

Aguadas para ganadería según los ambientes y las guías de Buenas Prácticas Ganaderas

Mario Basán Nickisch¹, Luciano Sánchez¹

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Reconquista, Ruta Nac. N° 11, m 773, 3560, Reconquista, Santa Fe, Argentina.

basannickisch.mario@inta.gob.ar

sanchez.luciano@inta.gob.ar

RESUMEN

La ganadería bovina en el norte de Santa Fe, Argentina, presenta cíclicamente condicionantes en calidad de agua para el abrevado animal, donde los productores experimentan mermas en el stock de cabezas y pérdidas económicas importantes.

Desde el año 2010 el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) investiga sobre mejoramiento de la calidad química del agua para consumo ganadero, articulando con diversas instituciones.

Los estudios se realizaron y realizan en el norte santafesino, en los departamentos 9 de Julio, Vera, General Obligado y San Javier.

Según las guías de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) se implementaron demostradores en establecimientos con utilización de pastizales naturales y pasturas implantadas, con muy baja utilización de agroquímicos, donde su principal limitación cíclicamente ha sido el agua de mala calidad química.

La estrategia consiste en utilizar el agua de lluvia más el agua superficial y subterránea con base en los ambientes, donde se prioriza que los sistemas funcionen a la demanda en lo que hace a cantidad y calidad. El manejo de la calidad es prioritario para obtener una producción eficiente y sustentable, especialmente en situaciones hídricas críticas de escasez, como el caso de estos 3 últimos años.

Se manejan alternativas de represas con áreas de captación sistematizadas, sistemas "patas de araña" con varias perforaciones para contrarrestar la baja permeabilidad de los acuitardos. A las perforaciones se les incorpora drenes horizontales para recargar el acuífero libre con agua de lluvia, donde el agua subterránea tiene exceso de sales y se plantean mecanismos de bombeo que funcionan con energías renovables, almacenamientos con suficientes días de reserva y cañerías de distribución para distribuir el agua para hacer una correcta utilización de los forrajes.

Las mejoras logradas en la calidad del agua durante todo el año permiten afirmar que los resultados son positivos y alcanzaron el autoabastecimiento de agua y la sustentabilidad ambiental y económica de los establecimientos utilizados como demostradores.

Palabras clave: agua para consumo animal, calidad del agua, recarga artificial del acuitardo, represas, perforaciones doble propósito, energías renovables para bombeo, almacenamiento y distribución de agua.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de la Argentina el agua subterránea presenta condicionantes en exceso de sales para el consumo ganadero.

La fluctuación de escenarios hidrológicos secos y húmedos repercute directamente en los sistemas, sumado a los impactos que provoca el cambio climático, por lo que las tecnologías desarrolladas tienen en cuenta estos escenarios cambiantes de déficit y excesos para las diferentes demandas.

Para ello en el INTA se investiga generando, adaptando, validando y transfiriendo alternativas de captación y manejo del agua de lluvia en represas, sistemas de recarga del acuífero libre con agua de lluvia, acceso al agua subterránea con sistemas "patas de araña" en ambientes de acuitardos, sistemas de bombeo que utilizan energía eólica, tanques de almacenamiento y sistemas de distribución en el norte de la provincia de Santa Fe (figura 1).

OBJETIVO

El objetivo central de este trabajo es dar respuesta con agua de calidad para la producción ganadera con tecnologías apropiadas en función de los ambientes y de manera sustentable en el tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron tres sistemas de aprovisionamiento de agua para el ganado bovino, denominados sistemas A, B y C más el tanque central de mezcla.

Las tres variantes de aguadas poseen diferentes técnicas de recarga con agua de lluvia para mejorar la calidad y cantidad del agua subterránea del acuífero libre, así como también distintas sistematizaciones del terreno para "cosechar" agua de lluvia, maximizando el escurrimiento superficial en el terreno del agua de lluvia hasta los sectores de recarga.

Los 3 sistemas poseen mecanismos de bombeo que utilizan energía eólica, molinos de viento adaptados para la zona, que se abastecen de varias perforaciones que conforman los sistemas "patas de araña" para contrarrestar la baja permeabilidad del acuífero.

Se evaluó mensualmente, en cada uno de ellos, la interrelación de la salinidad del agua de la fuente subterránea con el nivel dinámico de bombeo, con la precipitación y con los volúmenes extraídos de cada uno de ellos.

Figura 1. Mapa de la provincia de Santa Fe, Argentina, con la zona de estudio.



Figura 2. Disposición de las perforaciones respecto al molino y al freatigrafo del sistema A.



Los tres sistemas confluyen en un tanque central de mezcla, desde el cual se distribuye el agua a cada uno de los potreros, logrando de esta manera que la hacienda siempre tome agua con la misma calidad, cualquiera sea el lugar donde los animales se encuentren pastando. Este sistema tiene una autonomía de 10 días, ideal para este tipo de mecanismos de bombeo que funcionan con energías renovables.

Los datos de precipitaciones, niveles dinámicos de bombeo, caudales extraí-

dos y conductividades eléctricas se registraron de forma manual y posteriormente fueron sistematizados mediante planillas Excel para su análisis.

Se utilizaron los datos de precipitación obtenidos de un pluviómetro tipo B.

La conductividad eléctrica del agua fue medida con un conductímetro digital marca Hanna Combo HI 98130.

Se extrajeron de manera periódica muestras de agua bajo protocolo de extracción, conservación y traslado elaborado por INTA (Basán Nickisch *et al.*,

2012) para ser analizadas en laboratorio, valores que permiten clasificar el agua para ganadería bovina según Bavera (Basán Nickisch, 2012).

El sistema A fue implementado en un ambiente caracterizado por contener paleocauces difusos. Este fue identificado a partir de observaciones de campo. Con el apoyo de imágenes satelitales se decidió dónde realizar las prospecciones geoelectricas para definir el mejor lugar donde llevar a cabo las perforaciones.

El acuífero libre en la zona tiene características de acuitardo. Para contrarrestar esta situación se diseñó un sistema "patas de araña" mediante 4 perforaciones (figura 2), a las cuales se las complementó con un dren horizontal de 1,5 m de largo, permitiendo el ingreso de agua de lluvia filtrada al acuífero y también la extracción del agua de mezcla, que sirve para alimentar al molino.

El agua es enviada al tanque central de mezcla, contabilizándose lo que se bombea con un caudalímetro totalizador.

De esta manera se logra mineralizar el agua meteórica y desconcentrar el exceso de sales en el acuífero.

Las perforaciones se diseñaron con la incorporación de drenes horizontales contruidos con el mismo caño utilizado para su encamisado (figura 3), ranurado de manera conveniente y recubierto con grava tipo 3-6. En superficie se coloca arena tipo 1-2 (Basán Nickisch *et al.*, 2016).

Las perforaciones se conectaron en superficie mediante un canal en forma de plato de escasa profundidad denominado anillo concentrador, direccionando el escurrimiento superficial proveniente de las lluvias para así concentrarlas en el sector de recarga (figura 4).

Complementado con lo anterior, se sistematizó el camino de acceso para que sea de doble propósito: tránsito y "cosecha" de agua de lluvia con alto coeficiente de escorrentía (figura 5).

En la parte central del sistema "patas de araña" se implementó un freatígrafo digital (figura 2), que permitió analizar la dinámica del nivel del agua en el acuífero en el sector de extracción y la incidencia de las recargas provenientes de las lluvias (Basán Nickisch y Sánchez, 2015).

El sistema B, al igual que el sistema A, está ubicado en la zona de un paleocauce difuso con características de acuitardo, que fue identificado por el productor en el año 1995, por el cual, mediante una serie de ajustes, implementó un sistema "patas de araña" conformado por varias perforaciones convencionales

Figura 3. Diseño de perforación "doble propósito" (Basán Nickisch y Sánchez, 2015).

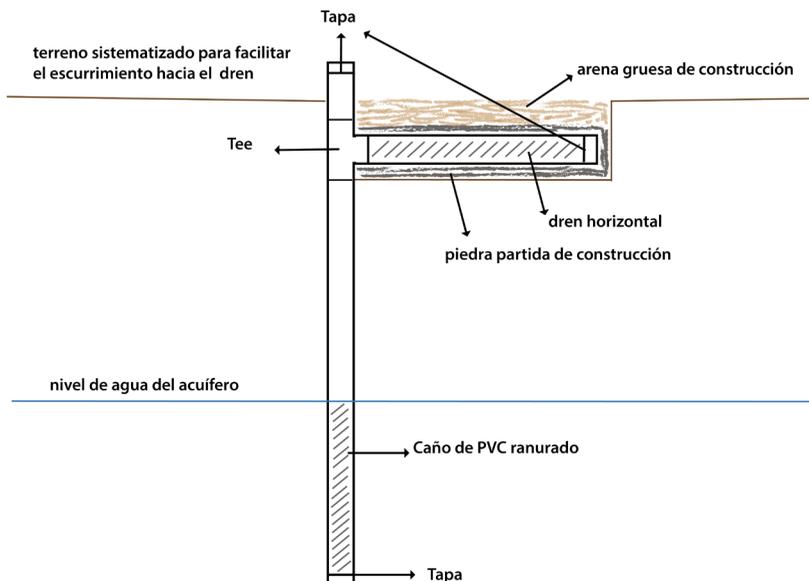


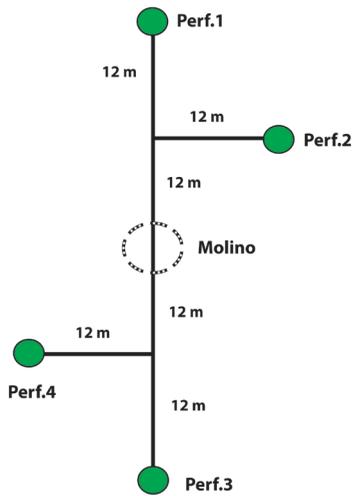
Figura 4. Anillo concentrador del agua de lluvia para efectuar la recarga al acuífero con las perforaciones.



Figura 5. Camino doble propósito (Basán Nickisch *et al.*, 2016b).



Figura 6. Disposición simétrica anterior de las perforaciones del sistema "patas de araña".



encamisadas con caños de PVC de 110 mm de diámetro, que tenían entre sí un distanciamiento de 12 m (figura 6). Estas alimentaban un molino de viento que también bombea el agua al tanque central de almacenamiento y mezcla.

Este sistema posee una represa contigua a las 4 perforaciones que permitía, hasta el año 2014, de forma natural la recarga del acuífero libre a través del fondo y taludes, mejorando la calidad química del agua subterránea de ese sector. Esto constituye la principal diferencia con respecto al sistema A.

Para eficientizar la "cosecha" de agua de lluvia se sistematizó el área de influencia con regueras que confluyen en el almacenamiento. También se aprovecha el agua de lluvia que cae sobre el camino central de acceso al establecimiento mediante un canal que culmina en esta.

Figura 7. Mejoras al sistema B con implementación de perforaciones doble propósito en el interior de la represa con chupadores flotantes.



Figura 8. Disposición actual de las perforaciones doble propósito en el interior de la represa.



El único propósito de la represa fue y es que el agua allí acumulada se infiltrara a mayor velocidad para mejorar químicamente a la del acuífero.

Al igual que en el sistema A, se implementó en el molino un caudalímetro totalizador.

A este sistema, en el año 2014, se efectuaron sustanciales mejoras en lo que hace a optimizar la ubicación de sus perforaciones basadas en estudios de prospección geoelectrónica y a adjuntarle mecanismos de succión con flotadores en aquellas perforaciones donde existía una estratificación de sales importante (figura 7). Así como también encamisarlas con cañería de PVC de 200 mm de diámetro para hacer funcionar los sistemas de chupadores flotantes. Tres de ellas se ubicaron dentro de la represa con drenes horizontales de 2 m de largo (figura 8).

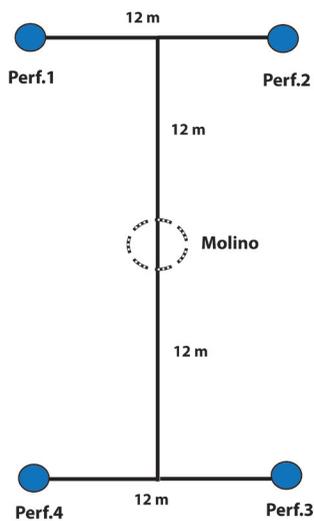
El sistema C fue construido durante la sequía del año 2008 en una depresión natural del terreno, donde según estudios de prospección geoelectrónica se detectó un bolsón de agua dulce, implementándose un sistema "patas de araña" con 4 perforaciones convencionales encamisadas con caños de PVC de 110 mm de diámetro con la misma conformación del sistema B (figura 6).

En un principio este sistema no tenía obras complementarias que le permitan recargar artificialmente el acuífero libre. La infiltración del agua de lluvia que se acumulaba en la depresión natural del terreno se producía solamente a través del perfil del suelo, con valores muy bajos de infiltración: 5 mm/h.

Esto último permite explicar en el análisis posterior de los resultados porque es el sistema que brinda menor calidad química de agua respecto a los otros, ya que la capa superficial del suelo posee material limo arcilloso, que dificulta enormemente el ingreso natural del agua en profundidad. El productor comentó que, en un principio, el agua no era mala pero que en pocos meses rápidamente desmejoró, producto de un intenso bombeo por la sequía de ese momento.

Este comportamiento del sistema se mantuvo hasta que se llevó a cabo una modificación importante en el año 2013, teniendo en cuenta los avances tecnológicos realizados en el sistema A, donde el productor decidió realizar las 4 perforaciones con una disposición en forma de H (figura 9), sin hacer, previamente, los estudios correspondientes de geoelectrónica para obtener los mejores lugares para perforar.

Figura 9. Disposición actual del sistema "patas de araña" que conforma el sistema C.



Se identificó que la profundización de cada metro significaba duplicar o triplicar la salinidad. Esto hizo que el grupo de investigación propusiese evaluar diseños para concretar chupadores flotantes que siguiesen el pelo de agua del acuífero libre. Finalmente, se decidió implementar perforaciones con encamisados de PVC de 200 mm de diámetro para hacer funcionar los chupadores flotantes en su interior.

Los chupadores flotantes se armaron con cañería de PVC de 160 mm de diámetro, que tienen mangueras flexibles de $\frac{3}{4}$ " pulgadas de diámetro (figura 10). A su vez, se diseñó y concretó la sistematización de la superficie de "cosecha" de agua de lluvia que posee una forma circular de 1 hectárea a través de un inédito sistema de colectoras radiales helicoidales que culminan en un anillo concentrador que une las 4 perfora-

Figura 10. Diseño del chupador flotante para perforaciones con estratificación vertical de sales.



Figura 11. Área de "cosecha" de agua de lluvia compuesta por colectoras radiales helicoidales.



ciones que conforman el sistema de extracción y recarga (figura 11).

RESULTADOS

La medición de la salinidad del agua se obtuvo de manera indirecta a partir de la conductividad eléctrica de esta multiplicada por un coeficiente 0,72.

Sistema A

Es posible observar la relación directa entre el nivel dinámico y la salinidad del agua (figura 12), ya que, por lo general, durante los meses donde dicho nivel disminuyó, la calidad del agua desmejoró sobrepasando valores de sales totales de 4 g/L. Hasta este límite, se clasificó como buena para ganadería bovina de cría (Bavera, 2009).

Se restringió el volumen extraído para mantener o aumentar la calidad química del agua en septiembre de 2012 puesto que durante junio, julio y agosto del mismo año hubo un incremento de la salinidad con altos volúmenes de extracción, pero muy pocos mm de precipitaciones, especialmente en julio y agosto.

En noviembre de 2012 se observó una notable disminución de la salinidad y un nivel dinámico bajo. Eso fue porque el día 28 del mes estudiado se produjo una precipitación de 64 mm y la conductividad eléctrica del agua fue medida tan solo 2 días después, coincidiendo el aporte de las precipitaciones con la extracción de agua del molino.

Se destaca la uniformidad de concentración de sales totales del período analizado en el sistema A (figura 12), donde el incremento o disminución de estas se produjo gradualmente, y repercutió de manera positiva en la producción ganadera, con una concentración de sales clasificada como "buena" (Bavera, 2009).

Sistema B

Los períodos más críticos, en relación con la calidad del agua por la gran concentración de sales totales, fueron de septiembre a octubre de 2012 y buena parte de 2013 (figura 13), donde durante siete meses consecutivos (de junio a diciembre) se han alcanzado valores promedio de 8 g/L y un máximo de 9 g/L, producto del excesivo bombeo, muy por encima de los otros 2 sistemas.

Por el contrario, los dos últimos meses de 2014 y los primeros tres de 2015 la concentración de sales fue tan baja que el agua llegó a clasificarse como deficiente para ganadería bovina de cría (Bavera, 2009).



Figura 12. Relación entre la salinidad, precipitación, nivel dinámico y volumen extraído del sistema A.

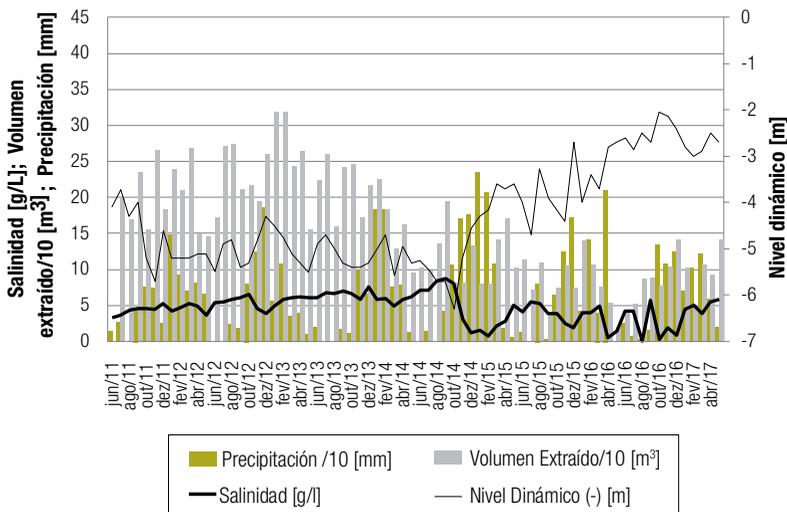
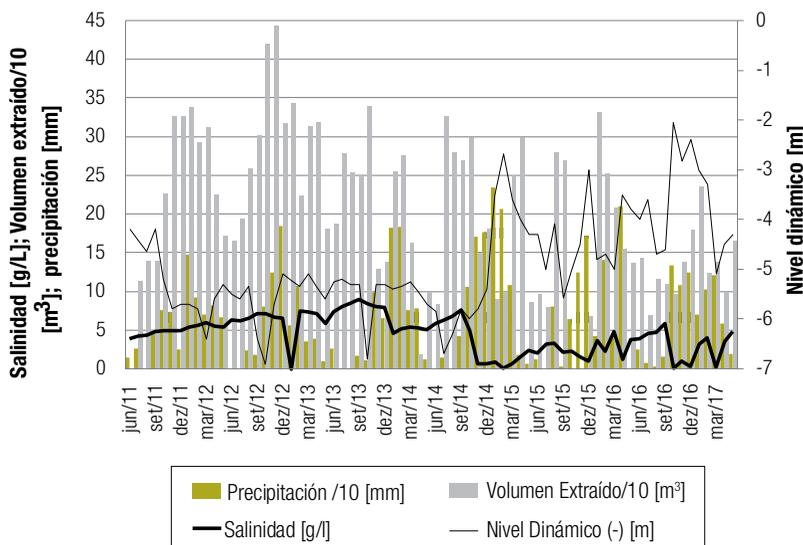


Figura 13. Relación entre la salinidad, precipitación, nivel dinámico y volumen extraído del sistema B.



En líneas generales, se concluye que altos contenidos de sales totales se relacionan con los menores niveles freáticos (más profundos), producto del bombeo y de la no ocurrencia de precipitaciones. Por el contrario, los menores contenidos salinos se relacionan con niveles freáticos altos, la ocurrencia de precipitaciones y el cese o disminución del bombeo (figura 13).

Se remarca que el sistema B siempre ha sido el más exigido de los tres en cuanto a volúmenes de extracción, presentando variación gradual de la salinidad, antes y después de las sustanciales mejoras realizadas a mediados de 2014.

Sistema C

En el sistema C se puede apreciar que, a pesar de tener volúmenes muy bajos de extracción, con exactamente los mismos montos de precipitación a los dos sistemas restantes (A y B), el tenor salino era el más alto, hasta la concreción de importantes mejoras a mediados de 2013.

Hasta antes de ser modificado el sistema, los valores de sales totales superaban los 8 g/L (figura 14), lo que revela que el agua era de menor calidad y se la clasificaba como aceptable a mala. Este sistema le sirve al productor solo para complementar con volumen y satisfacer la demanda.

Los meses de marzo, abril y mayo de 2012 fueron los que presentaron el mayor contenido de sales totales (10,6 g/L), lo que se considera un agua mala para el ganado bovino (Bavera, 2009).

Luego de que se modificó el sistema C en el año 2013 se puede observar que, con lo llovido en el mes de enero/14, la salinidad desciende 8 g/L. De esta manera, el agua pasa de ser clasificada como mala a deficiente en sales (Bavera, 2009).

El sistema, después de 2013, por las características de acuitardo, con baja presencia de arenas en el perfil y por las características de la recarga a través de las perforaciones, en conjunto con los chupadores flotantes que extraen el agua de superficie, hace que durante el período de lluvias la concentración de sales sea ínfima y se clasifique como deficiente en sales para ganadería, aunque rápidamente va perdiendo la calidad cuando cesan las lluvias.

Tanque central de mezcla

La relación entre las precipitaciones y la concentración de sales del tan-

Figura 14. Relación entre la salinidad, precipitación, nivel dinámico y volumen extraído del sistema C.

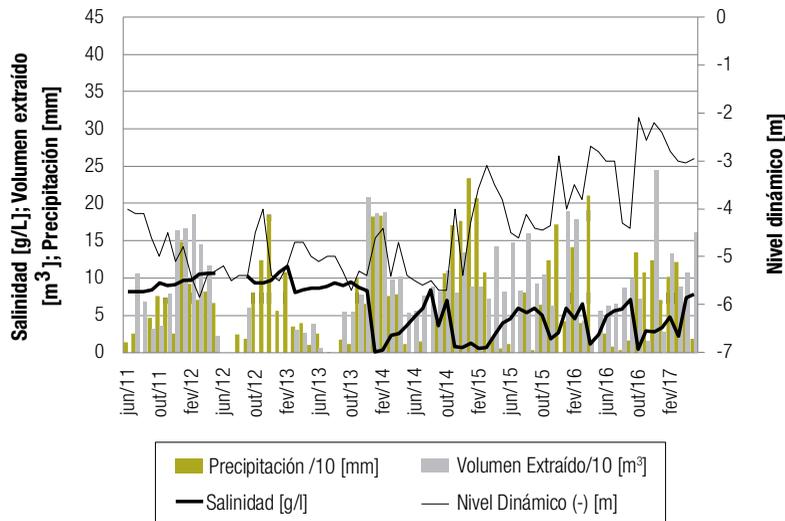
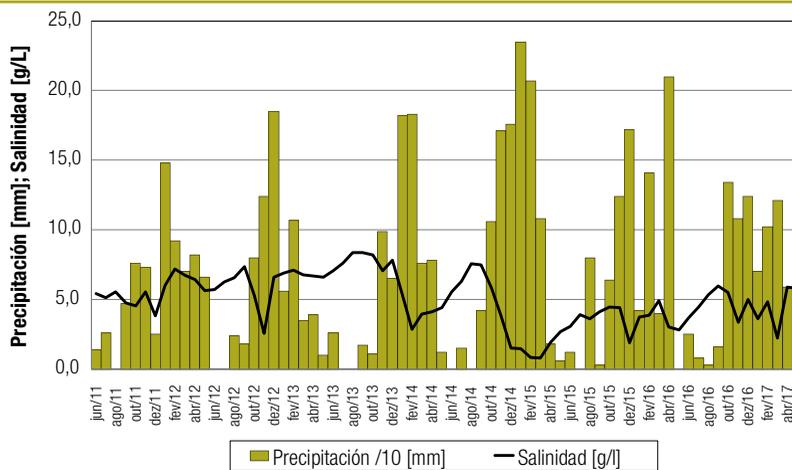


Figura 15. Relación entre la salinidad y la precipitación del tanque central de mezcla.



que alimentado por los 3 sistemas es inversamente proporcional (figura 15), magnificándose desde fines de 2013 con las mejoras efectuadas en el sistema C y posteriormente a fines de 2014 con las mejoras realizadas en el sistema B, ya que desde el año 2015, los valores de salinidad no han superado los 6 g/L, por lo que puede clasificarse el agua como buena para ganadería bovina de cría (Bavera, 2009).

CONCLUSIONES

Cuando se extraen volúmenes importantes de agua del acuitardo en los sistemas analizados, el nivel dinámico desciende de manera considerable, situación que se maximiza en períodos de bajas o nulas precipitaciones con aumento de la salinidad.

Se observaron aumentos en la salinidad del agua en determinados meses que

alcanzaron valores superiores a los 7 g/L, lo que puede afectar la producción ganadera de cría (Bavera, 2009), corroborando la importancia de las recargas artificiales proveniente de las lluvias en este tipo de ambientes hidrogeológicos.

En los 3 sistemas analizados, el condicionante es el exceso de sales totales, con un predominio importante de cloruro de sodio. Por esto, los animales acostumbrados a este tipo de aguas tienen buena performance si disponen de forrajes adecuados.

En los 3 sistemas queda demostrada la importante función que cumple la recarga artificial a través de las perforaciones doble propósito, donde la salinidad varía gradualmente con valores adecuados para ganadería bovina.

Para contrarrestar la disminución de velocidad de extracción del mecanismo de bombeo, una alternativa es incrementar el número de perforaciones y obtener mayor volumen de agua sin afectar la calidad del agua.

El sistema B, después de las mejoras realizadas en el año 2014, actualmente se posiciona como el de mayor calidad química del establecimiento con mejor rendimiento en los volúmenes bombeados y más estabilidad a lo largo del año.

Por su parte, el sistema C, después de las mejoras realizadas en el año 2013, en el presente cuenta con una performance excelente en lo que hace a calidad del agua bombeada, solo durante la época de lluvias. Un aspecto negativo es la falta de estabilidad en el tiempo de las sales totales, ya que pasa de ser de un agua deficiente en sales a ser clasificada como aceptable para ganadería bovina.

La mezcla del agua de los 3 sistemas en el tanque central permite distribuir agua de igual calidad en todo el establecimiento y disminuir el gradiente de sales en el sistema menos estabilizado durante el año.

En ambientes de este tipo es esencial cumplimentar el protocolo básico, que consiste en analizar los lugares mediante imágenes satelitales, identificando depresiones naturales y paleocauces, y allí realizar prospecciones geoelectricas. Con base en esos

resultados, realizar perforaciones exploratorias para concretar la ubicación y diseño definitivo de las perforaciones. Siempre se deben buscar aquellos sitios donde haya mayor porcentaje de arenas que lo normal, para que el volumen y la extracción del agua de lluvia, más la subterránea, se maximice para lograr agua de mayor calidad durante el año.

La sistematización del terreno destinado a "cosechar" agua es imprescindible, especialmente para los años hidrológicos secos, para garantizar la recarga al acuífero.

En estos sistemas, la premisa debe ser que exista balance entre lo que se extrae y lo que se repone.

Cuando se utilizan mecanismos de bombeo con energías renovables, los tanques de almacenamiento deben ser tales que permitan el manejo sustentable del recurso hídrico, siendo esta una de las principales falencias en los sistemas de abrevado animal en la región. Para ello se debe tener en cuenta la cantidad de animales para abrevar y el número de días sin viento o días nublados, determinando así los días que se consideran necesarios como reserva (se recomienda no sean menores a cinco).

La clasificación del agua por sí sola para ganadería es orientativa, no definitiva, ya que hablar de que si es apta o no tiene que contemplar también el análisis de la raza, la edad del animal,

el grado de acostumbramiento, la dieta sólida, las condiciones ambientales y, fundamentalmente, las concentraciones de sulfato y de magnesio presentes en el agua.

En los tres sistemas analizados se recomienda que los bebederos se ubiquen lejos de los sectores de recarga, así como también se restrinja la circulación de los animales por completo en esos lugares, para minimizar riesgos de contaminación del agua, producto de la concentración de heces y seguir con la premisa de no usar agroquímicos en superficies cercanas que puedan introducirse al acuífero de manera directa.

Los bebederos y tanques bebederos deben ser ubicados en función de los apotreramientos, donde el agua esté donde el animal come y que no gaste energía innecesaria en acercarse para que no se produzcan sobrepastoreos y zonas sin aprovechar, producto de una mala disposición.

BIBLIOGRAFÍA

BASÁN NICKISCH, M.H. (2012). Manejo de los Recursos Hídricos para áreas de secano. 2.ª Edición. INTA.

BASÁN NICKISCH, M.H. (2012). Calidad del agua para usos múltiples. 1.º Seminario Latinoamericano sobre acceso, uso y tratamiento del agua para la Agricultura Familiar. Agua de calidad con equidad. INTA.

BASÁN NICKISCH, M.; GALLO MENDOZA, L.; ZAMAR, S.; ROSAS, D. (2012). Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples. INTA.

BASÁN NICKISCH, M.; SÁNCHEZ, L. (2015). Alternativas de manejo de los recursos hídricos para ganadería en el norte de Santa Fe. Revista Voces y Ecos de INTA Reconquista.

BASÁN NICKISCH, M.; LAHITTE, A.; TOSOLINI, R.; SÁNCHEZ, L.; SOSA, D. (2016). Aguadas para Ganadería Bovina en los Bajos Submeridionales y áreas de influencia. INTA.

BASÁN NICKISCH, M.; SÁNCHEZ, L.; TOSOLINI, R.; TEJERINA DÍAZ, F.; JORDAN, P. (2016). Aprovechamiento del agua de lluvia para usos múltiples en los Bajos Submeridionales y áreas de influencia. INTA.

BAVERA, G. (2009). Aguas y Aguadas para el Ganado. 3.ª Edición.