (2) días.*

En cualquier caso debe evitarse el congelamiento de la muestra (el lugar correcto para conservar las muestras que no se hayan podido entregar al laboratorio es en la parte inferior de una heladera común).

En resumen, tres (3) cosas afectan a los organismos vivos en una muestra para análisis microbiológico:

- las temperaturas por arriba de los 6°C
- la luminosidad
- las temperaturas de congelamiento.

Las dos primeras cosas hacen que esos organismos se multipliquen y la muestra no sea válida y de resultados que no reflejen la realidad. La tercera hace que se mueran y de un resultado de no contaminación cuando sí puede haberla.

*Las muestras para análisis microbiológico se deberán efectuar de manera separada a las destinadas para análisis físico-químico, tanto en el tipo de recipiente, como en su conservación y en el tiempo de envío a Laboratorio.*

Hay que guardar las muestras para análisis microbiológico en un ambiente lo más limpio posible. La limpieza de los vehículos es importante para evitar problemas de contaminación.

Nunca hay que exponer las muestras al sol, guardarlas en lugar fresco y trasladarlas sin demoras al Laboratorio, si es posible el mismo día del muestreo asegurando la correcta identificación de las muestras.

### **Momento de las tomas de las muestras en acuíferos y cursos de agua superficiales**

Se realizan las mismas en función de la naturaleza y del objetivo del estudio. Por ejemplo, *para estudiar la incidencia de la recarga de los acuíferos* anualmente que se produce de manera natural es conveniente tomar una muestra trimestral del agua de los acuíferos (especialmente en acuíferos libres).

- Primavera: toma de la muestra en septiembre
- Verano: toma de la muestra en diciembre
- Otoño: toma de la muestra en marzo
- Invierno: toma de la muestra en junio

Es importante que cuando se identifiquen los cambios que se buscan se hagan los análisis, sea el proceso debido a eventos naturales o a acción antrópica. Debemos adaptarnos a la naturaleza y no pretender que la naturaleza se adapte a nuestros muestreos.





## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Para los muestreos se deberá estar muy atento a los años hidrológicos secos y húmedos, y al manejo hídrico que hace el hombre de los cursos superficiales y subterráneos.

Si el objetivo es de mediano y largo plazo todos los años se deben tomar las muestras en las mismas fechas (desfasajes menores a una quincena). Preferentemente deberán estar en torno a una semana (previa o posterior).

Si se analiza en esas muestras repetitivas que se mantienen las proporciones de los cationes y aniones con respecto a la Conductividad Eléctrica (CE), habrá que analizar si no es suficiente con la medición "in-situ" de la CE y de pH de los puntos muestreados de interés, ya que eso significa ahorro de tiempo e inversiones.

*En los cursos de agua superficiales será necesario tomar una muestra de agua mensual, dependiendo de la dinámica de la cantidad y calidad del recurso, donde se evaluará si es necesario esta cantidad de muestreos o es suficiente con un monitoreo de CE y de pH.*

### Planilla de registro del lugar

Para tener un registro de situación de cada punto de muestreo, es necesario realizar una Planilla de Registro de cada punto de interés, donde se deben asentar datos específicos de ese punto, algunos esenciales, otros complementarios:

Identificación de la muestra (nombre, clave y/o sitio)	<b>Sí o sí</b>
Georeferenciación o Ubicación GPS (latitud y longitud) (X)	<b>Sí o sí</b>
Propietario, Encargado, Referente, Comisionado (especificar)	<b>Sí o sí</b>
Localidad, Paraje o Establecimiento	<b>Sí o sí</b>
Departamento, Provincia	<b>Sí o sí</b>
Dirección postal, TE y/o e-mail (especificar)	Deseable
Destino de la fuente de agua: consumo humano, bebida de animales, riego, otro (especificar)	<b>Sí o sí</b>
Fuente de agua analizada (perforación, pozo calzado, río, canal, aljibe, etc.)	<b>Sí o sí</b>
Profundidad del nivel estático y dinámico del pozo o de la perforación (medido por el técnico que toma la muestra)	Deseable
Profundidad total del pozo o perforación (corroborado por el técnico que toma la muestra)	Deseable
Diseño de la perforación (acuíferos que se aprovechan, donde se ubican los filtros)	Deseable
Sistema de bombeo o de extracción (puntual, sistema araña, pozo de gran diámetro, chupador flotante)	<b>Sí o sí</b>
Manejo del acuífero (con o sin recarga inducida a través de perforaciones o de represas cercanas)	Deseable



## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Equipo de bombeo (molino, bomba centrífuga, electrobomba sumergible, con máxima capacidad de extracción)	Deseable
Caudal de diseño del pozo o la perforación (lt/h)	Deseable
Volumen diario que se extrae normalmente (lt/día)	Deseable
Extracción continua o controlada de las perforaciones o pozos	Deseable
Caudal instantáneo en cursos superficiales en el momento del muestreo	Deseable
Cantidad de rumiantes mayores que se abastecen de esa fuente	Deseable
Cantidad de rumiantes menores que se abastecen de esa fuente	Deseable
Cercanía a lugares contaminantes (pozos negros, industrias, etc.)	Deseable
Tipo de fuentes restantes (perforaciones, pozos, represas, cursos de agua superficiales, lagunas, etc.)	Deseable
Inconvenientes en personas, animales y/o en cultivos bajo riego que utilizan el agua muestreada	Deseable
Características del suelo que se quiere regar con la fuente muestreada (permeabilidad/ salinidad /Sodio, conductividad eléctrica del sustrato)	Deseable
Tipo de sistema de riego	Deseable
Cultivos que se planifican regar	Deseable

(X) la latitud y longitud son indispensables. Si un productor o técnico acerca la muestra al INTA o al Laboratorio sin las coordenadas, necesariamente el Técnico responsable deberá concurrir a dicho lugar para georeferenciar o apoyarse en herramientas como el Google Earth para ubicar convenientemente el lugar de muestreo. Este dato se necesita porque va a ser el utilizado para poder ubicar los lugares en una capa de un SIG sobre cantidad y calidad de agua.

### **Datos básicos para solicitar en un análisis físico-químico:**

Corresponderán según el objetivo de utilización de la fuente de agua de muestreo, de la región donde se realiza el muestreo, del instrumental disponible en el Laboratorio y del monto disponible para estos análisis (para ello consultar con Especialistas del Laboratorio y/o con Coordinadores de Proyectos a los cuales se vinculan los estudios).

Como ejemplo se pueden solicitar datos básicos requeridos en un análisis físico-químico:

- Conductividad eléctrica,
- Residuo Seco,
- pH,
- Dureza Total



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

---

- Alcalinidad Total
- Cationes (Ca, Mg, K, Na)
- Aniones (CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl)
- Nitratos
- Nitritos
- Arsénico
- Flúor

y todo elemento que de acuerdo a la región y al objetivo se consideren convenientes de evaluar (flúor, boro, metales pesados, DBO, DQO, OD, etc.).

Como ejemplo se pueden solicitar datos básicos requeridos en un análisis microbiológico:

- Coliformes totales
- Escherichia Coli o termorresistentes
- Streptococos fecales
- Salmonella

### **Ante cualquier duda consultar a:**

- Miriam Ostinelli [mostinelli@cni.inta.gov.ar](mailto:mostinelli@cni.inta.gov.ar) (Red de INTA de Laboratorios de Suelo, Agua y Materia Vegetal)
- Daniel Carreira [dcarreira@cni.inta.gov.ar](mailto:dcarreira@cni.inta.gov.ar) (Red de INTA de Laboratorios de Suelo, Agua y Materia Vegetal)
- Domingo Rosas [drosas@arnet.com.ar](mailto:drosas@arnet.com.ar) o [inge.rosas@yahoo.com.ar](mailto:inge.rosas@yahoo.com.ar) (Responsable Laboratorio Central de Aguas de La Provincia de Santiago del Estero y participante del PE AERN 291682)
- Mario Basán Nickisch [mbasan@correo.inta.gov.ar](mailto:mbasan@correo.inta.gov.ar) (Coordinador del PE AERN 291682)

**NOTA:** Este Protocolo ha sido elaborado por Técnicos del PE AERN 291682 (Lucas Gallo Mendoza, Domingo Rosas, Silvina Zamar y Mario Basán Nickisch), con la importante colaboración y aportes de los Referentes de la Red INTA de Laboratorios de Suelo, Agua y Material Vegetal RILSAV (Miriam Ostinelli y Daniel Carreira) y de personal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH-UNL) de Santa Fe (Ofelia Tujchneider, Marta Paris, Marcela Pérez y Mónica D'elía).