



**DETERMINACIÓN E INTERPRETACIÓN DE CALIDAD DE AGUA
CON DESTINO A USO GANADERO DEL DTO. LOVENTUÉ -
PROVINCIA DE LA PAMPA**

Autor: Juan Ignacio Sierra

(DNI: 32781200) N° Legajo: 3323

Director: Ing. Agr. (Mg) Teresa M. Sánchez

(DNI: 12903182)

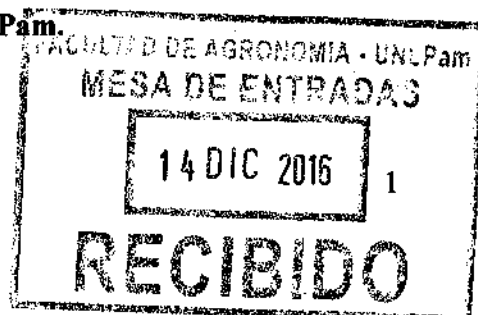
Co-Director: Ing. Agr. Guillermina Pérez Habiaga

(DNI: 30248857)

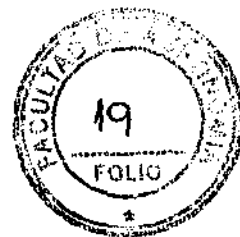
Carrera: Ingeniería Agronómica

Facultad de Agronomía. UNLPam.

Año: 2016



1 ANULADO + 3 EJEMPARES + CD



Índice de Capítulos

Resumen.....	3
Introducción.....	5
Materiales y Métodos.....	10
Resultados y Discusión.....	12
Conclusiones.....	30
Agradecimientos.....	31
Bibliografía.....	32

RESUMEN

El agua es un nutriente esencial para la vida ya que los seres vivos están constituidos en su gran mayoría por este elemento, variando estas cantidades por diversos factores como edad, estado fisiológico, momento de lactancia y engrasamiento (conteniendo menor porcentaje de agua los animales más gordos). Además de ser el elemento principal en la constitución corporal, cumple funciones fisiológicas importantes como transporte, digestión y metabolismo de nutrientes, eliminación de productos de desecho, termoneutralidad y el mantenimiento del balance iónico y fluidos. La obtención de este recurso por parte de los animales puede provenir de distintos sitios, en primer lugar el agua ingerida directamente de bebidas, represas o charcos; en segundo lugar, el agua metabólica (siendo poco representativo el aporte al animal) y como tercera opción, el agua contenida en los alimentos, una fuente muy importante en el caso de los rumiantes ya que los mismos tienen la capacidad de poder utilizarla.

La disponibilidad y la calidad del agua que se ofrece a los animales en producción, es una de las condiciones necesarias durante todo el proceso productivo en la empresa agropecuaria. La cantidad de agua necesaria para el consumo bovino es de difícil determinación ya que hay factores individuales y ambientales que hace que esto fluctúe diaria o temporalmente. El análisis físico químico del agua es de suma importancia para su productividad ya que en los rumiantes, sobre todo los bovinos, el consumo de agua está directamente relacionado con el consumo de materia seca, por lo que un animal que tome poca agua debido a su disponibilidad, palatabilidad o baja calidad puede manifestar estrés y en consecuencia la producción de carne o leche se verá disminuida.

Las sales que pueden estar presentes en el agua de napas son muy variadas. Los iones más destacados que componen estas sales son: sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, calcio, magnesio, sodio, fluoruros y arsénico. La cantidad de sales totales presentes en estas aguas es variable y el valor óptimo para el ganado bovino oscila entre 2 y 4 g L⁻¹ para que sean consideradas engordadoras, siempre y cuando el valor de cada sal individual no se encuentre en exceso. Aquellas aguas que poseen menos de 2 g L⁻¹ van a requerir suplementación, y las que estén por encima de 4 g L⁻¹ con un máximo de 10 g L⁻¹ provocarán una disminución de su consumo, pero realizando una corrección podrían ser consumidas; aguas con tenores mayores a 10 g L⁻¹ son de uso más restringido.



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 más aptas. Las que exceden el límite superior (pH mayor a 8) tienen posibles efectos adversos en la digestión ruminal.

En este estudio se tomaron 18 muestras al azar en el departamento LOVENTUÉ, provincia de LA PAMPA y se realizó el correspondiente análisis físico-químico para determinar la calidad del agua para uso ganadero bovino. Los parámetros que más variaron fueron la cantidad de sales totales (encontrándose valores que oscilaron desde 0,4 g L⁻¹ hasta 10,48 g L⁻¹), la cantidad de sulfatos (desde 0 ppm hasta 4.043 ppm), hubo 6 muestras que presentaron un leve exceso de anión fluoruro (de 2,7 ppm a 3,6 ppm) y en casi todas se encontraron deficiencias de iones calcio y magnesio.

INTRODUCCIÓN

La provincia de La Pampa tiene una posición mediterránea, ocupa una superficie de 143.440 km² y se encuentra dividida en 22 departamentos. La población, según censo correspondiente al año 2010 es de 318.951 habitantes y su densidad es de 2,2 habitantes km⁻², cifra muy inferior a la media del país (10,7 hab. km⁻²).

La región Noreste ocupa el 27,43 % de la superficie provincial, con una población de 260.090 habitantes (el 84 % de la población provincial). Por lo contrario, la región Oeste ocupa el 72 % del territorio, con 51.861 habitantes, el 16 % de la población total (Anuario Estadístico 2013).

El clima de la provincia integra el dominio de los climas templados semiáridos, siendo la región nororiental donde se registran las mayores precipitaciones (600-700 mm anuales) y mejores suelos, en tanto hacia el Oeste y Sudoeste, disminuye el nivel de precipitaciones y calidad de suelos, siendo las amplitudes térmicas muy pronunciadas, típicas de climas continentales (Anuario Estadístico 2013). El INTA Anguil divide a la provincia en tres regiones productivas: Noreste, Caldenal y Oeste. La región del Caldenal ocupa el 40 % del total de La Pampa e incluye los departamentos de Caleu- Caleu, Lihuel Calel, Hucal, Utracán, Loventué y Toay, el 88 % de esta región es bosque o monte natural (CREA 2010). La principal actividad productiva del Dto. Loventué, es la ganadería bovina. Desde el año 2008, ha disminuido el rodeo bovino, situación generalizada en toda la provincia. Según el Anuario de la provincia de La Pampa, en el año 2012 contaba con 152.818 cabezas (Anuario Estadístico 2013).

Las aguas subterráneas, constituyen el recurso más importante para el abastecimiento de agua para consumo animal en la provincia y los informes técnicos realizados, en un número importante de perforaciones, indican que estas aguas contienen, en muchos casos, un exceso de especies químicas que las transforman en aguas de mala calidad para uso animal (Reinaudi *et al.*, 1994; Reinaudi *et al.*, 1996 a y b; Roberto *et al.*, 2009).

Los animales utilizan el agua para su nutrición y crecimiento. Desde el punto de vista físico, el agua actúa en el animal como amortiguador entre su propia temperatura y el medio ambiente. Desde el punto de vista de la nutrición, el agua es un alimento indispensable para la vida animal y como tal debe tratarse (Sager, 2000). Es el componente más importante de los seres vivos, constituyendo la mayor parte del peso (dos terceras

partes de la masa corporal) y participa en múltiples reacciones y procesos vitales internos (Flores y Rochinotti 2007).

Si el agua posee una salinidad adecuada, puede hacer una buena contribución al aporte de minerales que necesita el animal favoreciendo su nutrición y crecimiento (Cseh y Catón 2009). En cambio, si se produce un rechazo por parte del animal a la ingesta diaria de agua por calidad de la misma, como sucede cuando hay exceso de sales, se puede ver afectado el consumo de alimentos, lo que repercutiría, posteriormente, en la producción y en casos extremos puede llevar a la muerte de los animales (Flores y Ronchinotti, 2007; Bavera, 2009).

La calidad del agua está definida, entre otras cosas, por los componentes químicos presentes en ella. Los requerimientos, tanto de cantidad como de calidad, varían según la especie animal, categoría, raza, edad del animal, estado fisiológico, tipo de alimentación y clima entre otros factores. Conocer la composición química del agua es importante porque es la determinante de su consumo (Bavera, 2009; Bavera, *et al.*, 1979; Fernández Cirelli, *et al.*, 2010).

El ganado bovino es capaz de adaptarse al consumo de diferentes tipos de aguas, sin embargo, las alteraciones en la calidad producidas por una excesiva concentración de sales o especies químicas indeseables, producen disminución en la producción e impacto en la salud del ganado, con las consecuentes pérdidas económicas para el productor (Grant, 1996).

Las principales determinaciones químicas que definen la calidad del agua (componentes mayoritarios y elementos traza) son las que se detallan a continuación:

Sales Totales (ST) o Sólidos Totales Disueltos (STD): Es la suma de todos los componentes sólidos disueltos en el agua. Dentro de las ST, se incluyen a todas las sales inorgánicas que pueden estar presentes, tales como: sulfatos (SO_4^{2-}); cloruros (Cl^-); carbonatos (CO_3^{2-}); bicarbonatos (HCO_3^-) de calcio (Ca^{2+}); magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y componentes trazas como arsénico (As) y fluoruros (F^-).

Según algunos autores se toma como límite superior de sales totales, 7000 mg dm^{-3} (Hernández Moreno *et al.*, 2005), mientras que la NRC (2001), considera que debería

evitarse su uso para hembras preñadas en lactación y terneros. Valores salinos entre 7000-10000 mg dm⁻³ son nocivos para rumiantes (Hernández Moreno *et al.*, 2005; Sager, 2003).

Sulfato: Los sulfatos que se encuentran en el agua, generalmente como sales solubles de Na⁺ y Mg²⁺ le confieren al agua sabor amargo. En el animal, los SO₄²⁻ actúan sobre el equilibrio ácido-base al modificar la concentración sérica de calcio y fósforo; este desbalance ejerce efectos laxantes que alteran el proceso digestivo, produciendo diarreas y pérdida de peso (Bavera, *et al.*, 1979). Este efecto se atenúa en presencia de Ca²⁺, ya que cuando el agua es absorbida a través de la mucosa del aparato digestivo, la concentración de sales poco solubles en el intestino aumenta y al ser superada la solubilidad del Ca²⁺, el mismo precipita, sustrayendo de la solución parte del ión SO₄²⁻, con lo que disminuyen los efectos osmóticos responsables de la acción laxante. Este efecto del SO₄²⁻ de modificar la relación Ca-P, es importante, ya que la escasez de estos elementos en el organismo animal, afectan la fertilidad de los vientres, incidiendo en una disminución de la descendencia.

La reducción del ion SO₄²⁻ a S²⁻ en el rumen, para luego ser absorbido, depende del número de bacterias y, no todas las bacterias presentes en el rumen, pueden utilizar el SO₄²⁻ como fuente energética (Bray y Till, 1975; Lewis, 1954; Hungate, 1966) para que esto ocurra, se requiere de un período de acostumbramiento o adaptación, para aumentar el número de estas bacterias (Hungate, 1966). Durante este período, que puede durar dos semanas, se observa una reducción del consumo de agua, por lo que también disminuye el consumo de forraje. Como los S²⁻ de metales bivalentes, son generalmente muy poco solubles, existe la posibilidad que el consumo de aguas con altos contenidos de sulfatos, produzca la formación de precipitados de Ca²⁺, cobre (Cu²⁺) o manganeso (Mn²⁺) en el rumen. Esto disminuiría la disponibilidad en solución de esos cationes esenciales para el metabolismo microbiano, lo cual llevaría finalmente a una disminución de la digestión del forraje (Coria, *et al.*, 2007). Está comprobado que con niveles relativamente bajos (aproximadamente 500 mg dm⁻³), se producen interferencias con la absorción del Cu²⁺. En los casos en que los niveles de sulfatos superen 1000 mg dm⁻³ reducen la disponibilidad de cobre a nivel ruminal originando hipocuprosis secundaria o condicionada (Sager, 2000; Bavera, 2009; Bavera, *et al.*, 1979), esto trae consecuencias en el color del pelaje del animal, dando un color "arratonado".

Cloruro: la forma más abundante en la que se encuentra es asociado con el Na^+ , dándole sabor salado al agua. Las formas combinadas con Ca^{2+} y Mg^{2+} dan sabor amargo y, si están en exceso, pueden provocar diarrea. Los bovinos que beben agua con altas concentraciones de cloruros (mayor 7000 mg dm^{-3}) presentan intoxicación crónica, siempre que se encuentren como NaCl y que esté presente como única sal. Superando estas concentraciones, los animales presentan anorexia, debilidad, pérdida de peso, deshidratación, hipotermia. Las vacas lecheras son las más susceptibles a la salinidad de agua (Bavera, *et al.*, 1979).

Carbonato y bicarbonato: El efecto de estos iones es elevar la alcalinidad al agua. En el animal producen la neutralización del HCl , no dejándolo actuar y por lo tanto reduce la digestión. No se le atribuyen efectos nocivos, pero contribuyen a elevar la salinidad total. El pH preferido para el ganado lechero es entre 6 y 8. Aguas con pH fuera de este rango pueden causar efectos no específicos, relacionados con malestar digestivo, diarreas, pobre conversión alimenticia y disminución en consumo de alimentos.

Los bovinos pueden ingerir concentraciones de CO_3^{2-} y HCO_3^- en conjunto, hasta $2000\text{-}3000 \text{ mg dm}^{-3}$ sin tener trastornos (Bavera, *et al.*, 1979; Sager, 2000).

Calcio: Necesario para la formación de huesos y dientes, crecimiento muscular, contracción muscular, producción de leche, etc. Para el Ca^{2+} no se han registrado límites máximos.

Magnesio: Más de trescientas enzimas son activadas por el Mg^{2+} . Es esencial para todos los procesos de biosíntesis y desarrollo del esqueleto. Se ha demostrado un papel relevante en la actividad de la flora celulolítica del rumen, mejorando significativamente la digestibilidad de la celulosa e incrementando el consumo de materia seca (MS). Las aguas con tenores elevados de Mg^{2+} poseen sabor amargo. Cuando se une al Cl^- , produce efectos laxantes y estos efectos se potencian, si se combina con aguas ricas en SO_4^{2-} .

Se considera como límite máximo para vacas lecheras hasta 250 mg dm^{-3} , terneros destetados, 400 y vacas de cría 500 mg dm^{-3} (Bavera, *et al.*, 1979; Bavera, 2001).

Fluoruro: Su presencia natural se relaciona con un tipo de ceniza volcánica, con altos niveles de este mineral. Tanto su deficiencia como su exceso, producen trastornos óseos muy importantes en humanos y animales. El F⁻ absorbido pasa al plasma sanguíneo y luego es distribuido a los diferentes tejidos, donde es mantenido en proporciones establecidas respecto a la concentración plasmática. Este equilibrio dinámico es posible, ya que el fluoruro no se une a proteínas en el plasma y su difusión a través de las diferentes membranas es dependiente del gradiente de pH y no necesita de carriers. Esto hace que no haya concentraciones de saturación en los diferentes compartimentos orgánicos (Singer and Armstrong, 1960). En cantidades adecuadas, 1 a 2 mg dm⁻³ es necesario para mantener la dureza de dientes y huesos. En dosis excesivas, puede producir retardo del crecimiento. Los animales jóvenes son más susceptibles que los adultos.

En los terneros destetados que consumen aguas con tenores elevados de F⁻, afecta la formación de dientes, observándose fluorosis marcada (manchado), desgaste anormal e hipocalcificación, pudiendo sufrir lesiones óseas e intoxicación crónica. Las anomalías en dientes suelen pasar desapercibidas, hasta que aparecen retardo de crecimiento, cojera, cierta rigidez, lo que da una marcha dolorosa, en cualquier edad.

En general, el moteado de dientes aparece ya con 2 a 5 mg dm⁻³ en el agua. El desgaste de las piezas dentarias, aparece a concentraciones mayores a 5 mg dm⁻³ y se agudiza con consumo de pastos naturales. La intoxicación crónica se da cuando supera los 15 mg dm⁻³. Esto requiere reposición de vientres y por lo tanto pérdida económica (Bevera, 2001).

Arsénico: Se encuentra en aguas subterráneas del este de Salta, Prov. de Chaco, Santiago del Estero, Norte de la Prov. de Buenos Aires, Sur de Córdoba y La Pampa.

Los animales que consumen agua con As que superan valores 0,30 – 0,50 mg dm⁻³ pueden presentar con el consumo prolongado síntomas de depresión, sin apetito y debilidad. Según las especies de As presentes y a mayores concentraciones pueden aparecer temblores, contracciones convulsivas, diarreas oscuras por restos de sangre. A la necropsia se encuentran lesiones en el tracto intestinal, áreas hemorrágicas en el peritoneo.

Para bovinos se considera que la concentración máxima recomendada se encuentra en 0,50 mg dm⁻³ (Ley 24051; Fernández Cirelli *et al.*, 2010) y el valor guía recomendado internacionalmente es de 0,05 mg dm⁻³ (NRC 2001). Bavera (2001), considera un límite de

0,30 mg dm⁻³ y con estas concentraciones, se pueden producir intoxicaciones crónicas (Bavera 2001).

Por lo expuesto anteriormente, se plantea el presente trabajo, con la finalidad caracterizar e interpretar la calidad de agua para consumo animal, en el Dto. Loventué – Provincia de La Pampa, donde tanto la calidad como la cantidad de la misma condicionan la actividad ganadera.

Objetivos generales

- 1- Caracterización química de diferentes muestras de agua del Departamento Loventué.
- 2- Determinar su calidad para uso ganadero.
- 3- Comparación y evaluación de las mismas según su procedencia.

Objetivos específicos

- 1- Empleo de diferentes técnicas volumétricas, gravimétricas e instrumentales, para la caracterización química de las diferentes muestras de agua.
- 2- Dictaminar cada muestra y hacer recomendación en caso de ser necesario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de agua analizadas se recolectaron en envases de polietileno/vidrio de 1,5 L de capacidad, luego de dejar correr durante 10 a 15 minutos, el agua por la cañería. Las determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Química del área de Ciencias Exactas, de la Facultad de Agronomía, UNLPam.

En las muestras, siguiendo los métodos propuestos por Obras Sanitarias de la Nación, (1974) ; del Sistema de Apoyo Metodológico para Laboratorios de Análisis de suelos, aguas y otros, (SAMPLA), actualizados al 2009 y Rodier, J. 1981 se efectuaron las siguientes determinaciones:

- Sólidos Totales Disueltos (STD) a 105 °C, por gravimetría.
- Conductividad Eléctrica (CE), con puente conductimétrico digital, la cual se expresó en deciSiemen por metro (dS m⁻¹) a 25 °C.



- Potencial hidrógeno (pH), con potenciómetro (peachímetro).
- Iones calcio y magnesio, por volumetría (titulación con EDTA).
- Iones cloruros, por volumetría de precipitación (método de Mohr).
- Iones carbonatos e bicarbonatos, por volumetría ácido-base (método de Warder).
- Sulfatos, por gravimetría (precipitación con cloruro de bario).
- Arsénico, mediante test semicuantitativo de Merck.
- Fluoruro, por absorciometría molecular, según método de W. Lamar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los diferentes análisis de agua realizados:

Remitente: KENNY, Emilio
 Procedencia: Herencia E'TATA
 Ubicación: 30 km oeste del puesto "El Durazno"

Fecha: 11/03/2015
 Muestra: pozo
 Profundidad: 30 m

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....400 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	17 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	125 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	406 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	3,6 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	26 mg L ⁻¹
Magnesio.....	29 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	no detectado mg L ⁻¹

pH.....7,42 (25°C)

C.E.E.....0.62 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua DEFICITARIA en sales para consumo bovino de cría. Se recomienda la suplementación de las mismas, preferentemente de Calcio y Magnesio en una relación de 2 Ca: 1Mg para evitar la tetania hipomagnésica en períodos pre y postparto. Los niveles de Fluoruros se encuentran por encima del valor máximo (2 mg L⁻¹) recomendado lo que podría aparecer moteados en las piezas dentarias. El moteado de los dientes se presenta en tonos pardo amarillento hasta negro verdoso. Debido a la defectuosa calcificación del esmalte provocada por la fluorosis, los dientes se desgastan prematuramente, en especial los más moteados. Este desgaste es acelerado cuando el animal consume pastos duros, muy ricos en celulosa.

Remitente: SIERRA, Bárbara y Juan Ignacio
 Procedencia: La Elenita
 Ubicación: 40 km al noroeste de Victorica

Fecha: 13/03/2015
 Muestra: pozo casa
 Profundidad: 110 m

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....4030 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	383 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	1273 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	773 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	1,4 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	81 mg L ⁻¹
Magnesio.....	36 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,0025 mg L ⁻¹

pH.....6.69 (25°C)

C.E.E.....5,55 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad BUENA para consumo bovino de cría, con un leve exceso de aniones sulfatos y deficiencia de cationes calcio y magnesio. La presencia de cantidades adecuadas de S en el agua de bebida, especialmente si se encuentra como Na₂SO₄ en proporción de 1g/L favorece la digestión de la celulosa y un mayor consumo de alimentos. Es por ello que los sulfatos son útiles para mejorar los aumentos de peso en pasturas en estado de madurez avanzada. En animales acostumbrados, la tolerancia a los sulfatos se acentúa por adecuación de la flora ruminal. Se recomienda la suplementación con sales preferentemente calcio y magnesio. El Calcio va a cubrir las deficiencias metabólicas existentes y va a disminuir el efecto del exceso de sulfato haciendo que el mismo se precipite y así ser eliminado del animal evitando un posible efecto laxante; y el magnesio va a disminuir un posible trastorno metabólico producido en el periodo pre y postparto por hipomagnesemia.



Remitente: Sucesión Eduardo KENNY
Procedencia: Don Prudencio
Ubicación: 75 km al oeste de Victorica

Fecha: 13/03/2015
Muestra: pozo casa
Profundidad: 130 m

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....9040 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	2818 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	1947 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	256 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	3,4 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	451 mg L ⁻¹
Magnesio.....	115 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,005 mg L ⁻¹

pH.....6,98 (25°C)

C.E.E.....13,825 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad MALA para el ganado bovino de cría debido a que las concentraciones de sales totales son elevadas y por sobre todo el exceso de aniones sulfatos, que podrían provocar un efecto laxante en el ganado que no esté acostumbrado a su uso. Tiene la ventaja de tener una alta concentración de cationes calcio lo que puede verse disminuido el efecto del exceso de sulfato. Se recomienda evitar el uso de esta agua y en el caso de utilizarse es necesario un acostumbramiento, el consumo de forrajes con alto contenido de humedad y administrar cobre inyectable.



Remitente: Sucesión Eduardo KENNY
Procedencia: Don Prudencio
Ubicación: 75 km al oeste de Victorica

Fecha: 13/03/2015
Muestra: ruta
Profundidad: 130 m

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....7050 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	2366 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	1647 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	252 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	1,5 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	264 mg L ⁻¹
Magnesio.....	166 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,005 mg L ⁻¹

pH.....6,82 (25°C)

C.E.E.....10,64 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad REGULAR a MALA para el ganado de cría, con una alta concentración de sales totales y específicamente se encuentra en exceso el anión sulfato pudiendo llegar a encontrarse deficiencias de cobre en los animales. La deficiencia en cobre se debe al efecto laxante por un lado; además de la reducción del sulfato a sulfuro y la formación de sulfuro de cobre, muy insoluble. Como el cobre está ligado al metabolismo del hierro, su disminución provoca inconvenientes en la formación de hemoglobina. Se recomienda la aplicación de cobre inyectable. Los niveles de calcio encontrados son altos lo que pueden contrarrestar el efecto de los sulfatos.



Remitente: LERNOUD, Julio
Procedencia: La Morocha
Ubicación: 15 km al sur de Victorica

Fecha: 11/03/2015
Muestra: casa
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....1180 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	165 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	302 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	619 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	3,2 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	13 mg L ⁻¹
Magnesio.....	50 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0.07 mg L ⁻¹

pH.....7,4 (25°C)

C.E.E.....1,82 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Es un agua de calidad BUENA para el ganado bovino de cría, encontrándose deficiente en sales. Se recomienda la suplementación de las mismas, especialmente que contengan los cationes calcio y magnesio en una relación de 2Ca:1Mg para corregir las deficiencias de calcio y evitar problemas de tetania hipomagnésica en períodos de pre y postparto. Los niveles de fluoruros se encuentran por encima del nivel máximo (2 mg L⁻¹) lo que podría esperarse la aparición de moteados en dentaduras.



Remitente: VERGES, Edgardo
Procedencia:
Ubicación: 3 km al norte de Victorica

Fecha: 11/03/2015
Muestra:
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....510 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	61 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	401 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	0,84 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	28,8 mg L ⁻¹
Magnesio.....	17 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,01 mg L ⁻¹

pH.....7,59 (25°C)

C.E.E.....0,73 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua DEFICITARIA en sales para el ganado bovino de cría. Se recomienda la suplementación de las mismas, preferentemente que contengan cationes calcio y magnesio en una relación de 2Ca:1Mg para corregir deficiencias de calcio y evitar la tetania hipomagnésica en periodos críticos de pre y post parto. El contenido de fluoruros y arsénico está dentro de los valores normales.



Remitente: SIERRA, Bárbara y Juan Ignacio
Procedencia: La Elenita
Ubicación: 40 km al noroeste de Victorica

Fecha: 13/03/2015
Muestra: pozo sur
Profundidad: 110 m

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....2670 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	487 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	624 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	850 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	1,9 mg L ⁻¹

Cationes

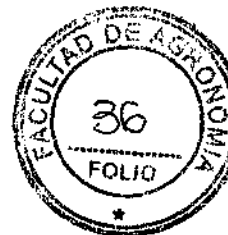
Calcio.....	25 mg L ⁻¹
Magnesio.....	23 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,02 mg L ⁻¹

pH.....7,27 (25°C)

C.E.E.....3,94 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad MUY BUENA para el ganado bovino con deficiencia de cationes calcio y magnesio. Se recomienda la suplementación de los mismos en una relación de Ca y Mg en 2:1 para corregir las deficiencias de calcio y evitar la tetania hipomagnésica en períodos críticos de pre y post parto. El contenido de fluoruro está dentro de los valores normales, necesarios para mantener la dureza de los dientes.



Remitente: MONTIEL, Benito
Procedencia: Don Benito
Ubicación:

Fecha: 22/03/2015
Muestra: bomba II
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....4620 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	591 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	1922 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	739 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	no detectado mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	40 mg L ⁻¹
Magnesio.....	86 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,05 mg L ⁻¹

pH.....7,11 (25°C)

C.E.E.....7,035 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad REGULAR a MALA para el consumo bovino, ya que presenta un exceso de aniones sulfatos lo que puede provocar deficiencia de cobre. Es relativamente bajo en calcio y magnesio lo que podría aumentar los efectos del sulfato produciendo diarreas y desbalance en la concentración de Ca-P en el plasma sanguíneo lo que conlleva a problemas reproductivos.



Remitente: MONTIEL, Benito
Procedencia: Don Benito
Ubicación:

Fecha: 22/03/2015
Muestra: bomba I
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....7730 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	1183 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	2895 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	653 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	1,08 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	236 mg L ⁻¹
Magnesio.....	118 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,08 mg L ⁻¹

pH.....6,73 (25°C)

C.E.E.....11,165 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad ACEPTABLE a MALA para el ganado bovino de cría debido a elevados niveles de aniones sulfatos. El contenido de calcio contrarrestaría en alguna medida los efectos laxantes del sulfato. El contenido de As no presenta inconvenientes para consumos continuos. El nivel de Fluoruro corresponde a un valor normal, necesario para mantener la dureza de la estructura ósea.



Remitente: LLORENS, Enrique
Procedencia: La Estrella
Ubicación: 15 km noroeste de Victorica

Fecha: 13/02/2015
Muestra: perforación
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....3700 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	957 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	998 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	440 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	2,7 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	47 mg L ⁻¹
Magnesio.....	55 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	no detectado mg L ⁻¹

pH.....7,3 (25°C)

C.E.E.....5,61 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad MUY BUENA para el ganado bovino de cría, presentando una deficiencia de cationes calcio y magnesio. Se recomienda la suplementación de sales de calcio y magnesio en relación de 2 Ca: 1 Mg para corregir deficiencias del calcio y evitar los efectos de la tetania hipomagnésica en el período de pre y postparto. Los niveles de flúor se encuentran por encima del máximo recomendado (2 mg L⁻¹).



Remitente: LLORENS, Enrique
Procedencia: La Estrella
Ubicación:

Fecha: 13/03/2015
Muestra: pozo ruta
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....2630 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	391 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	948 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	414,2 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	no detectado mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	60 mg L ⁻¹
Magnesio.....	52 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,05 mg L ⁻¹

pH.....7,25 (25°C)

C.E.E.....3,66 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad MUY BUENA para el ganado bovino de cría, presentando una deficiencia de cationes calcio y magnesio. Se recomienda la suplementación de sales de calcio y magnesio en relación de 2Ca:1Mg para compensar la deficiencia de calcio y evitar problemas de hipomagnesemia en períodos críticos de pre y postparto.



Remitente: LERNOUD, Julio
Procedencia: La Morocha
Ubicación: 15 km al sur de Victorica

Fecha: 11/03/2015
Muestra: aguada medio
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....1450 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	235 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	349,4 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	497 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	2,8 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	20 mg L ⁻¹
Magnesio.....	12 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,025 mg L ⁻¹

pH.....7,51 (25°C)

C.E.E.....2,10 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de BUENA calidad, se puede considerar algo deficitaria en sales. Sería recomendable la suplementación por medio de piedras, preferentemente que contengan cationes calcio y magnesio en una relación de 2Ca:1Mg para compensar deficiencia de calcio y evitar problemas de tetania hipomagnésica en períodos críticos de pre y postparto. Los niveles de flúor se encuentran levemente por encima al máximo recomendado (2 mg L⁻¹) lo cual no afectaría la producción.



Remitente: MARTÍN, Hernán
Procedencia: Las Delicias
Ubicación:

Fecha: 22/03/2015
Muestra:
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....460 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	45 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	337 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	1,8 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	34 mg L ⁻¹
Magnesio.....	14 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,01 mg L ⁻¹

pH.....7,67 (25°C)

C.E.E.....0,64 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera agua DEFICITARIA en sales para el ganado bovino de cría. Se recomienda la suplementación de las mismas, preferentemente que contengan cationes calcio y magnesio en una relación de 2Ca:1Mg para corregir deficiencia de calcio y evitar la tetania hipomagnésica en períodos críticos de pre y postparto. Los niveles de flúor están dentro de los parámetros recomendados.



Remitente: KENNY, Gerardo
 Procedencia: Los Cerrillos
 Ubicación: 45 km al sur oeste de Victorica

Fecha: 22/03/2015
 Muestra:
 Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....4320 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	57 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	1348 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	862 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	no detectado mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	70 mg L ⁻¹
Magnesio.....	50 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,005 mg L ⁻¹

pH.....7,48 (25°C)

C.E.E.....5,57 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad BUENA para ganado bovino de cría, presentando un leve exceso de iones sulfatos y deficiencia en cationes calcio y magnesio por lo que sería recomendable la suplementación de los mismo en una relación de 2Ca:1Mg para corregir deficiencias de calcio y evitar tetania hipomagnesémica en períodos críticos de pre y postparto.



Remitente: MENDIZABAL, Luis Alberto
Procedencia: El Capricho
Ubicación: 30 km al oeste de Victorica

Fecha: 13/03/2015
Muestra: perforación
Profundidad: 157

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....10480 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	1566 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	4043 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	700 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	0,73 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	292 mg L ⁻¹
Magnesio.....	163 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,005 mg L ⁻¹

pH.....6,93 (25°C)

C.E.E.....12,2 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad MALA, no recomendable para consumo bovino de cría, por su alto contenido de sales y exceso marcado de iones sulfatos.



Remitente: MENDIZABAL, Luis Alberto
Procedencia: El Capricho
Ubicación: 30 km al oeste de Victorica

Fecha: 13/03/2015
Muestra: pozo
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....7970 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	1896 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	2296 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	708 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	0,6 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	201 mg L ⁻¹
Magnesio.....	94 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,005 mg L ⁻¹

pH.....7,02 (25°C)

C.E.E.....10,3 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua de calidad REGULAR a MALA para el ganado de cría, con una alta concentración de sales totales y específicamente se encuentra en exceso el anión sulfato pudiendo llegar a encontrarse deficiencias de cobre en los animales. En vacunos no adaptados a aguas salinas y con sulfatos, se requerirá un período de acostumbramiento de unos quince días, en el cual se presentarán diarreas.



Remitente: MARTIN, Daniel
 Procedencia: La Yolanda
 Ubicación: 43 km al sur oeste de Victorica

Fecha: 22/03/2015
 Muestra:
 Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....940 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	24 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	100 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	683 mg L ⁻¹
Fluoruros.....	3,09 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	12 mg L ⁻¹
Magnesio.....	14 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	vestigios mg L ⁻¹

pH.....7,68 (25°C)

C.E.E.....1,275 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Se la considera un agua DEFICITARIA en sales para consumo bovino de cría. Por lo que se recomienda la suplementación de las misma, en especial que contengan calcio y magnesio en una relación de 2Ca:1Mg para cubrir las deficiencias de calcio y evitar la tetania hipomagnésica en períodos críticos de pre y postparto. Los niveles de fluoruros se encuentran por encima del máximo recomendado (2 mg L⁻¹) por lo que a largo plazo podría existir la aparición de moteado en las piezas dentarias.



Remitente: JUSTO, Enrique
Procedencia: Cercanías a Luan Toro
Ubicación:

Fecha: 17/03/2015
Muestra:
Profundidad:

Total de sólidos disueltos 100-105 °C.....9020 ppm o mg L⁻¹

Aniones

Cloruros.....	2156 mg L ⁻¹
Sulfatos.....	2540 mg L ⁻¹
Carbonatos.....	no detectado mg L ⁻¹
Bicarbonatos	391mg L ⁻¹
Fluoruros.....	1.7 mg L ⁻¹

Cationes

Calcio.....	216 mg L ⁻¹
Magnesio.....	206 mg L ⁻¹
*Arsénico.....	0,025 mg L ⁻¹

pH.....7,63 (25°C)

C.E.E.....12,8 dS m⁻¹ (25 °C)

*Arsénico efectuado mediante el test semicuantitativo Arsent Test

Observaciones: Por su contenido en sales totales, sulfatos y cloruros corresponde calificarla como MALA para cría. Si el agua tiene una salinidad de entre 4 y 7 g L⁻¹ comienzan a observarse problemas en verano, principalmente cuando está cerca de los 7, en este caso posee 9,020 g L⁻¹. Si el contenido de sulfatos es superior a las 700 ppm, se producirá una alteración en el tenor calcio-fósforo. Esto es importante debido a que la escasez de estos elementos en el organismo animal, afecta sensiblemente la fertilidad de los vientres, incidiendo básicamente en la disminución del porcentaje de parición. De allí la importancia en estos casos de suplementar con calcio y fósforo a la hacienda (Bavera, *et al.*, 1979). Los sulfatos además expresan su poder laxante, dependiendo del grado de acostumbramiento y del contenido de magnesio, potenciado en este caso particular por los cloruros. Se altera el proceso digestivo, se extraen y eliminan minerales por la diarrea. La absorción de cobre (Cu) se ve afectada y las reservas de esta especie química disminuyen. El Cu está ligado al metabolismo del hierro (Fe), su baja disponibilidad o carencia provoca inconvenientes en la formación de hemoglobina, con la consiguiente aparición de anemia.

Externamente se observa decoloración del pelo. El contenido de calcio y magnesio hace desaparecer el riesgo de hipomagnesemia e hipocalcemia en vacas preñadas con cría.

CONCLUSIONES

Se puede concluir según el estudio realizado en el departamento de Loventué, Pcia. de La Pampa, que existe una gran diversidad en cuanto a calidad, cantidad y profundidad de aguas para uso ganadero bovino. Para la mayoría de los establecimientos estudiados las aguas variaron de BUENA a REGULAR calidad. Existieron dos casos donde el agua fue calificada como de MALA calidad, lo que puede deberse a la gran profundidad de perforación para obtener mayor caudal. Todos los campos analizados en este estudio se encuentran en producción, por lo que con un correcto acostumbramiento del ganado y las correcciones correspondientes dadas en los informes de cada análisis físico-químico se podría producir de manera más eficiente. Algunos de los puntos a tener en cuenta para un correcto uso del agua de acuerdo con su grado de salinidad son:

En caso de aguas de bajo contenido salino (menor a 2 g L^{-1}):

- Se recomienda la suplementación con sales minerales según corresponda el elemento que se encuentre en deficiencia, en caso de encontrarse en un correcto balance solo se puede agregar cloruro de sodio (NaCl) en bateas.

En caso de aguas con alto contenido salino (mayor a 4 g L^{-1}):

- Se recomienda que los animales tengan un acostumbramiento ruminal al agua.
- No restringir el consumo para evitar toma excesiva.
- Facilitar la ingestión de pasturas tiernas con un alto contenido de humedad.



- No suplementar con sales, en caso de deficiencia de algún mineral debe suministrarse por vía inyectable.

AGRADECIMIENTOS

- A los productores agropecuarios que proveyeron las muestras de agua.

Se detallan a continuación:

Emilio KENNY; Bárbara y Juan Ignacio SIERRA; Sucesión Eduardo KENNY; Julio LERNOUD; Edgardo VERGES; Benito MONTIEL; Hernán MARTÍN; Enrique LLORENS; Gerardo KENNY; Luis Alberto MENDIZÁBAL; Daniel MARTÍN; Enrique JUSTO.

- A la Téc. Química del Lab. de Química de la Facultad de Agronomía, Sra. Mirta Castaño, por su apoyo en la calibración de equipos utilizados.



BIBLIOGRAFÍA

- Anuario Estadístico de la Provincia de La Pampa 2013. Gobierno de La Pampa.
- Bavera, G. A. 2009. "Manual de aguas y aguadas para el ganado" 3era Edición. Editorial del Autor, Córdoba. Argentina. 472 pág.
- Bavera, G. A. 2001. "Manual de aguas y aguadas para el ganado" 2da Edición. Editorial del Autor, Córdoba. Argentina. 387pág.
- Bavera, G. A.; Rodríguez, E. E.; Beguet, H. A.; Bocco, O. A. y Sánchez, J. C. 1979. "Aguas y aguadas". Hemisferio Sur. 284 pág.
- CREA. 2010. Provincia de La Pampa. "Análisis del Sector Agropecuario en relación a la economía provincial". 61 pág. En: www.aaglp.org.ar/novedades/analisis-sector-agropecuario-la-pampa-junio2010.pdf. Consultado: 10-12-14.
- Cseh, S.; Catón, G. 2009. "Efecto del consumo de agua de mala calidad en bovinos para carne". www.inta.gob.ar/documentos/efecto-del-consumo-de-agua-de-mala-calidad-en-bovinos-para-carne. Consultado: 10-12 14.
- Fernández Cirelli, A.; Schenone, N.; Pérez Carrera, A.; Volpedo, A. 2010. "Calidad de agua para la producción de especies animales tradicionales y no tradicionales en Argentina". AUGDOMUS, 1: 45-66.
- Flores, J; Rochinotti, D. 2007. "Agua para consumo de rumiantes". Noticias y Comentarios. INTA N° 426. Octubre de 2007.

- Grant, R. 1996. "Water quality and requirements for dairy cattle. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Newbraska". www.ianrpubs.unl.edu/dairy. Consultado: 11-12-14
- Hernández Moreno, D.; Soler Rodríguez, F.; Kammerer, M.; Pérez López, M. 2005. "Calidad físico-química del agua de bebida destinada a rumiantes". *Producción Animal*. N° 214: 19 – 29. Octubre 2005.
- Ley 24051. Régimen de desechos peligrosos. Decreto Nacional 831/93. Reglamentación de la Ley 24051.
- National Research Council (NRC). 2001. "Nutrient Requirements of Dairy Cattle". Seventh Revised Edition.
- Reinaudi, N. B.; Troiani, R. M. de y Sánchez, T. M. 1994. "Principales iones de interés ganadero presentes en aguas subterráneas del Dpto. Capital de la provincia de L.P". *Actas XV Congreso Nacional del Agua*. La Plata. 18-23 Abril de 1994.
- Reinaudi, N. B.; Troiani, R. M. de y Sánchez, T. M. a 1996. "Principales iones de interés ganadero presentes en aguas subterráneas Dpto. Toay". *Actas XVI Congreso Nacional del Agua*. San Martín de los Andes. Neuquén. 12-16 de Nov. 1996.
- Reinaudi, N. B.; Troiani, R. M. de y Sánchez, T. M. b 1996. "Principales iones de interés ganadero presentes en aguas subterráneas del Dpto. Realicó". *Actas VI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*. COPROCNA, 53-57. 4-6 Dic. 1996.
- Roberto, Z.; Tullio, J.; Malan, J. 2009. "Cartografía de agua subterránea para uso ganadero en La Pampa". *Publicación Técnica N° 73*. INTA. 27 pág.
- Rodier, J. 1981. "Análisis de Aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar". Omega. 1055 p.



- Sager, R. L. 2000. "Agua para bebida de bovinos" INTA. E.E.A. San Luis. Serie Técnica 126.

- Sager, R. L. 2003. "Calidad de agua y desbalance minerales". Cría Vacuna, Cuaderno de Actualización Técnica 66: 62-67. INTA San Luis. En: www.produccion-animal.com.ar
Consultado: 11-12-14.

- SAMLA. Sistema de Apoyo Metodológico a los Laboratorios de Análisis de suelos, agua, vegetales y enmiendas orgánicas. 2009. Recopilación de métodos de laboratorio vigentes.