

**Cluster Ganadero Mendoza:**  
**AGUA DE BEBIDA DEL GANADO DE CRÍA EN EL SUR ESTE DE MENDOZA.**

*Fabio Tacchini, Gerónimo Iglesias, Eduardo Naldini, Marcelo Raed.*

**Introducción**

La cantidad y calidad del agua en los bebederos de los animales de los campos de cría del este de la provincia de Mendoza, son factores que cada día requieren más atención. A medida que se alcanza la mejora de otros componentes productivos, el agua de bebida se transforma en limitante para el crecimiento ganadero. Por otra parte, el progresivo deterioro de los recursos hídricos, impulsa el análisis de las fuentes de agua empleada, sus características, sustentabilidad y costos de extracción.

Independientemente de la eficiencia de los diversos sistemas productivos, el agua es un alimento y como cualquier otro forraje debe tratarse. Es el elemento más vital de todos los conocidos hasta el momento, constituye la mayor parte del peso de los vegetales y animales y en ella se desarrollan infinidad de procesos indispensables para la vida.

La finalidad principal del presente trabajo es mostrar y describir los resultados de numerosos análisis de agua tomados de pozos y bebederos utilizados por los ganaderos de cría del sur este de la provincia de Mendoza, trabajo impulsado y financiado por el *Cluster Ganadero Mendoza* durante los años 2014 y 2015. El objetivo de dicho estudio fue aportar información que colabore en la caracterización de la región, y determinar si efectivamente, como pregonan los ganaderos de la zona, se presentan problemas con la calidad del agua utilizada como bebida animal.

Para complementar la información, se incorporan a esta publicación conceptos y elementos prácticos sobre la interpretación de los datos analíticos y una breve aproximación a los efectos de estos parámetros. Además, se incorporan nociones sobre el origen de los acuíferos, y los causales de la falta de calidad del agua que muchas veces se presenta.

**Presencia de agua subterránea en la zona árida mendocina**

El agua subterránea es un componente natural de todas las cuencas de Mendoza y en general del oeste del país. Sus depósitos tienen su origen en la formación de los suelos, con la formación geológica de cada una de las cuencas. En general, las aguas subterráneas de la zona de secano, provienen de una recarga cordillerana, originada fundamentalmente por el deshielo de glaciares. Según se muestra en la Figura 1, el agua se origina fundamentalmente de precipitaciones y deshielo de la franja cordillerana más elevada, donde la lámina llega a valores de 1000-1400 mm<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Deshielos de glaciares, periglaciares, permafrost o precipitaciones ocurridas en la zona cordillerana, alimentan arroyos y vertientes que finalmente generan los grandes ríos, destacándose claramente los cuatro que dan origen a los tres grandes oasis de la provincia. Ellos son, de norte a sur el Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel.

La Figura 1 presenta un esquema del sistema hídrico de la cuenca norte de Mendoza donde se muestra una parte del relieve de la cuenca común en un corte en profundidad. Al oeste, en la superficie, puede observarse la presencia de montañas donde se acumulan las nieves que nutren los ríos Mendoza y Tunuyán. En el corte se ha representado la estructura del sistema subterráneo que va desde la superficie del suelo en la parte superior hasta el basamento cristalino impermeable formado por material del período terciario. Se supone que por debajo de este nivel no existen otras fuentes de agua subterránea. Al iniciarse el período cuaternario, la superficie del suelo de la cuenca constituida por material del terciario en ese momento formaba una especie de gran cubeta. Conforme se formaron los plegamientos montañosos, los procesos de erosión fueron produciendo material de distinta textura, arrastrando material río abajo y depositándolo al reducirse la pendiente. Es así como esta gran cubeta formada en el

Terciario se ha ido rellenando con el material de arrastre y sedimentos. El material más grueso se depositó en las zonas de mayor pendiente hacia la desembocadura del río al pie de la montaña y los sedimentos de menor textura hacia la llanura. En la cuenca norte de Mendoza la profundidad de estos materiales permeables puede alcanzar los 800 metros. El agua subterránea se ha acumulado en el tiempo a través de la continua recarga sobre el acuífero libre que se ha producido en el lecho de los ríos, en los canales y en las áreas de riego. En consecuencia, es dable esperar que su salinidad sea un promedio de la salinidad de estas fuentes. Esto se verifica en las zonas de recarga. Pero a medida que nos desplazamos hacia el este, aparecen distintos procesos de salinización de los acuíferos.

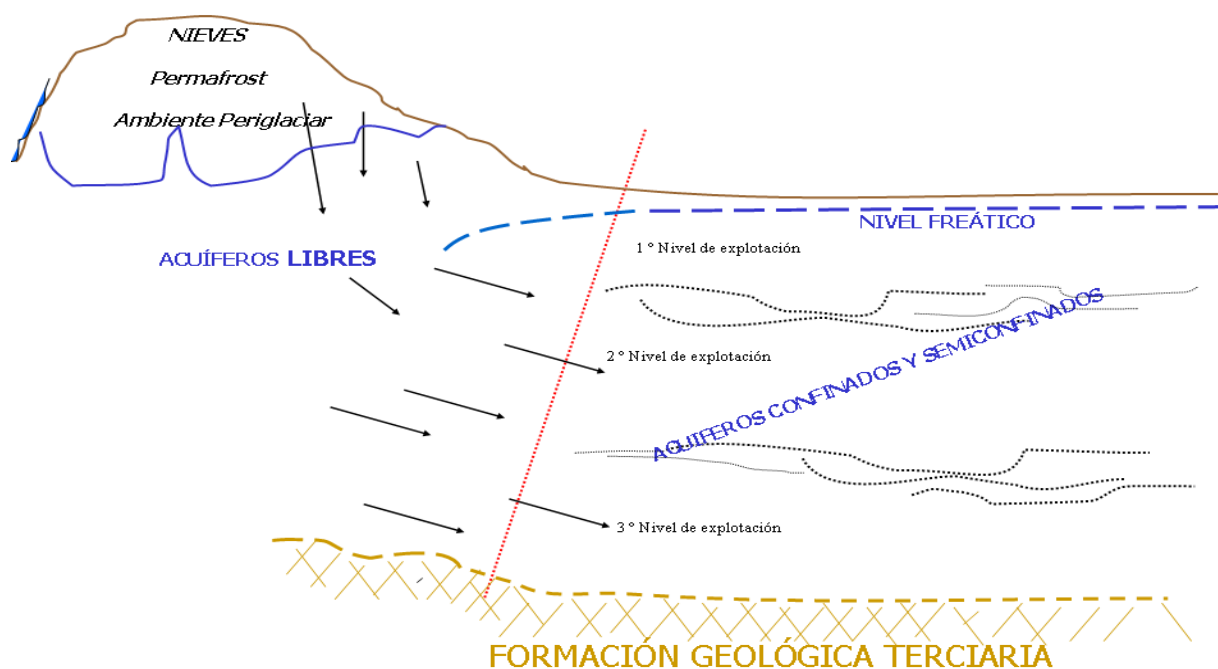


Figura 1: Origen de los acuíferos de Mendoza

Por otra parte, el proceso de agriculturización, tiene un gran impacto. EL agua de regadío aporta en mayor o menor medida sales y, una vez regado un suelo en un área cultivada, se comienza a producir la concentración de sales por el proceso natural de evaporación desde el suelo y la evapotranspiración. Las plantas utilizan agua pura y absorben solamente aquellos elementos (sales) que va a utilizar en su metabolismo, por lo que el resto de las sales permanece en el suelo y se va concentrando. En el próximo riego estas sales acumuladas son arrastradas por drenaje profundo (lixiviación) e ingresan al perfil saturado del nivel freático.

Además del proceso descrito en el área regada, en la salinización del nivel freático también influyen todas las plantas xerófilas de la zona árida que, con su sistema radicular profundo, extraen el agua colaborando en la concentración de las sales.

En estos estratos, que están permanentemente alimentados por el agua de los ríos que los va recargando anualmente, el agua se va desplazando y tiene todo un comportamiento y una forma de evolucionar conjuntamente con el sistema superficial. Agua superficial y subterránea se han conformado conjuntamente en el tiempo, son estructuras que funcionan paralelamente

Con su infiltración y traslado, el agua provoca la movilización, redistribución y acumulación de cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonato sódico, muy característico en las áreas con clima árido o semiárido.

La línea más baja de la provincia la represente el Río Desaguadero o Salado, límite con la provincia de San Luis.

Un efecto semejante al anterior, aunque más rápido y a veces muy difícil de determinar, es la presencia de rocas sedimentarias de tipo margoso o arcilloso que engloban diques de sustancias como yeso u otras sales, que a veces pueden encontrarse a gran profundidad y, por ello, no detectables.

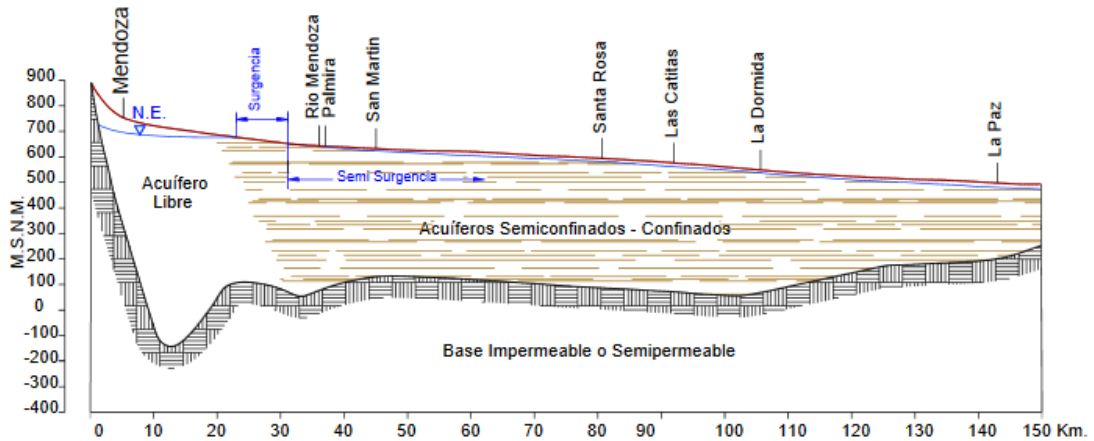


Figura 2: Perfil de la Cuenca norte en dirección oeste-este (desde la ciudad de Mendoza a La Paz)

La penetración del agua de lluvia en esos materiales provoca la solubilización paulatina de las sales que, por escorrentías subsuperficiales, son transportadas hasta los valles donde aparecen suelos salinos sin explicación aparente.

En ocasiones en que los mantos freáticos son muy profundos, estas sales pueden transportarse hasta zonas bastante alejadas, pero este manto freático salino aflorará, o se acercará a la superficie cuando encuentre un valle más profundo o cuando se eleve la capa impermeable que lo mantiene.

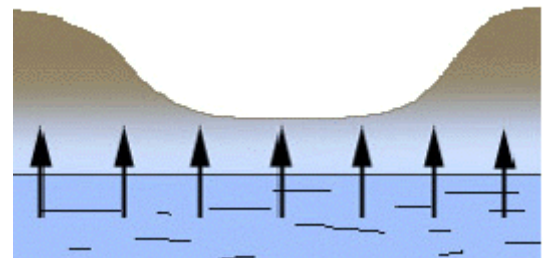
En el momento en que la profundidad del manto decrece hasta metro y medio o dos metros de la superficie, la ascensión capilar lleva el agua cargada de sales hasta niveles cercanos a la superficie del suelo allí existente y la va depositando tras la evaporación del agua.

En todos los casos es necesario que el clima contribuya a la salinización, que no tendrá lugar más que bajo condiciones de un clima seco subhúmedo o más árido.

Siempre es necesario que el lavado provocado por la lluvia sea menor que el aporte de sales por el agua subálvea.

Hay que considerar que el agua por ser excelente solvente toma algunas de las características del recipiente que la contiene o la zona por la que escurre. En consecuencia, muchas veces la calidad del receptáculo define la calidad del agua. En el caso de aguas subterráneas su composición variará de acuerdo a las características del suelo y subsuelo, la que a su vez puede modificarse cuando se la almacena en tanques o represas, agregando o quitando elementos.

La provincia de Mendoza tiene la mayor superficie regada del país y cuenta con una vasta infraestructura de riego y drenaje en los cinco ríos aprovechados. Los suelos son de origen aluvial, con perfiles que alternan capas de distintas texturas, observándose la presencia de estratos muy finos -casi impermeables- que impiden el libre drenaje del agua de riego. Esta situación es más evidente en los extremos distales del área regada donde disminuye la pendiente coincidiendo con los sectores bajos de la cuenca. La aplicación del agua de riego y las pérdidas por infiltración en la red de distribución producen el ascenso de los niveles freáticos invadiendo la rizosfera.



### **Aportes locales de agua de lluvias.**

Si bien no existen estudios de nuestra zona árida que estimen la cantidad de agua infiltrada desde las precipitaciones, puede hacerse una estimación, que permite inferir la capacidad de recolección de agua proveniente de las lluvias. La zona bajo estudio posee medias de precipitación desde los 150 mm.año-1 en el norte, en el Departamento de Lavalle, hasta los 400 mm.año-1 en el este del Departamento de General Alvear, con una media que ronda los 250 mm.año-1.

En climas secos, las lluvias inferiores a 5 mm no añaden humedad a la reserva del suelo, debido a que la escasa humedad que llega a hojas o a la superficie, rápidamente se evapora. En consecuencia, si la precipitación es inferior a esta lámina, se considera precipitación efectiva nula. Por otro parte, sólo un 75 % de la lluvia sobre los 5 mm se puede considerar efectiva. Se puede usar la expresión de Alonso 2010:

$$Pe \text{ (precipitación efectiva)} = 0,75 \times (\text{lluvia caída} - 5 \text{ mm}).$$

Esta expresión, considera que la capacidad de captación de los vegetales está en el orden del 75% del agua que efectivamente logra infiltrarse, el resto es la lixiviada, con posibilidades de alimentar algún depósito de agua. Si se dan las condiciones de infiltración, lo cual es la condición más común de nuestros suelos arenosos, en las fuertes lluvias estivales, se producen aportes a los acuíferos superficiales. Si además, existe algún estrato impermeable debajo que confine el agua, existe la posibilidad de que se produzca alguna forma de depósito subterráneo solamente alimentado por agua de lluvia. En el ejemplo de la Figura 1 se esquematiza el planteo, que se encuentra por ejemplo en la aguada de la fotografía. En este caso se ha conformado una “olla” entre las elevaciones laterales, que aporta agua de su infiltración hacia la zona más baja. La importante presencia de sales en los terraplenes, ha hecho que el agua confinada sea de elevada salinidad. Desgraciadamente, la conformación del terreno provoca una tendencia hacia la salinización.

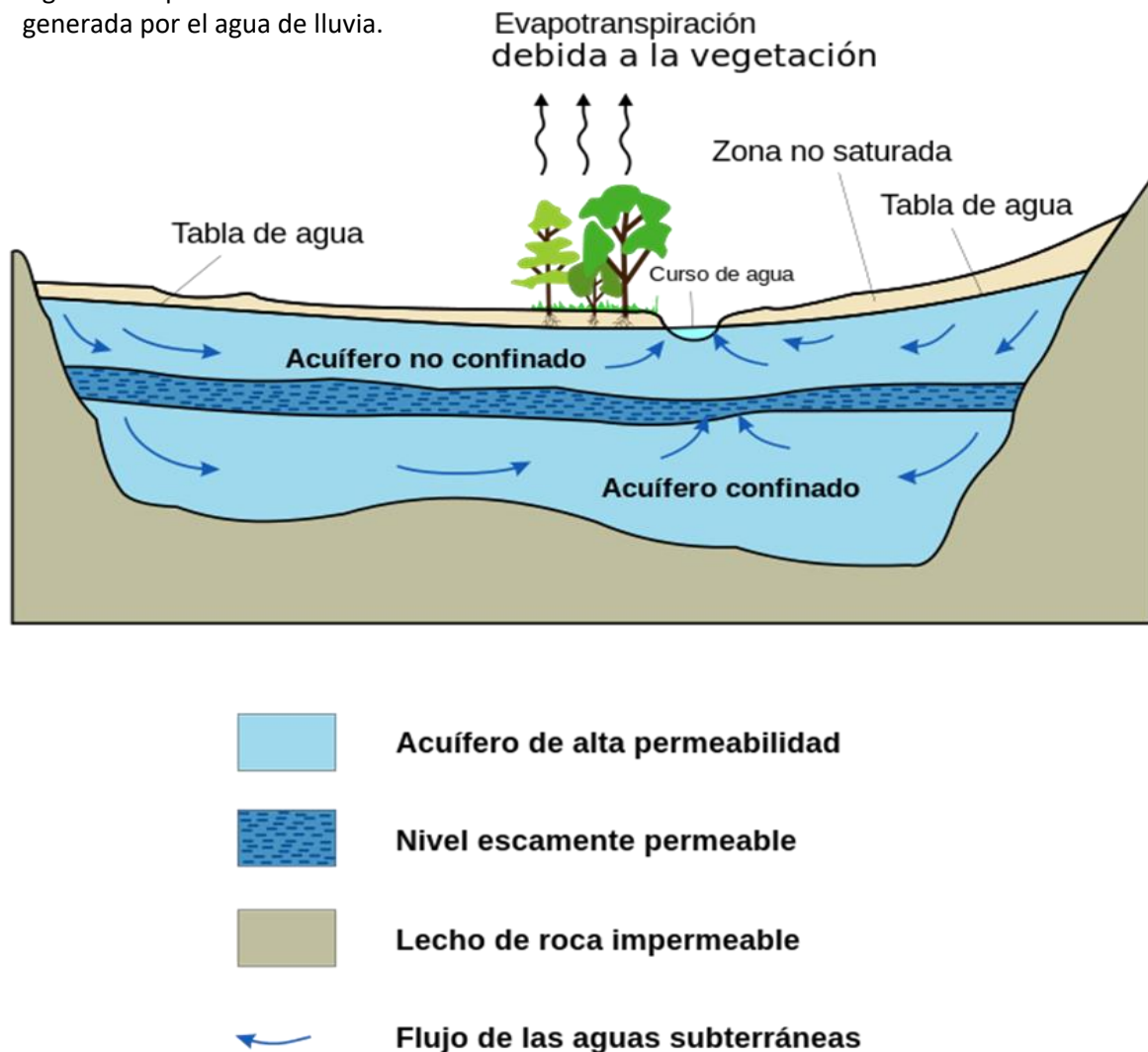
Trabajos anteriores (Tacchini, F, 2010) indican precipitaciones efectivas para la ciudad de General Alvear del orden de los 250 mm. Si aproximadamente el 25 % es lixiviado implicaría que 62,5 mm año-1 podrían alimentar una napa subsuperficial libre. Esto equivale a 62.500 litros ha<sup>-1</sup>, una cantidad nada despreciable en relación a las necesidades de agua para bebida del ganado.

Este es el caso de numerosas perforaciones del sur de General Alvear, que “pescan” agua, de acuíferos confinados recargados por agua de lluvia.



Si se quiere realmente determinar si el agua extraída proviene de agua de lluvia o es proveniente del escurrimiento cordillerano, puede utilizarse el método de radisótopo, que puede determinar si el agua es proveniente de la escurrimiento cordillerano, en este caso agua de la cuenca del pacífico o de lluvia, originada por precipitaciones de nubes originadas en el océano Atlántico.

Figura 3: esquema de batea generada por el agua de lluvia.



**Calidad de las aguas utilizadas por los ganaderos del sud este mendocino. Relevamiento realizado Toma de muestras:**

El objetivo principal del trabajo fue la caracterización del agua que utilizan los productores en el sur-este de la provincia de Mendoza. Para ello, se organizó un equipo de trabajo entre los extensionistas de diversas instituciones: Universidad Nacional de Cuyo, INTA, Dirección de Ganadería de Mendoza e IDR (Instituto de Desarrollo Rural). EL área a monitorear, es de una superficie aproximada de 40.000 km<sup>2</sup>, evidentemente, muy difícil de monitorear, más aún considerando la dificultad de acceso por la falta de infraestructura caminera. En una reunión de trabajo, se fijaron las pautas para la recolección de las muestras de agua, su conservación y traslado (ver anexo), que fueron comunicadas a los diversos actores. Las tomas de muestras fueron georreferenciadas. El protocolo desarrollado, solicitaba, en lo posible, la caracterización de las perforaciones de donde se extraían las muestras en su profundidad y características

técnicas. Implicó llenar formularios on-line, que fueron procesados inicialmente por el IDR (Instituto de Desarrollo Rural). Las muestras fueron recolectadas durante un período de aproximadamente 6 meses, y remitidas para su análisis al laboratorio de Suelos y Riego de INTA EEA Lujan de Cuyo. También se utilizaron los datos provenientes de análisis anteriores, que fueron solicitados oportunamente por los técnicos de las reparticiones involucradas.

Se analizó: Conductividad Eléctrica en *ds*, Sulfatos, Carbonatos, Bicarbonatos, Sodio, Calcio, Magnesio, Por cálculo se estimó: Gramos totales de sales por litro, Aniones Totales, Cationes totales.

La totalidad de los datos se muestra en el Anexo.

### Resultados de los análisis químicos

La Tabla 1 muestra un resumen del resultado de analizar la totalidad de los datos. Se destaca la elevada salinidad promedio y los altos niveles de sulfatos, con una relación de sales totales / sulfatos cercana a 1/1.

En cuanto a las Sales Totales, este grupo de sales es complejo y está dado por la suma de todos los compuestos solubles del agua. Se determina mediante la evaporación de la misma, pesando el residuo. En variadas publicaciones este componente puede ser expresado como Residuo Mineral, Sólidos Totales o Salinidad Total.

En la Tabla 1 Se muestran los datos de solamente dos Departamentos de los involucrados, debido a que el número de muestras obtenidas en Santa Rosa, San Rafael y Lavalle no fueron suficientes como para considerarlas representativas. Se observa como los datos de salinidad son más elevados en el Departamento de General Alvear que en el de La Paz, demostrando que las recargas de los ríos Diamante y Atuel están más salinizadas que la del Río Tunuyán.

Tabla 1: principales datos analíticos análisis de aguas de bebida animal, sur-este de Mendoza

	Todos los datos			La Paz	General Alvear
	Sales totales	CEA	PH		
	g/l	ds/m			g/l
<b>nº de datos</b>	189	189	189	81	108
<b>Valor medio</b>	4,54	7,07	7,53	3,60	5,25
<b>Mediana</b>	4,09	6,39	7,32	3,33	5,21
<b>Max</b>	18,33	28,64	8,90	10,57	18,33
<b>Min</b>	0,58	0,90	6,86	1,09	0,58
<b>Desviación Típica</b>	2,36	3,67	0,59	1,78	2,49
<b>CV</b>	52%	52%	8%	50%	47%
<b>Relación Calidad de Agua: Regular</b>				<b>2,94:</b>	<b>2,482</b>

Para reflejar aún más este proceso de salinización hacia el este, se realizó un agrupamiento de los datos en franjas oeste este, separadas aproximadamente 40 km entre sí. Se observa como la salinidad aumenta hacia el este, al menos al llegar a unos 40 km al oeste del río Desaguadero o Salado. En esta última franja, los valores encontrados son de media similar, de valores elevados.

	Rango de longitudes		g/l sales totales	CV
Oeste	-68,1258	-67,71818308	<b>3,57</b>	55%
	-67,7182	-67,31054949	<b>4,00</b>	48%
	-67,3105	-66,9029159	<b>5,24</b>	51%
Este	-66,9029	-66,49528231	<b>6,03</b>	59%

Los datos fueron procesados mediante el software libre QGIS. Se cargaron para cada punto los datos de calidad de agua, acorde a la escala propuesta por Sager, 2000, y que clasifica las aguas según a su cantidad de sales totales y su porcentaje de sulfatos. El procesamiento, mediante algoritmos especiales desarrollados en INTA por Olmedo, F. permitió reflejar el gradiente de calidad de agua, expresando el deterioro de las aguas utilizadas por los productores, en dirección sud este.

En la Tabla 3 se muestran los datos de los análisis de cationes y aniones.

Se destaca el elevado valor de Na y Cl, demostrando que la principal sal responsable de la salinidad es el cloruro de sodio. Se observa además, un elevado tenor de sulfato de Ca y sulfato de Mg. Sin embargo, no se encuentran muestras con niveles de Magnesio superiores a los 0,25 g/l, citados en la bibliografía como tóxicos.

Los valores de sulfatos si son elevados, superándose en el 20% de las muestras valores por encima de los 4 gramos por litro, ya citados como tóxicos y perjudiciales para algunos procesos fisiológicos de los animales.

Tabla 3: Datos analíticos medios, cationes y aniones

	Suma								Suma Aniones
	Na+	Ca+2	Mg+2	cationes	Cl-	CO3-2	CO3H-	SO4-2	
<b>nº de análisis</b>	58	58	58	<b>58</b>	58	58	58	58	<b>58</b>
<b>Desv. Típica</b>	1,11	0,23	0,13	<b>1,24</b>	0,95	0,00	0,96	2,01	<b>3,9</b>
<b>CV</b>	84%	46%	62%	<b>61%</b>	71%	0%	219%	88%	<b>96%</b>
	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>	<b><i>g/l</i></b>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>	<b><i>g/l</i></b>
<b>Valor medio</b>	1,32	0,50	0,20	<b>2,02</b>	1,34	0,00	0,44	2,29	<b>4,1</b>
<b>Mediana</b>	1,01	0,48	0,18	<b>1,70</b>	1,21	0,00	0,19	1,77	<b>3,2</b>
<b>Max</b>	5,62	1,15	0,71	<b>6,61</b>	4,68	0,00	5,27	10,99	<b>20,9</b>
<b>Min</b>	0,00	0,09	0,02	<b>0,53</b>	0,12	0,00	0,01	0,29	<b>0,4</b>
Algunos límites máximos			0,25					4g	
Números de muestras sobre límite			0%					20%	

### Discusión de los resultados

El resultado gráfico que se observa se observa en la Figura 4, destaca la pérdida de calidad de las aguas utilizadas por los productores ganaderos, a medida que las muestras se tomaron más hacia el este o el sur de la provincia.

La calidad está al límite de las posibilidades de su utilización por parte de los ganaderos. Los altos tenores salinos y de sulfatos, seguramente están afectando el consumo de materia seca proveniente del forraje o provocando trastornos fisiológicos que afectan los índices reproductivos.

Estos datos responden a características propias de aguas de regular a mala calidad, con valores que muestran composiciones problemáticas para la optimización de rendimientos en sistemas de engorde. Sin embargo, son numerosos los casos de campos que, con elevados niveles de sales, logran índices reproductivos aceptables para vacas de cría. En relación a esta premisa, resulta increíble la adaptación de los animales, que en muchos casos ingieren aguas que según la bibliografía serían no recomendables. En este aspecto, las tablas de calidad de agua deben ser revisadas

Las aguas analizadas son extraídas de pozos, generalmente con molinos, siendo la profundidad promedio de 19,54 metros. EL PH intermedio entre 7 y 8, indica que no todas las aguas son provenientes de la recarga cordillerana, ya que en estos casos responden a aguas con bicarbonatos cuyos PH suelen superar el valor de 8.

Son muy pocas las aguas de pozo que contienen menos de 1,5 g/l de sales totales. En estos casos subsiste la demanda de suplementación mineral. Se definan como aguas "poco engordadoras", en contraste con aquellas que poseen entre 2 y 4 g/l de sales son aguas que por lo general no requieren suplementación (salvo que haya excesos de Sulfatos) y se definen como "aguas engordadoras". Cuando estos valores son mayores de 4 g/l pueden presentarse algunos problemas de restricción voluntaria de consumo de agua, pero los animales se adaptan bastante bien a ésta aún cuando la producción pueda verse disminuida de diferentes formas (ver en Tabla 3, como disminuye el consumo de agua y MS cuando se superan los 4 a 5 g sales totales por litro). Cuando los niveles exceden los 10 g/l la restricción es seria y hace desaconsejable su uso.

Tabla 4: Salinidad y consumo de MS de alimento y de agua (Sager, 2000)

Salinidad del agua g. /litro de Sales Totales	Consumo de agua (litros /Kg.0,75)	Consumo de MS (Kg. MS /Kg.0,75)
1,5	0,443	0,105
2,5	0,549	0,134
3,5	0,558	0,130
4,5	0,582	0,122
5,5	0,536	0,114

El Departamento de General Alvear está rodeado por ríos en gran parte de su extensión, que llegan a esta geografía luego de recorrer cientos de kilómetros por los suelos aluvionales, que en gran parte los mismos ríos contribuyeron a formar. En el camino adquieren sales que son depositadas en las zonas donde el agua percola y, sobre todo, en las llanuras anegadas en las épocas de crecidas, convirtiéndose, General Alvear, en una zona de depósito. Este fenómeno se ha visto agravado por la intervención del hombre aguas arriba, donde en los oasis de regadío, la producción agrícola lava las sales de las tierras de los cultivos aguas abajo.

El efecto se ve reflejado en los peladales salinos que se detectaron con el satélite, expuestos en publicaciones (Tacchini, 2010). Es frecuente, que las aguas superficiales y subterráneas de Departamento estén cargadas de altos niveles de sal.

En algunas zonas de Alvear, se hace difícil encontrar agua de calidad y como fue mencionado desde donde se consigue debe distribuirse a diversos potreros e incluso campos vecinos.

En cuanto a las posibilidades zonales de encontrar en General Alvear agua adecuada para el ganado, se ha detectado que en la zona nor-oeste del Departamento frecuentemente cuenta con agua subterránea de tenores salinos adecuados. Corresponde al sector al norte de la Ciudad de Alvear, desde el límite oeste del Departamento y hacia el este aproximadamente a la longitud correspondiente a Corral de Lorca. Se



encontraron salinidades entre 3 y 7 g l<sup>-1</sup>. Más hacia el este de Corral de Lorca, se dificulta conseguir agua de calidad por la elevada salinidad y hacia el este del Departamento, el problema se agudiza, apareciendo incluso aguas contaminadas con Arsénico.

Toda la costa del río Salado es sumamente problemática, como también la mayor parte de la Travesía.

Se destacan las siguientes observaciones:

- A) La salinidad del Río Diamante y Atuel es relativamente baja y en consecuencia apta para el ganado, por lo que puede ser utilizada con esta finalidad, aunque falta una legislación que permita su utilización.
- B) El Río Salado durante la mayor parte del año posee una salinidad equivalente a la de agua de mar (30 g/l) y es no apta como agua de bebida. En este caso, sin embargo, se cita que durante las crecidas del río o luego de alguna lluvia torrencial, se produce un efecto de dilución que la torna utilizable. Hay un ejemplo de un ensayo en la localidad de Carmensa, donde se bombeó y reservó agua en esas condiciones.
- C) En el punto XX se tomó la salinidad de agua represada en un colector aluvional natural y la salinidad fue muy elevada. Otra situación similar en el punto XX mostró tenores salinos bajos. Esto demuestra que existen zonas con el suelo superficial salinizado, lo que dificulta aún más las estrategias de obtención de agua.

El problema de las aguas freáticas o confinadas salinas, que afecta a más de la mitad del Departamento, representa una enorme barrera al desarrollo ganadero. Se observan grandes extensiones, por ejemplo, de la Travesía, sub pastoreadas en gran parte por falta de agua.

**De poco sirve desarrollar estrategias de manejo de pasturas, apotreramiento o siembras si no es económicamente factible distribuir el agua de bebida adecuadamente.**

El caso especial de la mejora en la calidad de los pozos en el sur de General Alvear, se estima no está reflejando la realidad de la problemática. En este aspecto hay que tener en cuenta que los estos pocos datos provienen de “las aguas que utilizan los ganaderos”, y no la “calidad del agua real del subsuelo”. Por ejemplo, este caso, es reflejo seguramente de que las únicas aguas disponibles están en bateas naturales que reservan agua de lluvia.

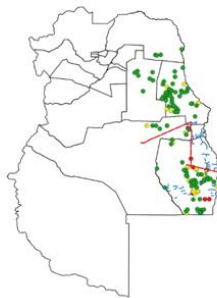
Otro factor que refuerza las conclusiones extraídas del trabajo, es que, además, no se está reflejando la posibilidad de encontrar agua utilizable. Por ejemplo, en la zona sur de Alvear, en la región denominada “travesía”, los puntos de agua utilizable son realmente muy poco frecuentes. En este aspecto, los datos representan, la mayor tolerancia de los ganaderos a utilizar aguas de menor calidad, a medida que los campos están más al este de la provincia.

Los tenores de salinidad elevados, acompañados generalmente por elevadas concentraciones de sulfatos, y la escasez de puntos de bebida hacia el este de la provincia, muestran que seguramente el agua es un factor que impide un adecuado desarrollo ganadero. Sería recomendable la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia o la realización de acueductos que provean agua en cantidad y calidad, suficiente como para que los campos puedan realizar puntos de bebida cada 3000 o 5000 has.

Más adelante se realiza un resumen de las necesidades de cantidad y calidad de agua de bebida por parte de los bovinos, para aclarar al lector sobre la necesidad de mejorar las condiciones de este factor

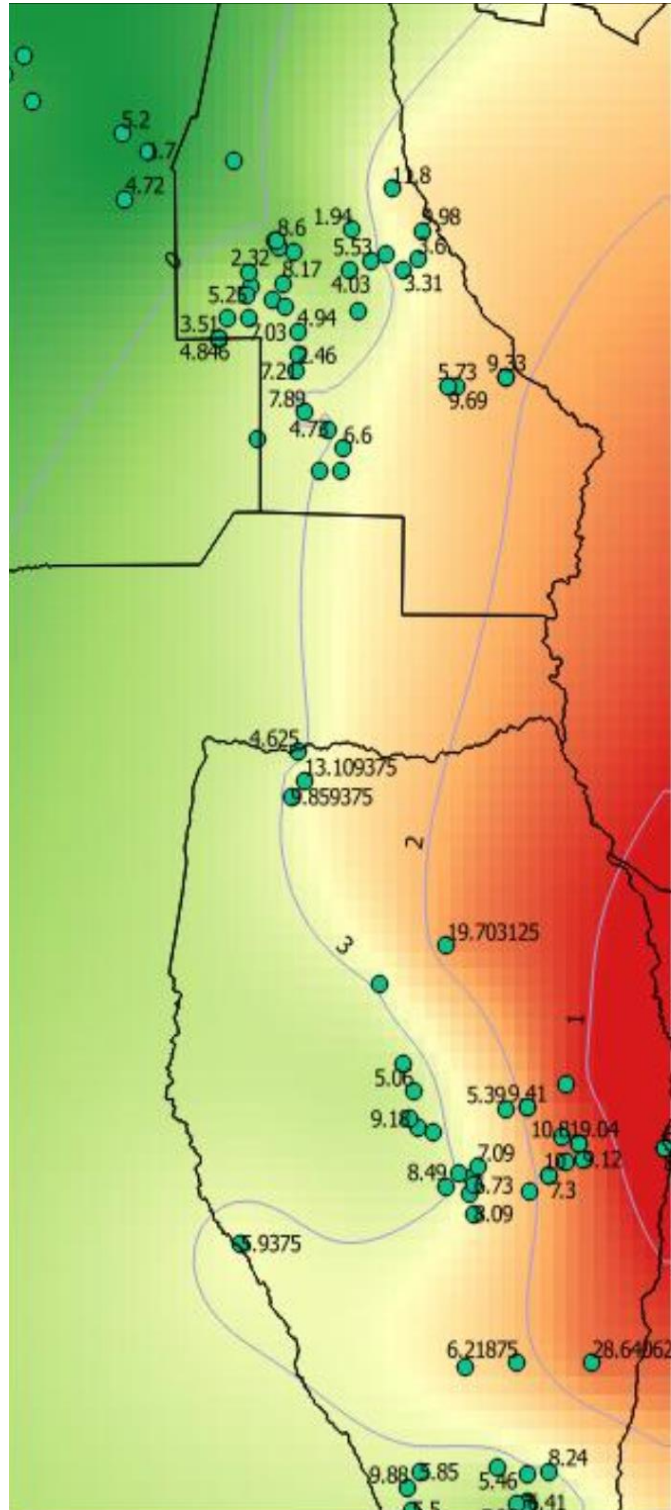
Figura 4: Gradiente de salinidad.

Verde: menos salino, rojo más salino.  
Los puntos verdes responden a muestras de agua, su valor es de salinidad en gramos/litro



Fueron tomadas muestras en 209 puntos

- - Acueducto proyectado
- Acueductos
- muestras de agua 0-6.9 g/L
- muestras de agua 7-10.9 g/L
- muestras de agua 11-20 g/L



## **Necesidad y cuantificación del consumo de agua de bebida para el ganado bovino**

El consumo de agua a libre acceso nunca se debe limitar. El agua es un nutriente y un medio para funciones metabólicas en el cuerpo. Constituye parte importante de la leche y los tejidos y proporciona un medio para la eliminación de sustancias de desecho del organismo.

El crecimiento de los animales está directamente relacionado a la cantidad y calidad de alimento consumido cada día y la ingesta puede ser severamente reducida por el consumo inadecuado de agua. La restricción del consumo de agua reduce la producción de leche en hembras lactantes, así como la ganancia en animales tanto mamonos como destetados, y puede contribuir o causar pérdidas por muerte en casos severos (Vallentine, 1963, citado por Chavez Duran, 2003).

La escasa precipitación pluvial determina que en la zona árida mendocina el recurso agua muchas veces es restringido. Difícilmente, pueda encontrarse represada, en arroyos o ríos, por lo que generalmente debe extraerse del subsuelo.

Por otra parte, las superficies de los campos de cría de zonas áridas involucran grandes extensiones, necesarias para el logro de unidades rentables. Con receptividades ganaderas del orden de las 20 ha.ev<sup>-1</sup>, se necesitan aproximadamente unas 8.000 has para constituir una unidad rentable. En este orden de superficie, las distancias que recorren diariamente los animales para recolectar el forraje necesario para sus requerimientos son enormes y este “trabajo” realizado al caminar implica un gasto energético que, en lo posible, debe ser evitado. Las vacas deben acercarse a los abrevaderos diariamente o, al menos, cada dos días, por lo que la distribución de las aguadas en los campos se vuelve crucial. Los animales tienden a sobre pastorear las regiones cercanas al agua y sub pastorear las más alejadas.

La escasez y mala distribución temporal de la precipitación pluvial, y la necesidad de homogeneizar el pastoreo en toda la extensión de los campos obligan al productor y al técnico a desarrollar toda su capacidad imaginativa para implementar un sistema de captación, extracción y distribución del agua que les permita utilizar en forma eficiente las fuentes del líquido elemento.

Como ejemplos de observaciones regionales, el agua de bebida con salinidad media a alta (4 y 6 g. /litro de sales totales) puede ser muy buena cuando se trata de rodeos de cría bovina de carne que pastorean en invierno forrajes diferidos de baja calidad. Sin embargo, esta misma composición puede ser excesiva en el verano consumiendo forrajes frescos y de buena calidad. Estos mismos niveles son excesivos para cualquier momento de un proceso de invernada y de tambo. Para el consumo humano, las aguas que por lo general consideramos muy buenas son las que poseen muy baja salinidad (menos de 1 g. /litro de sales totales), sin embargo, son absolutamente deficientes en los aportes de sales que los animales requieran y se hace necesaria la suplementación complementaria con mezclas minerales, tanto por el Cl, Na, como por el Mg, que por lo general son bajos en los alimentos sólidos.

Las interacciones animal – alimento – agua, son muy difíciles de interpretar y evaluar y son muchas veces responsables de grandes variaciones de rendimiento observadas en diferentes circunstancias. Por estos motivos este trabajo intenta dar conceptos generales y demostrar la dinámica de los componentes nutricionales para que se considere al agua de bebida como un componente importante dentro del sistema productivo bovino.

Existe la tendencia a buscar tablas que nos indiquen la clasificación de las aguas acorde a la composición salina de la misma, pero como los alimentos, no puede generalizarse porque lo que puede ser bueno para un sistema productivo puede no ser adecuado para otro. La calidad del agua está definida por elementos propios, sin embargo al interactuar con los animales y otros alimentos los efectos pueden modificarse.

Dadas las características de los sistemas productivos imperantes en nuestro país y los alimentos asociados podemos decir que para cada uno de ellos debiera haber una calidad de agua óptima. Las mejores aguas para el ganado sobrepasan ampliamente el grado de mineralización con respecto a los valores límites admitidos para el consumo humano, pero para los bovinos es sumamente difícil fijar los límites de los

valores analíticos de las sales totales para clasificar las aguas como aptas o no aptas para su uso como agua de bebida basándose solamente en la concentración de los elementos que se encuentran presentes. Es un problema muy complejo, donde inciden todos los factores estudiados hasta el momento (consumo de agua, raza, alteraciones, alimentación, materia seca del alimento, temperatura y humedad ambientes, época del año, hábitos de abrevado, funciones, acostumbamiento, tipo de sales, sales totales, etc.), que hacen problemático determinar la factibilidad de uso, y el criterio a adoptar debe establecerse para cada caso en particular luego de un análisis profundo de todos los factores y de las distintas alternativas que se presenten.

No hay niveles simples y potenciales de sustancias tóxicas que puedan ser consideradas peligrosas en todas las situaciones. Ingestas de sustancias tóxicas en cortos períodos pueden no tener efectos; nutrientes con consumo a largos períodos pueden ser peligrosos; animales jóvenes pueden reaccionar diferente a los animales adultos; la ingesta de minerales tóxicos puede no causar ningún efecto en el crecimiento, producción de leche o reproducción, pero pueden ocasionar cambios subcelulares que pueden crear susceptibilidad a enfermedades; los minerales en el agua pueden no ser tóxicos para el animal, pero pueden ser acumulados en la carne y leche a concentraciones que pueden ser objetables para el consumo humano.

La forma de expresar las cantidades de sales encontradas en el agua puede ser como partes por millón (ppm), en gramos por litros de agua (g/l), en miligramos por litro de agua, (mg/l) y en miliequivalentes (me/l).

#### **Requerimiento de agua para el ganado bovino.**

El consumo de agua por el animal está influenciado por muchos factores externos e internos que por lo general son muy difíciles de controlar. Numerosos estudios indican que podría hacerse una buena aproximación si consideramos que un animal adulto puede consumir aproximadamente el 8 al 10% de su peso en agua: un novillo de 400 Kg. podrá ingerir aproximadamente 40 litros por día. Sin embargo, existen variaciones acorde al estado fisiológico. Vacas lactantes pueden consumir hasta el 18% de su peso corporal.

El factor más conocido de todos es la temperatura ambiente, en verano siempre hay un mayor consumo pero también hay mayor evaporación en represas o estanques lo que debe tenerse muy en cuenta al considerar los requerimientos de reserva.

Otra variable de mucha importancia es el tipo de alimentación que reciben los animales. Como regla general todos los forrajes secos y/o concentrados demandan mayor cantidad de agua, que los forrajes verdes.

El estado fisiológico de los animales también incide. Una vaca en lactación consume más líquido que una vaca seca pero las diferencias no son sustancialmente diferentes como para que sean consideradas en explotaciones extensivas donde el acceso a las aguadas es a voluntad.

La composición química del agua es también determinante de su consumo.

El consumo de ciertos nutrientes también afecta el requerimiento y por ende el consumo. Dietas altas en sal, bicarbonato de sodio o proteínas lo aumentan. En los bovinos las pérdidas de agua en las heces son importantes y esto está relacionado con la alta cantidad de material indigestible. Así, dietas fibrosas y con altos contenidos de minerales contribuyen a la formación de heces con más agua y pueden aumentar el requerimiento de este elemento

Para el caso de los animales en feedlot el NRC (2000) recomienda la ecuación de Hicks et al

$$(1988): \text{Consumo de agua(lt/d)}: -18,67+(0,3937*TM) + (2,432*CMS) - (3,87*P) - (4,437*SD)$$

TM (temperatura máxima, °F), CMS (consumo de materia seca, kg/d), P(precipitación, cm/d) y SD (porcentaje de sal en la dieta, %)

La ingesta de agua de una determinada categoría de animales (peso y estado fisiológico) en un determinado manejo, es función de la ingesta de materia seca (Ver gráfico 4, Bavera G.A.1979) y de la temperatura, además de otros factores como la calidad de la dieta, el contenido de sal en alimento y agua, etc. La ingesta de materia seca es lo que más influye en el consumo de agua.

Las necesidades diarias están muy relacionadas a la temperatura ambiente y se muestran en la Tabla 5 (NRC, 1996)). A mayor temperatura, mayor requerimiento hídrico (recordar que una de las funciones del agua es, mediante su utilización en la transpiración, la regulación de la temperatura corporal). Sin embargo, algunos lugareños, en función de sus observaciones en las fuentes de agua, insisten en que los animales beben menor cantidad de agua en verano. En realidad, lo que sucede es que, cuando los animales ingieren pastos frescos, cubren gran parte de sus requerimientos con el agua de los tejidos vegetales, por lo que pueden llegar a disminuir la necesidad de agua de bebida requerida desde los pozos o molinos. Otra fuentes compensatorias de agua en el seco son el rocío y las plantas carnosas

Tabla 5: Ingesta diaria de agua esperada para vacas de carne (Elaborado de NRC, 1996).

	Temperatura en °Celsius					
	4.4	10.0	14.4	21.1	26.6	32.2
<b>Peso (kg)</b>						
<b>Animales en crecimiento, novillos, vaquillonas y toritos</b>						
<b>182</b>	15.1	16.3	18.9	22.0	25.4	36.0
<b>273</b>	20.1	22.0	25.0	29.5	33.7	48.1
<b>364</b>	23.0	25.7	29.9	34.8	40.1	56.8
<b>Animales en terminación</b>						
<b>273</b>	22.7	24.6	28.0	32.9	37.9	54.1
<b>364</b>	27.6	29.9	24.4	40.5	46.6	65.9
<b>454</b>	32.9	35.6	40.9	47.7	54.9	78.0
<b>Vacas preñadas en gestación invernal</b>						
<b>409</b>	25.4	27.3	31.4	36.7		
<b>500</b>	22.7	24.6	28.0	32.9		
<b>Vacas en lactancia</b>						
<b>409 o +</b>	43.1	47.7	54.9	64.0	67.8	71.3
<b>Toros</b>						
<b>636</b>	30.3	32.6	37.5	44.3	50.7	71.9
<b>727</b>	32.9	35.6	40.9	47.7	54.9	78.0

a. Winchester and Morris (1956)

b. La ingesta de agua de una determinada categoría de animales en un determinado manejo, es función de la ingesta de materia seca y de la temperatura. Debajo de 4.4 °C la ingesta diaria de agua se mantiene constante

c. La ingesta de materia seca es lo que más influye en el consumo de agua. Se asume que vacas más pesadas poseen mayor estado corporal, en consecuencia tienen menor consumo de materia seca y por lo tanto, menor consumo de agua.

d. Vacas de mayor peso que 409 kg están incluidas en esta recomendación.

El dimensionamiento de la cantidad de agua necesaria diariamente deberá hacerse en función de la cantidad de animales, del mayor consumo diario de estos y de la reserva, estimada al menos de 5 días. A modo de ejemplo:

Superficie potrero: 1000 has

Carga instantánea máxima: 200 vacas lactancia, 100 vacas secas.

Consumo esperado: 200 vacas lactancia x 71,3 lt + 100 vacas secas x 48,1 lt = **19.070 litros/día**

Necesidad de almacenamiento: 19.070 lt x 5 días = **93.350 litros de reserva**

El cálculo indica que, para este potrero, es necesario proveer una capacidad de producción de agua de aproximadamente 20.000 litros diarios, siendo ideal tener una reserva de aproximadamente 100.000 litros.

Tabla 6. Clasificación de las aguas de bebida según su salinidad (Bavera 2009)

Cria	Invernada pastoril	Tambo bovino y engorde a corral		Sales totales g.-l	Cloruro de sodio g.-l-1	Sulfato g.-l	Magnesio g.-l-1
Deficiente	Deficiente	Deficiente	Menos de	1	---	---	---
Muy buena	Muy buena	Muy buena	Más de	1	0,6	0,5	0,2
Muy buena	Muy buena	Buena	Hasta alrededor de	2	1,2	1	0,25
Buena	Aceptable	Aceptable	Hasta alrededor de	4	2,4	1,5	0,3
Aceptable	Mala	Mala	Hasta alrededor de	7	4,2	2,5	0,4
Mala	---	---	Hasta alrededor de	11	6,6	4	0,5
Condicionada	---	---	Hasta alrededor de	13	10	7	0,6

**Deficiente:** por su bajo contenido salino estas aguas no contribuyen con minerales a la dieta animal, presentando estos síntomas de pica y/o hambre de sal. El problema es el menos grave, pues se soluciona administrando permanentemente una suplementación dietética mineral completa ad libitum (Bavera, 2006).

**Muy buena:** esta agua contiene sales en cantidad adecuada para cubrir las necesidades minerales que las pasturas no brindan. La producción se favorece con este tipo de agua.

**Buena:** Su contenido salino supera las necesidades del animal, pero sin acarrearle problemas, pues elimina eficientemente el sobrante. En algunos casos puede ser engordadora.

**Aceptable:** Puede causar diarreas a animales no acostumbrados a la misma y disminución en la producción. En animales acostumbrados no siempre se correlaciona la condición corporal de los animales con las pasturas que consumen.

**Mala:** podrá emplearse en animales acostumbrados, con suma precaución y en ciertas épocas y pasturas.

Disminuye marcadamente la producción y puede producir mortandades. Hay un bajo aprovechamiento de los forrajes y el estado de la hacienda es generalmente malo.

**Condicionada:** Deberá emplearse por poco tiempo, cuando no se encuentra otra fuente de agua y con grandes precauciones. Produce diarreas intensas y mortandades. No hay producción.

La Tabla 6 muestra una clasificación simplificada, de la calidad de las aguas. Sager (2003) informa que hay registros de animales que sobreviven consumiendo agua con alrededor de 18 g de sales totales por litro, pero en esas circunstancias es probable que solamente produzcan un ternero cada dos o tres años. El dimensionamiento de la cantidad de agua necesaria deberá hacerse en función de la cantidad de animales, del mayor consumo diario de estos y de la reserva estimada en al menos 5 días.

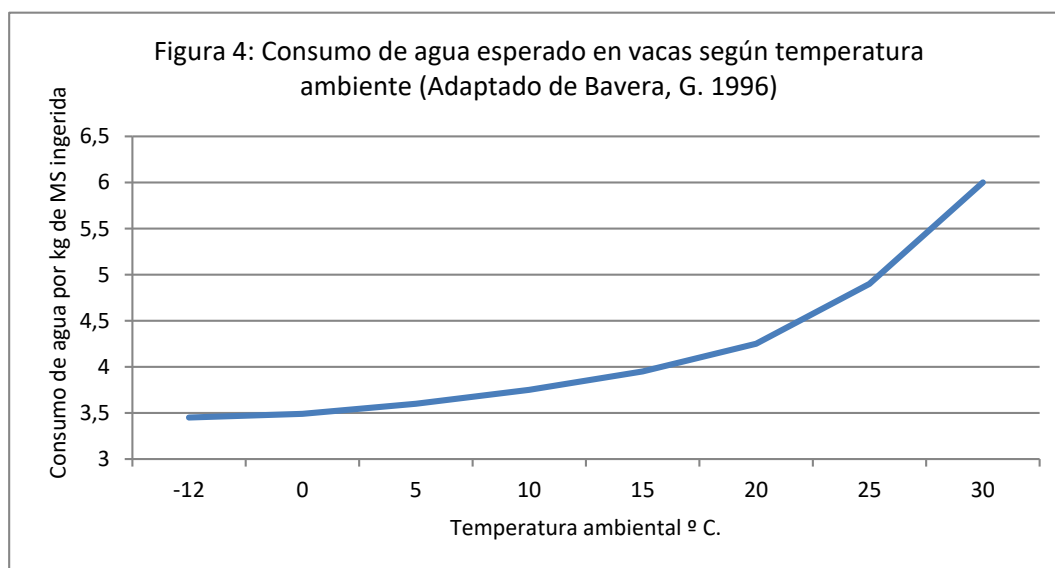
### Consideraciones anexas al trabajo como referencias para análisis de casos puntuales

La variedad de sales que pueden estar presentes en el agua de pozo es muy amplia, pero muchas de ellas por su baja concentración o por que no se les conoce efectos adversos, no se tienen en cuenta para definir su calidad. Las más comunes son Sulfatos, Cloruros, Carbonatos y Bicarbonatos.

Debido a su escasa presencia y alto costo analítico, no se analizaron algunos cationes que resultan de interés en las aguas de bebida, cuya importancia se describe más abajo.

Otro aspecto a tener muy en cuenta, es que en la zona rural el agua destinada al consumo animal es la misma que utilizan en sus casas los productores rurales, por lo menos de una de las aguadas del

establecimiento ganadero, lo que aumenta la responsabilidad de los profesionales del agro actuantes a la hora de determinar y/o solucionar los problemas, ya que no solo se trata de salud animal o riesgos para la producción, sino también de salud humana. De ahí la importancia de conocer los límites para consumo humano (Tabla 7).



#### **Consideraciones y toxicidad de los elementos disueltos en las aguas de bebida:**

##### **Aniones:**

##### **Sulfatos:**

Junto con el Cl suelen conformar las sales más abundantes de las aguas de nuestra zona árida, causante de ciertos efectos adversos. Generalmente se encuentra como sulfato de magnesio (Mg) o de sodio (Na). independientemente de su composición, otorgan al agua propiedades purgantes y también el característico sabor amargo que para animales no adaptados puede ser una restricción seria.

Está comprobado que con niveles relativamente bajos (aproximadamente 0,5 g/l de agua) se producen interferencias con la absorción de cobre (Cu) y tal vez también con el calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P). Tb producen anemia y decoloración del pelo. En animales no acostumbrados, y que por ejemplo son llevados a corrales con aguas de elevado tenor de sulfatos, pueden causar daños neurológicos y muerte. Por encima de 700 mg/l, debido al efecto osmótico, puede ser causante de diarreas, que se observan con mayor frecuencia en verano.

Para animales adaptados, el valor máximo tolerable de sulfatos es de 4 g/l. El sulfato de Na hasta 1 g/l favorece la digestión de celulosa y un mayor consumo de alimentos.

##### **Sulfuros**

Producen disnea, parálisis respiratoria, cianosis, convulsiones y apatía. Cantidades mínimas pueden llevar a la muerte.

##### **Nitratos y nitritos:**

Sales tóxicas, que pueden producir serios problemas. Reaccionan con la hemoglobina en la sangre haciéndola incapaz de transportar Oxígeno. Los terneros están en serio riesgo con este problema. Los rumiantes son los más susceptibles porque las bacterias del rumen convierten el nitrato a nitrito, que es el verdadero anión tóxico. Produce problemas reproductivos, nerviosos y de crecimiento. Mala asimilación de minerales y vitaminas. Producen anemia anoréxica, diarrea, salivación, temblores, cianosis, respiración rápida. Las vacas preñadas pueden tener abortos. En general en la nuestra zona árida no se encuentran en niveles tóxicos, por la escasez de materia orgánica. La mayor parte de los nitratos en

el agua provienen de material orgánico que es arrastrado en la lixiviación de campos demasiado fertilizados. Los nitratos se mueven a través de los suelos húmedos, a un índice de más de un metro por día. Pueden rápidamente contaminar pozos superficiales, especialmente aquellos localizados dentro o cerca de corrales para ganado abandonados.

Tabla 7: Límites de elementos contenidos en el agua para consumo humano según diferentes organismos

	OMS Límite recomendable, aconsejable	OMS Límite excesivo	OMS Máximo admisible	SSP EE.UU. Límite recomendable, aceptable	SSP EE.UU. Máximo admisible	OSN Argentina Límite adoptado
<b>Caracteres físicos</b>						
Turbidez unidades	0,2			1		
Color	2			5		
Olor	1			5		
<b>Caracteres químicos</b>						
SDT mg/l	50-600			1000		
Dureza total CO <sub>2</sub> Ca	30-100			200		
Sales disueltas mg/l	500	1500	---	500	--	2000
Cloruros Cl	100-200	600	---	250	---	600
Sulfatos	100-335	670	---	250	---	300
Nitritos NO <sub>2</sub>	0,01	---	---	0,1	---	---
Nitratos	45	---	---	45	---	---
Amonio NH <sub>4</sub>	0,05	---	---	0,20	---	---
Ca	75	200	---	---	---	---
Mg	50	100	250+	---	---	---
Manganeso	0,01-0,2	---	---	0,05	---	---
Flúor	1,0	---	1,8	0,8-1,7	1,6-3,4	1,5
Arsénico	---	---	0,02	0,01	0,05	0,01
Vanadio	---	---	0,05	---	0,01	---
Selenio	---	---	0,05	---	0,01	---
Helio	0,3	---	---	---	---	---
Plomo	0,05	---	0,1	---	0,05	---
Hierro total	0,05	---	---	0,10	---	---
Carbonatos Alcalinidad	30++	---	400	---	---	---
Dureza	60-100	---	200	---	---	---

Los nitratos se reportan como nitratos y combinado de nitritos-nitrógeno, debido a que el nitrito es inestable y se convierte a nitrato antes que el análisis esté hecho. El agua que contenga más de 100 mg/L de nitratos, o 23 mg NO<sub>3</sub>-NO<sub>2</sub>-N/L, es potencialmente peligroso. Los nitratos altos en el alimento pueden contribuir a la toxicidad si el aporte en el agua es también alto.

#### **Cloruros:**

Los cloruros en agua son generalmente de Na, Mg, Ca y potasio (K), siendo más abundantes en aguas profundas, siendo el cloruro de sodio la sal más frecuente en nuestras aguas. Hasta unos 3g/l es una sal beneficiosa, le da al agua el sabor salado. Los cloruros de Ca y de Mg le dan gusto amargo y pueden provocar diarrea.

#### **Carbonatos y Bicarbonatos:**

No se conocen efectos negativos para la producción animal, pero su combinación con el Ca y Mg definen la dureza del agua formando incrustaciones en las cañerías. La "dureza" se define como la concentración total de iones de Ca y Mg expresados en forma de carbonatos de Ca (CO<sub>3</sub>Ca) en g/l.

#### **Cationes problemáticos:**

**Arsénico:** es un catión altamente tóxico para animales y el hombre, causante de mortandad cuando se supera su límite. Por si mismo pueden definir la inaptitud del agua para ser consumida.



Forma sales muy solubles en agua que frecuentemente provienen de contaminación con pesticidas o desechos industriales. Puede estar presente en aguas subterráneas por contaminación natural. En Mendoza hay aguas contaminadas con As, sobre todo en la zona nor-este. En dosis no letales produce depresión, falta de apetito, debilidad, temblores, convulsiones, diarrea y gastroenteritis hemorrágica. Según distintas fuentes los niveles de tolerancia son de 0,01 ppm para consumo humano y 0,2 ppm para consumo animal.

### **Fluor**

El flúor por sí mismo puede definir la inaptitud del agua para ser consumida. Es un elemento altamente tóxico para animales y el hombre, altos niveles limitan su consumo. Flúor es un contaminante muy serio en algunas partes del país. Su presencia natural se relaciona con la presencia de un tipo de ceniza volcánica La intoxicación crónica provoca anomalías en dientes y huesos, retraso en crecimiento, cojera y rigidez. Los niveles peligrosos oscilan alrededor de 1,5 ppm de Flúor. La intoxicación se manifiesta por manchado de dientes y desgaste prematuro y desperejo de los dientes.

### **Magnesio:**

El Mg, tan necesario en la alimentación del ganado bovino, en muchos pozos se encuentra en exceso. Combinado con el sulfato otorga al agua un sabor amargo característico. Se consideran límites máximos: para vacas lecheras de 0,25 g/l, para terneros destetados 0,4 g/l y vacunos adultos 0,5 g/l. También puede producirse hipomagnesemia, en campos por ejemplo del sur de General Alvear, en la zona de Cochicó. Los signos clínicos que acompañan a esta deficiencia son: irritabilidad, cabeza y orejas erguidas, dificultad en el desplazamiento, hiperventilación, rechinar de dientes, parpadeo. En caso de estrés, el animal puede reaccionar iniciando una carrera desenfrenada, con caída y espasmos musculares durante los cuales, si no recibe tratamiento rápido y adecuado, puede morir. Debido a que la hipomagnesemia es una enfermedad de la producción, las hembras que están gestando o lactando son las más propensas a padecerla, puesto que son las que tienen altas demandas de Mg y no cuentan con la posibilidad de movilizarlo desde el hueso.

### **Cobre (Cu):**

La deficiencia de cobre causa problemas sanitarios en algunos rodeos de la región árida. Los signos clínicos de la hipocuprosis son variados y de importancia productiva, incluyendo menores ganancias diarias de peso, menor resistencia a infecciones y trastornos reproductivos. Estos signos obedecen a daños bioquímicos que, precedidos por disminuciones en las concentraciones hepáticas y plasmáticas de Cu, obedecen a una menor actividad enzimática. La falta de cobre en la dieta de los vacunos se caracteriza por los siguientes trastornos: despigmentación y pelo hirsuto muy característico, con la formación de anteojeras blancas que se hacen notorias en animales de pelo oscuro (signo temprano de la deficiencia); lento crecimiento; reducción de la fertilidad provocada por la demora o supresión del estro; fracturas espontáneas en animales jóvenes; diarreas y anemia. En relación con el sistema inmunológico: la falta de cobre afecta la producción de anticuerpos, provocando deficiente respuesta inmunológica. Hay dos razones por las cuales el cobre puede ser deficiente para cubrir los requerimientos del animal: dieta pobre en cobre (deficiencia primaria) y dieta con niveles adecuados de cobre pero con interferencia con otros minerales, que vuelven al Cu no disponible (deficiencia secundaria). En este aspecto se cita al Mo y al Fe, pero para nuestra zona el principal elemento es el exceso de azufre, que por sí solo puede interferir con la absorción de Cu. El mecanismo de interferencia es la formación de sulfuros de Cu (CuS) insolubles en el rumen y el abomaso, los cuales no pueden ser absorbidos

Requerimientos de cobre de los vacunos pueden variar entre 4 a 16 ppm de la MS de la ración, dependiendo mucho de la concentración de sulfatos, molibdeno y hierro del alimento. Los niveles máximos tolerables en la dieta son de 100 ppm de cobre.

Al tener incidencia geográfica, esta deficiencia puede ser caracterizada en una zona por la asociación

suelo-planta-animal. Se manifiesta por diarreas, anemia, fracturas espontáneas, retardo de crecimiento en terneros e infertilidad. Es muy común en nuestras aguas, no por falta de Cu en la bebida sino por los excesos de azufre de sulfatos, que provocan su precipitación.

**Hierro (Fe en mg/L):**

Bajos niveles de Hierro pueden ser problemáticos en el agua. Niveles por sobre 0.1 mg/L han sido reportados como causal de carne roja en terneras. Niveles de Hierro excediendo los 0.3 mg/L pueden manchar las ropas.

**Otros metales:**

La presencia de Manganeseo (Mn), plomo (Pb) y otros es muy poco frecuente a no ser que los pozos se encuentren en proximidad de yacimientos minerales de donde pueden recibir una seria contaminación, pero en estos casos más que en ningún otro se requiere un buen análisis de agua por la posibilidad de consumo humano. Zinc: produce constipación crónica.

Plomo: produce anorexia, depresión, adelgazamiento progresivo, debilidad muscular, postración y constipación.

**Cationes poco problemáticos:**

**Sodio:** forma la sal más beneficiosa y más común, el cloruro de Na (sal común) y a no ser que se encuentre en muy alta concentración (más de 10 g/l) no produce efectos negativos.

**Potasio:** El K se encuentra en muy pequeña cantidad a no ser que el agua fluya por sedimentos de nitrato de potasa (fertilizante de origen natural) en cuyo caso el agua es muy tóxica por el nitrato y el exceso de K.

**Calcio:** Importante mineral en la estructura ósea, es necesario para crecimiento y desarrollo normal. Su deficiencia puede producir trastornos como la Hipocalcemia Puerperal. Debe ser tomado en cuenta en la dieta del parto para prevenir esta enfermedad, lo mismo para el Magnesio. Para Ca no se consideran límites de toxicidad. Otorga dureza al agua.

**Otros parámetros:**

**PH:** El pH del agua de bebida puede variar de 6 a 8 y se sabe que las ligeramente alcalinas (pH 7 a 7,3) son las mejores. Las que excedan aquellos límites hacia abajo (pH menos de 5) o hacia arriba (pH más de 8) tienen efectos corrosivos sobre instalaciones y posibles efectos adversos en la digestión ruminal. En Mendoza las aguas provenientes de los ríos cordilleranos y sus escurrimiento son aguas alcalinas y es común que las superen el PH de 8.

**Microbiología:** El agua puede contener una variedad de microorganismos, incluyendo bacterias, virus, protozoos y huevos de parásitos. Un conteo de bacteria coliforme por sobre 1/100 ml puede causar diarrea en terneros. Un conteo por sobre 20/100 ml puede resultar en diarrea en vacas y vacas en ayuno. La cloración del agua removerá la bacteria peligrosa y otros microorganismos. Los protozoos y los enterovirus son más resistentes a la cloración que las bacterias.

Los rumiantes toleran muy bien elevados recuentos bacterianos en el agua de bebida, pero una ingesta de los mismos muy excesiva puede llegar a interferir en el metabolismo ruminal, especialmente con las bacterias normales de su flora, disminuyendo la digestibilidad del forraje y por lo tanto la ingesta, pudiendo llegar hasta una cetosis.

Los análisis microbiológicos son importantes cuando la fuente de agua que abastece a los animales es compartida con el hombre. Los problemas de contaminación microbiológica se agravan en las cercanías de urbanizaciones y aumentan en proporción inversa a la extensión de los predios ganaderos.

**Hidrocarburos:** aguas generalmente contaminadas por pozos petroleros mal sellados. Producen escasez en la producción de leche, adelgazamiento, pérdida de apetito. Pérdida de poder reproductor en machos.

## Bibliografía

- Alonso, J.A. 2010. Apuntes Curso Climatología aplicada a la Ingeniería y Medioambiente. Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.fao.org/docrep/X5560E/X5560E00.HTM>.
- Amilcar Álvarez, Mónica D'Elía, Marta Paris, Graciela Fasciolo, Carla Barbazza. 2011. Evaluación de la contaminación de acuíferos producida por actividades de saneamiento y re-uso de efluentes en el norte de la provincia de Mendoza. Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo vol.43 no.1 Mendoza ene./jun. 2011 *On-line* ISSN 1853-8665
- Smart, M.E., D. McLean and D.A. Christensen, 1989. The Dietary Impact of Water Quality (Proceedings of the Tenth Western Nutrition Conference, Saskatoon, Saskatchewan.)
- Bavera G.A., Rodríguez E.E., Beguet H.A., Bocco O.A., Sánchez J.C. AGUA Y AGUADAS. Edit Hemisferio Sur. 1° Edic. 1979.
- Bavera, Guillermo A.. 2009. Aguas y Aguadas para el ganado, 3ª Ed. del autor, Río Cuarto, pag. 123-125. Bonel, J.A., Gazi Ayb. METODO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA BEBIDA DE BOVINOS Y RECOMENDACIONES PARA EL GANADERO. Rev. Arg. Prod. An. Vol. 4 Supl. 3:45-48, 1985.
- Casagrande H., Sager R.L. Efecto de la composición salina del agua de bebida sobre la evolución de peso vivo de Bovinos. Rev. Arg. Prod. An. Vol. 20 Sup. 1, 2000- 23º Congreso Arg. de Producción Animal, Corrientes, Octubre 2000.
- Casagrande H., Sager R.L. Efecto de la composición salina del agua de bebida sobre el consumo y digestibilidad de forrajes. Rev. Arg. Prod. An. Vol. 20 Sup. 1, 2000- 23º Congreso Arg. de Producción Animal, Corrientes, Octubre 2000.
- Echeverria, J.C., Serra, A. y Sager R.L. Sistema experto: Evaluación de calidad de agua para bebida de bovinos. Rev. Arg. Prod. An. Vol. 15 Nº 3/4:1164-1166, 1995.
- Jobbagy E. G., M. D. Nossetto, P. E. Villagra, R. B. Jackson. 2011. Water subsidies from mountains to deserts: their role in sustaining groundwater-fed oases in a sandy landscape Ecological Applications, 21(3), 2011, pp. 678–694. 2011 by the Ecological Society of America.
- National Academy of Sciences, 1974 Nutrients and Toxic Substances in Water for Livestock and Poultry (Washington, D.C.)
- Patience, J.F., J. McLeese and M.L. Tremblay, 1989. Water Quality - Implications for Pork Production (Proceedings of the Tenth Western Nutrition Conference, Saskatoon, Saskatchewan.)
- Sager R.L. Salinidad del agua de bebida en relación al consumo de agua y heno de alfalfa (*Medicago sativa*). Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 17, Supl. 1, :23, 1997.
- Sager R.L., Casagrande, H. Efecto de la salinidad de agua de bebida sobre el consumo y digestibilidad de forrajes de baja y alta calidad. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 16, Supl. 1:118-119, 1996.
- Sueiro NV, Tolchinsky M.A., Otamendi G. AGUAS PARA BEBIDA ANIMAL. Cátedra de Agricultura General. Facultad de Agronomía. Univ. Nac. de Buenos Aires. Reimpresión 1983.
- The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Technical Review by an Agricultural Research Council Working Party Commonwealth Agricultural Bureaux. London.England. 1980. pag. 296 en adelante.
- Maynard Rona1. 1989. Nutrición Animal. Publicado por la OEA.
- NRC 89. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Séptima Edición.
- Water subsidies from mountains to deserts: their role in sustaining groundwater-fed oases in a sandy landscape. E. G. JOBBAGY, M. D. NOSETTO, P. E. VILLAGRA, AND R. B. JACKSON. 2011

Ecological Applications, 21(3), 2011, pp. 678–694. 2011 by the Ecological Society of America.

- LAGGER, J R y otros. Parámetros Físico-químicos del agua en Tambos de La Pampa. SETCA 1er Reunión Latinoamericana. Resúmenes, pagina 32
- Manual de Prevención de Polución Ambiental de la Agricultura. The Scottish Office 1997.
- Morábito J. et al. Documento del Centro Regional Andino del Instituto Nacional del Agua (CRA-INA) sobre: El agua en Mendoza y su problemática ambiental <http://www.ina.gov.ar/pdf/INA-Cra>

### ***ANEXO 1: Algunas relaciones y cálculos de interés (Vallone, 2006)***

#### **CONTROL DE ANÁLISIS**

I:de cationes - I:de aniones - sales totales

Sales probables (me/L) = CEP (dS/m)\* 8.2 (Nijensohn)

Si no hay CO<sub>3</sub>-2 la [CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>] difícilmente sea > a 10 me/L

Si el pH < 7 no más de 4 me/L de CO<sub>3</sub>H

En suelo calcáreo PH es siempre > 7 y generalmente > 7.5

Si en extracto de saturación hay CO<sub>3</sub>= y CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> por titulación el pH deberá estar alrededor de 9

Si el pH - 9.0 la [Ca + Mg] rara vez excede los 4 me/l.

Si el Ca<sup>+2</sup>> 20 me/l analizar la presencia de yeso de reserva.

#### **CONVERSIONES UTILES**

Sales totales disueltas: g/ L = Sales totales disueltas: me/L=

Sales totales disueltas: me/L=

Sales totales disueltas: me/L= Presión osmótica: kPa

Presión osmótica:bares

0.640 x CE en dS/m : 0.1 a 5.0 dS/m

10 x CE en dS/m 0.1 a 2.0 dS/m

12 x CE en dS/m 2.0 a 8.0 dS/m

8 x CEP en dS/m 0.1 a 60 dS/m

36 x CE en dS/m 3.0 a 30 dS/m

0.36 x CE en dS/m 3.0 a 30 dS/m

1 atn1 = 1bar = 100cb = 100kPa = 1000 dñalt. de agua

## **Protocolo de Muestreo para calidad de Agua de Bebida Animal**

### PROCEDIMIENTO

#### Toma de Muestra

En botellas de 1 Litro de capacidad, de primer uso se obtuvo la muestra de agua, en lo posible del lugar de bebida de los animales. En aquellos sitios donde los animales no se encontraban consumiendo, se procedió a la obtención de la muestra de los reservorios (tanques australianos) o de la perforación, recurriendo al bombeo y toma de muestra luego de 15 minutos de funcionamiento del mismo.

Se tomó la muestra sumergiendo el envase en el agua, aproximadamente en el centro del reservorio o bebida a 15-30 cm de profundidad, sin tomar contacto con las paredes del mismo

Rotulado de la muestra: Se registró el paraje o nombre del establecimiento y el propietario del campo, asignándole un número de muestra de acuerdo al orden de recolección.

Al momento de muestreo se recolecto y registró en planilla:

- Identificación unívoca de la muestra: fecha extracción, numero de orden, establecimiento o paraje, propietario del establecimiento
- Identificación del sitio de muestreo (georreferenciación: latitud, longitud)
- Tipo de fuente y características de la misma (pozo calzado, perforación, profundidad del nivel estático y total si fuera pozo o perforación, diámetro de la perforación o pozo)
- Nombre de quien realizó el muestreo.
- Cualquier otra observación que se considero de importancia.

Mediante Conductímetro/peachímetro portátil se midió y registró en planilla

- pH
- Conductividad Eléctrica

Almacenamiento de la muestra:

Una vez obtenida, identificada y registrados los datos necesarios o disponibles, se almaceno la muestra en conservadora para su transporte durante el dia de trabajo. Luego se conservó en heladera a 4°C, hasta la entrega a laboratorio de INTA , dentro de las 24 a 48 Hs posteriores al muestreo.



