

Cartografía de agua subterránea para uso ganadero en La Pampa

Roberto, Z.; Tullio, J.; Malan J.

Contenidos

Resumen	5
Introducción	7
Materiales y Métodos	13
1. Residuos Sólidos Totales	13
2. Profundidad del Nivel Freático	14
Resultados y Discusión	15
1. Residuos Sólidos Totales	15
2. Profundidad del Nivel Freático	18
Conclusiones	21
Bibliografía	23
Anexo	27

Resumen

Disponer de información referente a la calidad del recurso agua disponible para el abastecimiento de los diversos sistemas productivos, constituye una herramienta estratégica de relevancia. No obstante, no siempre se le presta la atención que merece, puesto que el agua es considerada uno de los principales nutrientes del ganado que tiene entre sus funciones el transporte de nutrientes, regular la temperatura corporal, etc. El consumo de agua por parte de los animales, depende de la raza, estado fisiológico, época del año, edad y el tipo de alimentación entre otros. En general se estima que un animal adulto consume aproximadamente entre un 8 – 10 % de su peso vivo en agua, es decir, que una vaca de 420 Kg puede ingerir entre 34 y 42 litros por día. Es dificultoso determinar la calidad de agua para bebida de los animales, en virtud de que no se pueden asignar límites absolutos para definir la aptitud de la misma. Su escasez, así como su mala calidad, constituyen elementos que limitan seriamente el nivel productivo de los animales. Llegan a afectar seriamente su estado sanitario e inclusive provocan una disminución del consumo de alimento, pérdida de peso corporal, trastornos digestivos, etc. Una primera aproximación para medir la calidad del recurso disponible, lo constituye la determinación de los Residuos Sólidos Totales (RST). Se debe tener en cuenta que para un diagnóstico más profundo, es imprescindible conocer los elementos que lo componen así como la cantidad de cada uno de ellos. Los RST, se pueden clasificar según ciertos rangos de concentración de sales: 1) Menor de 1000 mg/litro (Deficiente); 2) De 1000 a 2000 mg/litro (Buena a Muy Buena); 3) De 2000 a 4000 mg/litro (Buena a Aceptable); 4) De 4000 a 8000 mg/litro (Aceptable a Mala); 5) De 8000 a 12.000 mg/litro (Mala a Condicionada) y 6) Mayor a 12.000mg/litro (Condicionada). Según estos rangos de clasificación, en la provincia de La Pampa, habiendo relevado un 83,2 % de la superficie provincial, se pudo establecer que solo 2.897.800 ha (20,2%) presentan agua subterránea de calidad Buena a Muy Buena; 3.479.400 ha (24,3%) es de calidad Buena a Aceptable; 3.106.000 ha (21,6%) es de calidad Aceptable a Mala; 1.435.600 ha (10%) se califica como Mala a Condicionada y 1.022.800 ha (7,1%) se califica como Condicionada. Resaltan los Departamentos de Limay Mahuida y Curacó por ser los que mayor superficie presentan con disponibilidad de agua de calidad Condicionada.

Introducción

El agua es considerada un elemento fundamental para la vida. Se lo considera un nutriente esencial para el ganado. Los animales, así como los humanos pueden pasar largos períodos sin ingesta de alimento. Su carencia puede llevar a la muerte. Este elemento tiene una alta participación en la masa corporal de los organismos vivos y puede alcanzar más de un 70% del total. Además participa en innumerables procesos fisiológicos (Flores et al, 2007).

El agua transporta nutrientes, material de desecho, hormonas y otros mensajeros químicos, así como alimento a través del tracto gastrointestinal. También juega un rol muy importante en la regulación de la temperatura corporal.

Una herramienta estratégica de gran trascendencia para el desarrollo de una región es asegurar la disponibilidad de agua para los distintos sistemas productivos, tanto en calidad como en cantidad.

En el país, particularmente en la provincia de La Pampa la producción de carne y leche bovina depende preponderantemente del pastoreo. La provincia de la Pampa dispone de una superficie de alrededor de 14.344.000 hectáreas donde la principal actividad productiva es la ganadería bovina con sus distintas especializaciones: Cría, Cría y Recría, Ciclo Completo, Invernada y Tambo. La preocupación actual es dirigir los esfuerzos para alcanzar el uso sustentable del recurso hídrico a través de la planificación del manejo del agua con la implementación de políticas adecuadas.

En la provincia además de los problemas de obtener una calidad adecuada del líquido vital para la hacienda, se debe tener en cuenta otro factor definitorio como lo es la disponibilidad. Esto significa contar con un volumen de extracción adecuado para el sistema productivo que se desee implementar según la aptitud del ambiente.

En algunas áreas sólo se puede brindar agua para el ganado recurriendo a tajamares (ó represas) que, estratégicamente ubicadas, colectan el agua de las escasas precipitaciones. En muchos casos estas represas son utilizadas para mejorar, a través de la mezcla, la calidad de agua que se brinda a la hacienda posibilitando la reducción del tenor de sales de aquella que se extrae subterráneamente para adecuarla a los máximos permitidos en la ingesta animal. A estos embalses se les adicionan molinos que, por bombeo, permiten la distribución del elemento a los distintos potreros.

En los últimos años, estos sistemas han entrado en crisis en virtud de que por las bajas precipitaciones se han agotado totalmente, debiendo los productores acarrear agua a través de camiones desde grandes distancias (con frecuencia diaria) para abastecer a su ganado con el consecuente incremento en los costos de producción.

En muchos casos la buena disponibilidad del recurso no es acompañada por una buena calidad de agua. Es frecuente que ante la escasa disponibilidad se proceda a instalar numerosas perforaciones que se usarán alternadamente e incluso, se procede a la realización de perforaciones radiales que tienen por finalidad aumentar el área de captación de agua. La profundidad del acuífero es sumamente variable oscila desde unos pocos metros (< 10m) hasta cientos de metros.

El volumen de agua que consume un animal es sumamente variable. En general se estima que oscila entre el 8 -12 % del peso vivo. Esta variación, sumamente amplia, está influenciada por distintos factores. Entre ellos se debe considerar época del año, raza, estado fisiológico, tipo de alimentación, edad, condiciones climáticas y la calidad del agua entre otras (Bonel y Ayub, 1985; Bavera, Rodríguez, Beguet, Bocco y Sánchez, 1979). En casos de aguas con problemas de calidad, se debe tomar la precaución de que el animal pueda tener un tiempo de acostumbamiento. No resulta conveniente el ingreso al predio de animales no acostumbrados en el período de verano y se debe en lo posible ingresarlos en la época invernal para posibilitar el acostumbamiento para cuando se llegue a las épocas de mayor consumo.

En casos de bajo consumo (por calidad o disponibilidad), el animal puede soportar hasta un 10 % de pérdida de agua de su organismo, nivel a partir del cual se comienzan a generar importantes disturbios que afectan la producción de carne y leche (Jarsun, 1987).

Entre los factores que afectan el consumo tenemos aquellos inherentes al animal, los que dependen de las condiciones climáticas y aquellos que se relacionan con el tipo de dieta. (Hoover, 1986; Pozzo et al, 1982), (ARC, 1980; y Church, 1969). Entre los primeros, se deben tener en cuenta la raza, la edad y el estado fisiológico.

Con respecto a la raza está comprobado que las razas británicas y continentales, son menos tolerantes que las cruza índicas.

Con respecto a la edad, se comprueba que los animales adultos, proporcionalmente a su peso, consumen menos que aquellos más jóvenes. Por otro lado, los adultos manifiestan una mayor tolerancia a la ingesta de aguas de menor calidad.

Según el estado fisiológico, el mayor consumo estará dado por el vientre

que se halla con ternero al pié (lactando) y el menor será el de un vientre seco. En el caso de los vientres lecheros, el consumo según el nivel de producción de leche puede llegar a supera los 100 litros de agua por día.

Cuando se considera el ambiente en el que se desenvuelve el animal, adquiere suma importancia la temperatura. Debe tenerse en cuenta que en pleno verano y en muchas áreas no se dispone de sombra y las temperaturas superan los 40 °C en el mes más cálido (Enero), por lo que los requerimientos de agua se incrementan notablemente. Algunas estimaciones señalan que en estas condiciones, el incremento en la demanda de agua por parte del animal puede superar el 50 %. Este factor, acompañado de fuertes vientos, acelera el consumo y producen una excesiva evaporación del agua almacenada lo que incrementa la concentración de sales, desmejorando su calidad.

La demanda del sistema está también fuertemente condicionada por la calidad de la dieta. Cuando el material es seco o con bajo tenor de humedad el consumo se incrementa. En caso de suministrarse alimentos húmedos, el consumo disminuye. Cuando se utilizan esquemas de suplementación con sales minerales se observa un incremento en el consumo de agua del animal. Otro aspecto a tener en cuenta cuando se diseña el apotreramiento y, consecuentemente la distribución de los bebederos, es evitar el excesivo desplazamiento de los animales ya que el consumo puntual aumenta.

Para analizar objetivamente la calidad del agua, se debe recurrir a un análisis químico a los efectos de que se determinen los niveles de los variados minerales presentes en ella. Evaluar el contenido de los mismos en el agua es fácil, pero la mayor dificultad consiste en establecer aquellos niveles a los cuales la salud animal, su bienestar y la productividad puedan verse deteriorados (*Kare Dupchak*).

La calidad de un agua se define principalmente, por los componentes químicos que en ella se encuentran. Se debe tener presente que, desde el punto de vista de la calidad y de la cantidad, los requerimientos varían según las categorías de los animales, tipo de alimentación y clima, entre otros factores. Es fundamental tener en cuenta las posibles interacciones ya que nos brindarán elementos contundentes a la hora de planificar los rodeos de los distintos sistemas productivos. En este sentido, debe recordarse que el sistema de cría permite que se desarrolle en áreas con mayores dificultades cuando de calidad de agua se trata. Otras producciones como el tambo y el sistema de engorde intensivo (feed lot) requieren de aguas con criterios de calidad más exigentes.

El agua, si bien constituye un vehículo de sales y elementos importantes, puede transformarse en un factor negativo de la producción si contiene nive-

les excesivos de sulfatos, cloruros, magnesio, fluor, etc. (Strizler y Saluzzi, 1983).

El agua siempre contienen una mezcla de sales disueltas y el parámetro más importante para aproximarnos a su calidad es el conocimiento de su contenido salino total o también denominado Residuos Sólidos Totales (RST). Las principales características a evaluar son: físico químico, organoléptico y presencia de microorganismos. Entre las primeras merece destacarse el PH y el contenido de Sales Totales (Sulfatos, Cloruros, Magnesio, etc).

De todas formas, no es simple definir la calidad para los distintos sistemas, ya que los animales tienen una buena capacidad de adaptación relativa que hace que por acostumbramiento los niveles de tolerancia sean sensiblemente superiores.

Un aspecto que adquiere importancia capital en determinadas zonas de la provincia de La Pampa, es la presencia de agua con elevados niveles de Arsénico y Fluor. Estos elementos condicionan fuertemente la producción de carne en los sistemas de engorde y afecta la vida útil de los vientres por el desgaste acelerado que se produce ante altas concentraciones de Fluor.

El nivel de RST en un agua, constituye uno de los indicadores más comunes que determinan la calidad de la misma. Si su nivel resulta aceptable, es muy poco probable que la concentración de alguno de los minerales presentes, resulten un problema.

Este grupo de sales es complejo y está dado por la suma de todos los componentes solubles en agua. Se determina mediante la evaporación de la misma, pesando el residuo. Es el principal factor que determina si una fuente de agua es apropiada para el ganado. La mayoría de las sales disueltas en el agua son compuestos inorgánicos, como sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), cloruros (Cl^-), carbonatos ($\text{CO}_3^{=}$), bicarbonatos (HCO_3^-) de Ca, Mg y Na. Dentro de las sales contenidas en el agua, los $\text{SO}_4^{=}$ son más perjudiciales que los Cl^- y las sales inorgánicas más perjudiciales que las orgánicas.

Un agua con baja salinidad de ninguna manera significa que es buena para el ganado. Por ejemplo cuando se determinan contenidos menores de 0,5 g de sales totales por litro, se considera que son valores deficientes y, en consecuencia, el animal deberá ingerir mucho más de lo necesario para poder retener la cantidad de sales o de agua necesaria para recuperar el equilibrio electrolítico.

El efecto de la salinidad total se agrava cuando la misma está dada, principalmente, por sulfatos o estos se encuentra en relación 1:2 con los cloruros. Son perjudiciales para el ganado, por lo que es importante su determinación a nivel regional para prevenir así el riesgo de aparición de deficiencias mine-

rales. Los sulfatos que pueden ser de Ca, Na ó Mg confieren al agua un sabor amargo, lo que hace que los animales provenientes de otras zonas reduzcan su consumo hasta que se produce acostumbramiento.

Los sulfatos en niveles superiores a 0,5 g/litro interfieren con la absorción de cobre y llegan a producir intoxicaciones cuando superan los 3 g/litro. En algunas áreas del sector del caldenal, se hallan mayores niveles de sales totales, principalmente, de sulfato de magnesio que contribuye a la reducción significativa de los riesgos por una hipomagnemia. Aspecto que en otras zonas constituye un problema de significancia. El agua con niveles de sulfatos de alrededor de 1 g / litro requieren suplementación con Cu independiente del sistema productivo que se trate.

La provincia de La Pampa conoce sobre el tema de Calidad de Agua, todo ello pese a que, el estado provincial, no ha finalizado aún, la cartografía de sus recursos hídricos, especialmente los subterráneos y por lo tanto no los ha evaluado en su totalidad.

Los estudios se iniciaron en la década del 60, con un plan de investigación denominado C.I.A.S. (Cómite de Investigaciones de Aguas Subterráneas), que afectaba parte del este provincial, a partir de la década del 70 hasta la actualidad, se han llevado adelante numerosos estudios de relevamiento llegando a cubrir aproximadamente el 85 % del territorio provincial (Plan Norte, PIAS, Plan EASSE, EASSO, etc).

Pese a los distintos programas de trabajo o planes hasta aquí enumerados, el listado no se agota. El levantamiento de los recursos hídricos subterráneos de la provincia no está terminado. La discontinuidad de los trabajos de campo no permitió su finalización. Razones diversas hicieron que algunas zonas intermedias y otras periféricas quedaran sin relevar.

El mapa de los recursos hídricos de un distrito es una herramienta básica fundamental a la hora de planificar su desarrollo. Su riqueza y calidad determinará el tipo de uso al cual los mismos naturalmente se destinarán o, gobernará las medidas a tomar para asegurar su “libre” disponibilidad.

El INTA está abocado a la investigación para facilitar el desarrollo de distintas regiones del territorio provincial. El conocimiento de los recursos hídricos con que las mismas cuentan es una razón *sine-qua-non*, sobre la cual sumar técnicas que mejoren las condiciones del rendimiento productivo de los predios. Por otra parte, su contacto con los usuarios intensifica la labor de extensión, sobre las distintas características del recurso y sus probables usos, que ampliarán la necesidad del conocimiento por los particulares del mismo, y profundizará la demanda de asesorías e intercambio de conocimientos.

El conocimiento parcial y en general, discontinuamente sistemático, del recurso agua en la provincia, que no está volcado sobre soporte magnéticos y la necesidad de los investigadores en general de disponer de tal valiosa información, ha llevado a que las instituciones APA e INTA consideraran sumamente conveniente la formalización de un convenio de colaboración técnica para concluir el relevamiento de las áreas inconclusas y posteriormente volcar la información integrada en un soporte magnético. Disponer del conocimiento sobre la distribución y características del recurso agua subterránea en la provincia, permitirá planificar acciones que posibiliten su mejor uso, paliar su déficit, así como mejorar su aprovechamiento para uso ganadero. Esta y no otras son las finalidades del presente trabajo.

Materiales y Métodos

En primer lugar, se procedió a una búsqueda meticulosa de la información de los archivos analógicos existentes y provenientes de los diferentes proyectos llevados adelante, hasta el momento, por la Administración Provincial del Agua (APA).

En esta primera etapa del convenio, se analizaron dos variables. A saber: Residuos Sólidos Totales (RST ó salinidad) y Profundidad del Nivel Freático. La información fue volcada a una base de datos (DBASE 4) en planilla electrónica de Excel.

En forma paralela se procedió a la ubicación geográfica exacta de los pozos (perforaciones). Dicha información se ingresó al Software Arc-Map a través del comando Add XY data. A continuación se reprojectó al sistema GAUSS KRUGUER Faja 3. Una vez incorporada, se la une a la base de datos previamente elaborada. Con la información así estructurada se procedió a la interpolación de las variables analizadas con el Método Kriging dentro del Módulo de Geostatistical Analyst. Así quedaron conformados dos mapas: el de Residuos Sólidos Totales y el correspondiente a Profundidad del Nivel Freático.

Tanto el mapa de RST como el de profundidad fueron reclasificados en siete categorías las que se indican a continuación:

1. RESIDUOS SÓLIDOS TOTALES

Cuando se quiere calificar un agua con destino a consumo animal surge la dificultad de la adopción de límites precisos que permitan clasificarlas para así poder recomendar su uso a los distintos sistemas productivos. Esta clasificación siempre adquiere características de relatividad. Esto significa que un agua puede ser recomendada para un sistema, pero puede presentar algunas limitaciones para la expresión plena de otro (Ej: lo que es aceptable para el sistema de cría no necesariamente lo es para un sistema como el de tambo ó feed lot). Existe información bibliográfica muy variada respecto a este tema y los distintos trabajos analizados presentan criterios diferentes.

Determinar la factibilidad de uso es un problema relativamente complejo y debe estudiarse cada situación en forma individual. Deben tenerse en cuenta aquellas variables que tienen alta incidencia.

Si bien los residuos sólidos totales en el que se basa esta clasificación, constituyen un indicador sumamente útil y práctico. No debe olvidarse que

Tabla 1. Clasificación de aguas para uso ganadero bovino.

Sistema		Sales Totales ó RST mg/litro	Cloruro (de Sodio) mg/litro	Sulfatos mg/litro
Cría	Inverne- Tambo			
Muy buena	Buena	Menor 2000	1200	1000
Buena	Aceptable	2000-4000	2400	1500
Aceptable	Mala	4000-8000	4200	2500
Mala	----	8000-12000	6600	4000
Condicionada	----	Mayor 12000	10000	7000

Fuente: Adaptado de Babera, 2001

nos brinda solo una idea general. Estos límites no son rígidos, sino que permiten cierta flexibilidad (Tabla 1).

En el cuadro anterior, se observan las siguientes clases utilizadas: a) **Muy Buena**, agua que contiene sales en cantidad adecuada para cubrir las necesidades minerales que las pasturas no brindan. La producción se favorece con este tipo de agua; b) **Buena**, el contenido salino supera las necesidades del animal, pero no alcanza a generarle problemas, pues elimina eficientemente el sobrante; c) **Aceptable**, puede causar disturbios a los animales (diarreas) que no hallan experimentado un período de acostumbramiento. Puede llegar a producirse una disminución en la producción; d) **Mala**, solo puede utilizarse en animales acostumbrados, con suma precaución y en ciertas épocas y pasturas. Disminuye marcadamente la producción y puede producir mortandades y e) **Condicionada**, la que deberá emplearse por cortos períodos cuando no se encuentra otra fuente de agua y con grandes precauciones. Produce diarreas intensas y mortandad. La producción está fuertemente condicionada.

2. PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO

Se establecieron siete categorías: a) Menor de 10 metros; b) 10 – 20 metros; c) 20-50 metros; d) 50-100 metros y e) Mayor de 100 metros.

Para ambas variable, surgen además dos categorías adicionales que son: a) lagunas y salitral permanentes y b) áreas sin información en la actualidad. Una vez reclasificadas las dos capas temáticas se procedió a superponerlas con las áreas administrativas a nivel departamental y de ejido municipal a los fines de poder cuantificar las áreas ocupadas de las diferentes categorías en cada uno de las áreas administrativas.

Resultados y Discusión

1. RESIDUOS SÓLIDOS TOTALES

Como se observa en la figura 1 del Anexo, el 15,7 % de la superficie de la Provincia de La Pampa, no cuenta aún con información referente a Residuos Sólidos Totales. Esto representa una superficie de 2.250.000 hectáreas aproximadamente.

En el resto de la superficie provincial, las diferentes categorías de RST se hallan distribuidas en la siguiente proporción: a) Menor a 2000 mg/litro: el 20,38 % (2.920.000 ha). Esta categoría se la señala como muy buena para el proceso de Cría y Buena para el de Tambo y Engorde. Cuando los valores descienden por debajo de los 1.000 mg/litro, se torna deficiente para cualquier sistema de producción bovina. Este problema es fácil de solucionar suministrando una provisión mineral adecuada ad libitum. (Bavera y Bocco, 1987; Bavera, 2000); b) 2000-4000 mg/litro: el 24,25 % (3.480.000 ha). Esta agua se las reconoce como aguas engordadoras, generalmente no requieren suplementación excepto que los porcentajes de sulfatos sean elevados; c) 4000-8000 mg/litro: el 21,52 % (3.087.000 ha). Estas aguas pueden presentar algunos problemas de restricción voluntaria en el consumo, pero los animales se acostumbran aún cuando la producción pueda verse disminuida de alguna manera. Comúnmente se las conoce como aguas no engordadoras. Si la participación de los sulfatos es alta (en el orden de los 2 a 4 gramos/litro) suele ser recomendable el aporte extra de Cobre para evitar la hipocuprosis por la interferencia que se genera en la absorción a nivel de rumen; d) 8000-12000 mg/litro: el 9,92 % de la superficie provincial (1.420.000 ha). Son desaconsejables para los bovinos, especialmente cuando se superan los 10000 mg/litro. La falta de suministro de agua de calidad superior hace que el animal se acostumbre a su tolerancia pero en desmedro de su nivel de producción y e) mayor a 12000 mg/litro: el 7,16 % (1.026.000 hectáreas). Este tipo de agua se la considera severamente condicionada ya que el animal no puede tolerarla por largos períodos. Se puede llegar al extremo de provocarle la muerte.

En las tablas 2 y 3, se puede observar en forma detallada, la distribución de dichas categorías a nivel departamental y de ejido municipal. Se puede verificar que los departamentos de Limay Mahuida, Chalileo, Curacó y oeste de Utracán presentan superficies importantes con calidad de agua definida

como Mala por encima de los 8000 mg/litro (54 %, 36,7 %, 41 % y 23 % respectivamente).

Cuando se observa la tabla 3 se puede verificar que los ejidos más comprometidos en cuanto a calidad de agua para uso ganadero son: La Reforma (66,1 % de su superficie), Limay Mahuida (42,2 %), Puelches (40,4 %), General Acha (37,5), Chacharramendi (31,7 %) y el ejido 25 de Mayo (37,3 % pudiendo ser este porcentaje mucho mayor en virtud de que falta relevar el 55 % de la superficie del ejido).

Tabla 2. Porcentajes de superficie con diferentes rangos de Residuos Sólidos Totales por departamento.

Departamentos	Porcentaje de Superficie con RST				
	<2000 mg/litro	2000-4000 mg/litro	4000-8000 mg/litro	8000-12000 mg/litro	>12000 mg/litro
Atreucó	31,70	13,90	4,70	3,50	---
Caleu-Caleu	6,30	15,50	21,40	4,70	0,48
Capital	21,60	46,40	14,40	2,10	---
Catriló	46,90	19,90	8,20	0,60	---
Chalileo	8,40	12,20	42,50	36,70	---
Chapaleufú	9,30	15,30	10,40	1,90	---
Chicalco	36,40	40,80	20,30	2,30	---
Conhelo	40,40	39,20	15,50	0,10	---
Curacó	0,50	17,00	16,50	18,70	22,30
Guatrache	51,70	30,90	7,90	---	---
Hucal	32,90	32,80	21,40	2,80	---
Lihuel Calel	7,00	33,40	27,50	10,60	14,80
Limay Mahuida	1,10	7,50	33,20	23,90	29,70
Loventue	49,60	34,20	10,90	5,30	---
Maracó	18,90	10,10	5,80	---	---
Quemú-Quemú	13,70	10,00	0,30	---	---
Rancul	38,40	36,40	20,30	2,20	---
Puelén	0,00	9,10	35,60	13,00	5,20
Realico	45,80	36,30	7,10	10,70	---
Toay	22,70	49,80	25,20	2,50	---
Trenel	39,20	37,10	15,00	0,20	---
Utracan	30,60	23,20	20,10	9,00	13,60

Tabla 3. Porcentajes de Superficie con diferentes ran-gos de concentración de Residuos Sólidos Totales a nivel de Ejidos Municipales.

EJIDO MUNICIPAL	Porcentaje de Superficie con RST				
	<2000 mg/litro	2000-4000 mg/litro	4000-8000 mg/litro	8000-12000 mg/litro	>12000 mg/litro
25 de Mayo	----	1,1	5,2	5,1	32,2
A. del Aguila	26,9	40,9	27,4	4,7	----
A. Van Praet	82,8	13,3	0,9	3,0	----
Abramo	2,1	31,8	11,7	0,2	----
Agustoni	8,5	1,8	----	----	----
Alpachiri	54,9	29,6	14,5	----	----
Alta Italia	50,4	34,1	7,0	8,5	----
Anguil	35,0	32,6	18,6	6,2	----
Arata	35,9	42,4	21,7	----	----
Ataliva Roca	47,3	33,4	15,7	3,6	----
Bdo Larroudé	5,2	9,5	14,2	12,8	----
Bernasconi	6,7	33,9	29,2	0,8	----
Caleufú	53,1	37,0	9,7	0,2	----
Carro Quemado	37,7	47,6	13,6	1,2	----
Catriló	42,1	33,4	10,1	1,9	----
Ceballos	16,9	20,5	14,2	----	----
Chacharramendi	23,5	12,3	32,6	21,2	10,5
Col H. Lagos	22,3	18,9	7,2	----	----
Col Sta María	51,2	32,3	----	----	----
Colonia Barón	4,9	2,0	----	----	----
Conhelo	45,7	45,7	8,3	0,3	----
Cuchillo-Co	9,6	44,7	37,5	7,1	----
Doblas	59,8	18,5	4,2	5,6	----
Dorila	40,3	11,8	13,8	----	----
E. Martini	32,5	51,8	5,1	10,6	----
Edo Castex	36,9	40,2	22,7	0,2	----
Falucho	66,8	29,3	----	4,0	----
Gdor Duval	2,3	45,4	25,6	10,5	2,8
Gral Acha	20,2	25,4	17,1	8,5	28,5
Gral Campos	39,6	33,6	17,9	----	----
Gral Pico	12,3	10,3	2,7	----	----
Gral San Martin	5,0	27,5	27,3	7,4	----
Guatrache	26,5	20,4	----	----	----
Infl. río	0,0	0,4	----	----	----
Ing. Luiggi	52,6	43,0	4,1	0,2	----
Int. Alvear	2,7	15,3	10,1	----	----
Jacinto Arauz	----	6,5	3,1	0,1	----
La Adela	7,4	7,7	15,0	7,4	----
La Humada	46,4	41,0	12,6	----	----
La Maruja	36,9	28,8	31,5	2,7	----

Continuación de la Tabla 3.

EJIDO MUNICIPAL	Porcentaje de Superficie con RST				
	<2000 mg/litro	2000-4000 mg/litro	4000-8000 mg/litro	8000-12000 mg/litro	>12000 mg/litro
La reforma	---	9,3	21,3	15,2	50,9
Limay Mahuída	1,8	8,0	42,5	29,4	12,8
Lonquimay	71,9	16,4	2,4	---	---
Loventue	87,5	12,5	---	---	---
Luan Toro	42,0	34,2	19,8	4,0	---
Macachin	60,6	28,2	0,0	---	---
Maisonave	31,9	57,7	10,4	---	---
Mauricio Mayer	22,7	40,0	23,1	---	---
Metileo	5,4	8,8	2,9	---	---
Miguel Cané	49,2	42,9	---	---	---
Miguel Riglos	6,1	1,9	2,2	4,4	---
Monte Nievas	50,1	31,1	18,8	---	---
Parera	33,1	58,8	8,0	---	---
Perú	5,3	6,9	---	---	---
Pichi Huinca	19,0	46,7	30,4	3,6	0,3
Puelches	2,1	10,1	27,9	24,7	15,7
Puelen		14,3	54,8	19,7	4,9
Quehue	36,5	42,8	19,7	1,0	---
Quemú-Quemú	6,1	1,1	---	---	---
Quetrequen	38,7	39,0	22,4	---	---
Rancul	33,2	33,1	22,0	3,6	---
Realicó	48,2	22,1	0,6	29,0	---
Relmo	44,0	33,4	---	---	---
Rolón	14,6	4,9	---	---	---
Rucanelo	61,5	29,4	8,8	0,3	---
Santa Isabel	9,4	13,2	45,6	31,9	---
Santa Rosa	30,5	57,5	11,9	0,1	---
Santa Teresa	71,9	25,6	2,5	---	---
Sarah			---	3,8	---
Speluzzi	32,4	24,7	18,6	0,2	---
T.M. Anchorena	3,6	3,9	---	---	---
Telén	51,4	34,0	10,6	4,0	---
Toay	12,2	52,6	33,1	2,1	---
Trenel	44,8	35,4	13,2	0,4	---
Unanue	2,5	29,9	2,6	---	---
Uriburu	58,5	23,7	15,1	---	---
Vertiz	25,7	31,2	36,6	3,3	---
Victorica	32,3	10,7	8,2	48,8	---
Villa Mirasol	4,1	11,5	16,5	---	---
Winfreda	34,8	52,9	12,3	---	---

2. PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO

La profundidad a la que se halla el agua subterránea es muy variable. El 88 % de la superficie provincial cuenta con información referente al nivel piezométrico. El 17,15 % de la superficie provincial (2.460.000 ha) disponen de

agua a una profundidad de hasta 10 metros; el 32,1 % (4.600.000 ha) cuentan con agua a una profundidad de entre 10 y 20 metros; el 22,51 % (3.230.000 ha) disponen de agua a profundidades que oscilan entre los 20 y 50 metros; el 13,22 % (1.897.000 ha) cuentan con agua a una profundidad entre 50 y 100 metros y el 2,3 % (325.000 ha) tienen agua a profundidades que superan lo 100 metros (Figura 2 del Anexo).

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 4 los departamentos Puelén, Toay y Conhelo tienen más del 50 % de su superficie con napas a profundidades superiores a los 50 metros e incluso superiores a los 100 metros (70 %, 50 % y 49 % respectivamente). Por otro lado, en los departamentos de Realicó, Rancul y Limay Mahuida la profundidad del nivel freático no supera los 20 metros (98 %, 66 % y 81 % de la superficie respectivamente).

Tabla 4. Porcentajes de superficie con distintas profundidades del Nivel Freático por departamento.

Departamentos	Porcentaje de Superficie con Profundidad del Nivel Freático				
	< 10 m	10 - 20 m	20 - 50 m	50 - 100 m	>100 m
Atreucó	7,01	45,52	25,66	---	---
Caleu-Caleu	16,45	30,67	16,29	29,39	0,90
Capital	---	41,26	49,63	9,70	---
Catrilo	---	75,90	---	---	---
Chalileo	45,47	5,57	38,85	8,28	---
Chapaleufú	0,00	46,74	---	0,00	---
Chicalco	7,85	34,44	38,65	17,29	0,28
Conhelo	---	26,35	26,52	44,47	4,77
Curacó	15,24	18,67	10,61	---	---
Guatrache	5,74	21,39	35,75	15,75	---
Hucal	6,05	38,48	27,30	15,24	6,38
Lihuel Calel	23,43	63,23	14,27	1,11	0,60
Limay Mahuida	53,82	27,95	15,09	---	---
Loventue	11,60	20,90	32,51	30,93	2,99
Maracó	---	57,59	---	---	---
Quemú-Quemú	30,39	29,89	4,15	0,96	---
Rancul	---	66,93	---	---	---
Puelén	---	9,66	19,41	33,43	37,86
Realico	---	98,93	0,97	---	---
Toay	1,30	6,15	41,69	49,88	0,97
Trenel	---	70,14	23,18	9,02	0,21
Utracan	16,05	18,84	42,87	19,66	1,79

Conclusiones

Disponer de información en formato digital y bajo un Sistema de Información Geográfica constituye una poderosa herramienta para la planificación, la toma de decisiones y el ordenamiento territorial a nivel público y privado.

La identificación y localización de las áreas departamentales con índices de calidad problemáticos, sumada a otras capas de información como textura de los suelos, altimetría, precipitaciones, etc., permite con mayor certeza ofrecer soluciones alternativas tendientes a morigerar el déficit de calidad a través de la construcción de tajamares y tendido de acueductos.

Un buen indicador inicial que orienta sobre la calidad del agua para consumo ganadero es Residuos Sólidos Totales. Es sumamente importante conocer, además, la concentración de los distintos elementos que participan en la composición de dichos residuos.

Si bien se trata de un mapa de calidad de carácter preliminar, el objetivo que persiguen los autores es avanzar gradualmente hasta lograr un mapa definitivo de calidad del recurso donde además se contemple cada uno de los elementos como sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos, sodio, magnesio, potasio, flúor y arsénico entre otros. Esto sin duda permitirá un mayor ajuste al momento de la toma de decisiones teniendo en cuenta además que deben considerarse otros factores que afectan al consumo, la tolerancia a diferentes contenidos salinos y el sistema de producción.

Bibliografía

- Administración Provincial del Agua, 1978. Acueducto Puelen-Chacharramendi. Estudio Agroecológico de la zona de influencia. A.P.A. D.R.N.R.. Edición mimeografiada, 11 p, 80 Análisis químicos, 5 planos. Santa Rosa.
- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Connonwealth Agricultural Bureau. Unwin Brothers, The Gresham Press, Old Working Surrey, England, pp Chapter 9, pp295-306.
- Arigos L.E. 1970. C.I.A.S.(Comitê de Investigación de Águas Subterrâneas). Informe Hidrogeológico província de La Pampa. Informe interno, 70 p. mapas. La Plata.
- Babera G. A., Rodríguez, E. H., Beguet, H.A., Bocco, O.A. y Sánchez J.C. 1979. Agua y Aguadas. Editorial Hemisferio Sur 1º Edición, 284 p Buenos Aires..
- Babera G. A.. 2001 Manual de aguas y aguadas para el ganado. 2º edición. Río Cuarto; 99-101.
- Bisiglia, H.A. 1977. Etudio hidrogeológico de la región de la meseta basáltica, con especial referencia o los manantiales. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administación Provincial del Agua. Informe inédito, 92p mapas, cuadros y figuras. Santa Rosa.
- Bojanich E., 1979. Investigación de los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrológeológicos sobre la cuenca de los rios Atuel_Salado_chadileuvú (provincia de La Pampa y Mendoza), Ministerio de Obras y Servicios Públicas, Administración Provincial del Agua. Dirección de Recursos Hídricos, 188 p, cuadros, fotol, análisis químicos y mapas. Santa Rosa. Publicado en Serie. El río Atuel es interprovincial. Tomo III y separata. 1980. Gobierno de la provincia de La Pampa.
- Bozelli, R. 1973. Reconocimiento hidrogeológico de las hojas San Miguel Arcángel, Alpachiri y Macachín. Ministerio de Economía. Secretaria de Estado de Recursos Naturales y Ambiente Humano (SERNAH), Dirección Nacional de Geología. Informe inédito 45 p y anexos, perfiles, planos, tablas, gráficos. Buenos Aires.
- Buteler, H. F. 1983. Cartografía temática. Plan Norte Zona I (Paralelos 35º a 35º 30' y Meridianos 64º 00' y 65º 15'). Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administración Provincial del Agua, Dirección de Recursos Hídricos. Informe inédito. Santa Rosa.
- Casagrande, H. y Sager R. Efecto de la composición salina del agua de bebida sobre la evolución de peso vivo de Bovinos. Revista Argentina de Producción Animal 20 (1): 20-25, 2000. 23º Congreso Argentino Producción Animal, Corrientes, Octubre 2000.
- Cavalie, C.C. 1986. Estudio Hidrogeológico Santa Rosa_Anguil y Santa Rosa-Toay. Universidad Nacional de La Pampa, Asociación Pampeana de Profesionales de Ciencias Naturales. En Actas de I Jornadas de Biología y II Jornadas de Geología de La

Pampa, 28 de noviembre – 3 de diciembre de 1983. Serie Suplementos Nº 2. p65-72, planos. Santa Rosa.

- Cavale, C.C. 1982. Estudio hidrogeológico Anguil-Catrilo. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administración Provincial del Agua, Dirección de Recursos Hídricos. Informe interno 24p. Santa Rosa.
- Church D.C. 1969. Digestive physiology and nutrition of ruminants.. OSU Book Stores, Inc. Corvallis, Oregon, USA.
- Echeverría, J. Serra, A. y Sager, R. Sistema experto: evaluación de la calidad de agua para bebida de bovinos. Revista Argentina de Producción Animal 15 (3): 1164-1166, 1995.
- Eleonora Carol. Calidad y uso del Recurso Hídrico en el partido de General Lavalle, Buenos Aires, .Argentina. Universidad Nacional de La Plata.
- Flores J. y Rochinotti D., 2007. Agua para consumo de rumiantes. ISSN Noticias y comentarios, octubre 2007, Nº426. ISSN Nº 0327-3059:
- Giai, S.B. 1979. Plan de Investigación de Aguas Subterráneas. Informe preliminar. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Dirección de Aguas Subterráneas, 50 p., 5 mapas, 20 figuras Santa Rosa.
- Giai, S.B., 1989. El Plan E.A.S.S.O. (Estudio Aguas Subterráneas del Suroeste). Cuadros. Análisis químico, 1 mapa. Informe interno. Santa Rosa.
- Herrero, M. A., Maldonado May, V., Sardi, G., Flores, M., Orlando, A. y Carbó, L.*. 2000. Distribución de la calidad del agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses. 1. Calidad físico-química y utilización del agua. Rev. Arg. Prod. Animal, 20(3-4):229-236:
- Hoover W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J Dairy Sci. 69:2755-2766.
- Malan J.M. 1983. Estudio Hidrogeológico para abastecimiento de agua potable a la localidad de General Pico, Departamento Maracó, Provincia de La Pampa. En Coloquio Internacional Hidrológico de Grandes Llanuras, 10p 11planos. Olavarría.
- Malan, J.M., Miglianelli, C. H. 1982. Informe preliminar sobre las principales características geohidrológicas del “Acuífero Trili” y sus posibilidades de explotación. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administración Provincial del Agua, Dirección de recursos Hídricos. Informe interno 2 p, 1 plano. Santa Rosa.
- Miglianelli, C.H., 1985. Cartografía correspondiente al plan Norte, zona II (Paralelos 35º 30' a 36º, Meridianos 64º a 65º15'). Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administración Provincial del Agua, Dirección de recursos Hídricos. Informe interno. Santa Rosa.
- Miglianelli, C.H., 1984. Estudio hidrogeológico especial del “Acuífero Speluzzi”. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administración Provincial del Agua, Dirección de recursos Hídricos. Informe interno, 19p, planos, gráficos. Santa Rosa.

- Pozzo L., Cangiano C., Melo o., Castillo A. y Bulashevich M. 1982. Consumo y variación del peso vivo de novillos en pastoreo de alfalfa. *Prod Animal* 9:49-55.
- Roberto, Z., Tulio J. y Malan J. 2008. Mapa preliminar de calidad de agua para uso ganadero (Residuos Sólidos Totales). APA – INTA.
- Sager R.L. 2005 . El agua de bebida para bovinos en San Luis. *Informativo Rural, Inta San Luis*. 2(7).
- Sager R.L. 2000. Agua para bebida de Bovinos. Reedición de la Serie Técnica N^o 126. Inta E.E.A. San Luis.
- Sager R.L, 2003. Calidad de Agua y desbalances minerales. Cría vacuna,. Cuaderno Actualización Técnica 66:62-67.
- Strizler, N. P. y Saluzzi, L., 1983. Efecto del nivel de sulfatos en el agua de bebida sobre novillos en crecimiento. *Producción Animal* 10:163-170, Buenos Aires.).
- Tullio, J.O. 1986. Resumen sobre el estudio actual del Relevamiento hidrogeológico de la provincia de La Pampa. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administración Provincial del Agua, Dirección de recursos Hídricos. 1p, 4 cuadros, 1 mapa. Santa Rosa.
- Tullio, J.O. 1983. Cartografía correspondiente al Plan E.A.S.S.e.. Freatimetría, Salinidad, fluor. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Administración Provincial del Agua, Dirección de recursos Hídricos. Informe interno. Santa Rosa.
- Tullio, J.O. 1983. Caracterización hidrogeológica de la región oeste de La Pampa. Seminario sobre actualización de la problemática del agua para uso ganadero en la región oeste de La Pampa. Ministerio de Asuntos Agrarios, 3p. 6 planos, Santa Rosa.

Anexo

Diseño Gráfico

Francisco Etchart

Impresión

Omar A. Bortolussi

Luisa Blatner de Mayoral

Gustavo J. Moyano

Impreso en los talleres gráficos de la
E.E.A. INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"

Tirada de 1.000 ejemplares

Diciembre 2008