

RECARGA INDUCIDA AL ACUÍFERO LIBRE CON AGUA DE LLUVIA PARA ABREVEDADO DE GANADERÍA DE CRÍA

Mario Basán Nickisch (*), Rubén Tosolini (), Alejandro Lahitte (***), Dora Sosa (****), María Inés Parodi (****), Luciano Sánchez (*), Paula Firman (*), Yamila Pagura (*****), Germán Oprandi (****), Facundo Colombo (****), Fernando Rotela (****), Miguel Genesio (*****) y Leonardo Monzón (*)**

(*) INTA EEA Reconquista, (**) INTA EEA Rafaela, (***) Productor Ganadero y Consejero Directivo del INTA, (****) INTA AER Tostado, (*****) INA-CRL, (***** FICH-UNL.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Reconquista.
Ruta Nacional N° 11 Km 773. CP: 3560. Reconquista, Provincia de Santa Fe, Argentina.
Tel/Fax: 03482-420117. E-mail: basannickisch.mario@inta.gob.ar

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue mejorar la calidad química del agua subterránea utilizando el escurrimiento superficial proveniente del agua de lluvia con el fin de inducir la recarga del acuífero libre logrando una calidad del agua necesaria para la producción competitiva de ganadería de cría.

El ensayo consistió en evaluar el efecto que produce la recarga del agua de lluvia en la zona del acuífero libre con excesos de sales para ganadería, permitiendo su utilización durante todo el año, equilibrando extracción con calidad del recurso hídrico, de manera de lograr un impacto positivo en la alimentación del ganado vacuno y hacer sustentable el sistema, tanto ambiental como productivamente.

El lugar de estudio fue el Establecimiento “La Güeya”, ubicado a 11 Km en dirección NO de la ciudad de Tostado, Dpto. 9 de Julio, Provincia de Santa Fe. El mismo es ganadero en su totalidad, con un predominio de pasturas naturales y en un porcentaje menor pasturas implantadas y/o agricultura con fines forrajeros, con bajo uso de insumos agroquímicos, como por ejemplo fertilizantes y herbicidas.

Esta investigación se articuló con el Instituto Nacional del Agua – Centro Regional del Litoral, con el Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de Santa Fe, con El Proyecto INTA-AUDEAS-CONADEV y con la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (UNL).

Se realizaron prospecciones geoelectricas con el apoyo de imágenes satelitales, para ubicar el lugar apropiado donde implementar el sistema de investigación.

Posteriormente se diseñó el sistema “patas de araña” y las perforaciones doble propósito, para permitir el ingreso del agua de lluvia filtrada.

La extracción se hace a través de un molino de viento, especialmente diseñado para funcionar con velocidades de viento mínimas.

Se sistematizó el sector de las perforaciones para que toda el agua superficial confluya allí. Como complemento se diseñó un sistema de camino doble propósito para cosechar el agua de lluvia de manera eficiente y trasladar el escurrimiento superficial al sector de recarga.

Se instalaron un freatógrafo digital para realizar el seguimiento del nivel del acuífero y una estación meteorológica automática que permite evaluar variables de interés para este estudio.

Al molino se lo dotó con un caudalímetro para tener el registro de agua bombeada.

Se realizaron análisis químicos periódicos del agua para evaluar la calidad del agua lograda.

El sistema se encuentra funcionando desde 2011, y se lo compara con 2 sistemas anteriormente implementados en el Establecimiento, hoy en vigencia.

Palabras clave: recarga de acuífero, cosecha de agua de lluvia, perforaciones doble propósito, calidad del agua, ganadería bovina de cría.

MATERIALES Y MÉTODOS

El principal objetivo de este estudio fue evaluar la interrelación de la salinidad del agua del acuífero libre con el nivel freático, con la precipitación y con los volúmenes extraídos de los tres sistemas investigados A, B y C.

Esos sistemas conforman las aguadas del Establecimiento. Los 3 confluyen a 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 abreve con la misma calidad de agua.

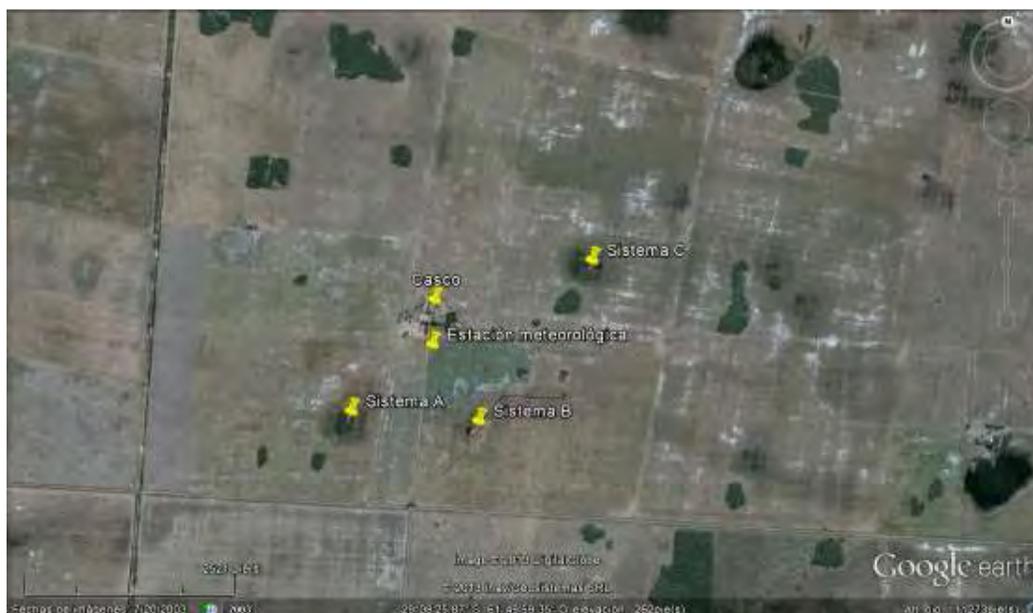


Fig. 1- Imagen satelital del Establecimiento “La Güeya”. Se identifican los Sistemas de Investigación A, B y C.

Se trabajó con el software Microsoft Office Excel para la sistematización y evaluación de todas las variables en el presente estudio.

Los datos de precipitaciones, niveles freáticos, caudales extraídos y conductividades para cada sistema, fueron registrados de forma manual por el productor y posteriormente sistematizados mediante planillas de Excel en Gabinete.

Los datos obtenidos a partir de la Estación Meteorológica Automática fueron visualizados previamente a través del software WeatherLink específico de las estaciones marca Davis, y posteriormente exportados a una tabla de Excel.



Fig. 2- Cartel identificador de los objetivos de Investigación Hídrica en “La Güeya”

Sistema A

El sistema A fue implementado en el año 2011 bajo el protocolo de analizar sectores de paleocauces difusos dentro del Establecimiento mediante imágenes satelitales y de realizar las prospecciones geoelectricas respectivas para definir el mejor lugar para implementar dicho sistema.

El mismo consta de un sistema de patas de araña mediante 4 perforaciones doble propósito, para inducir artificialmente al ingreso de agua superficial filtrada al acuífero y que esas perforaciones sirvan para alimentar al molino de viento, especialmente diseñado para funcionar con baja velocidad.

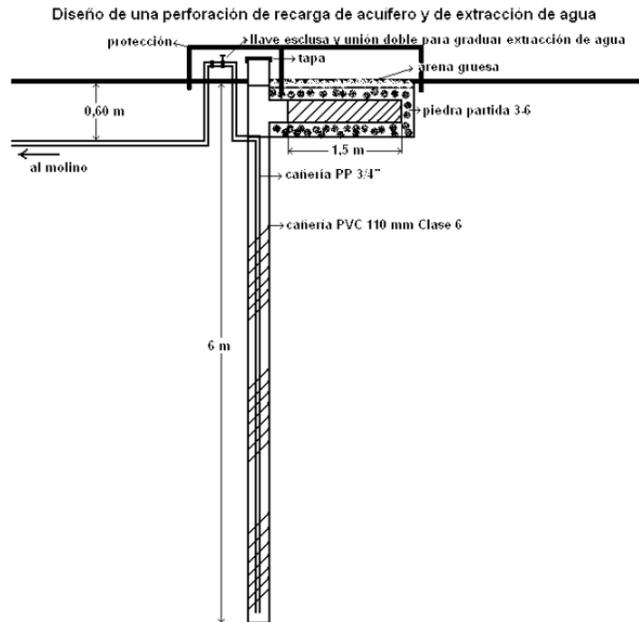


Fig. 3- Diseño de una perforación “doble propósito” en el Establecimiento “La Güeya”. Autores: Lahitte A., Genesio M., Basán Nickisch M..

Se conectaron estas cuatro perforaciones en superficie mediante la conformación de un canal en forma de plato de escasa profundidad, complementado esto con la sistematización del camino de acceso para que sea doble propósito: tránsito y cosecha de agua de lluvia, eficientizando de esa manera el escurrimiento superficial del agua de lluvia hacia el sector de las perforaciones, aún con baja intensidad.



Fig. 4- Sistematización del sector de las perforaciones con un canal en forma de plato que permite inducir eficientemente el agua superficial de lluvia para recargar el acuífero.



Fig. 5- Sistematización del camino de acceso doble propósito: tránsito y cosecha de agua de lluvia, conduciéndola al sector de las perforaciones de manera eficiente.

Se utilizaron datos de precipitación obtenidos de la estación meteorológica automática ubicada dentro del área de influencia de las superficies de “cosecha de agua de lluvia” de los sistemas, contrastados con los datos del pluviómetro estandarizado Tipo B implementado junto con la estación. La estación fue programada para recabar datos cada 15 minutos.



Fig. 6- Estación meteorológica automática y pluviómetro Tipo B en “La Güeya”.

En cada mecanismo de bombeo (molino) se instaló un caudalímetro totalizador, cuyos datos los midió el Productor el último día de cada mes.



Fig. 7- Caudalímetro implementado en el molino del Sistema A.

Conjuntamente con lo anterior, se midió la conductividad eléctrica mediante un conductímetro digital, el cual se calibró con solución patrón antes de efectuar dichas mediciones.



Fig. 8- Medición de la conductividad eléctrica en el Sistema A.

Periódicamente se extrajeron muestras de agua bajo Protocolo de INTA de extracción, conservación y traslado, para ser analizadas en Laboratorio, a los efectos de evaluar aniones y cationes que puedan incidir en la producción ganadera de cría, evaluando especialmente sales totales, cloruro de sodio, sulfato y magnesio.



Fig. 9- Extracción periódica de muestras de agua para análisis de Laboratorio.

En la parte central del sistema “patas de araña” se implementó un freatógrafo digital que permitió analizar la dinámica del nivel del agua en el acuífero en el sector de extracción y como inciden las recargas provenientes de las lluvias, que están en función principalmente del monto total de la lluvia y de su intensidad.

Se programó con un paso de tiempo de 15 minutos, cuyos datos fueron recabados por personal técnico de la AER Tostado. Esto significa alrededor de 2900 datos mensuales, obteniendo con el procesamiento de la Planilla Excel un valor mensual promedio del nivel freático y se hallaron los valores mínimos y máximos que se presentaron en cada mes.



Fig. 10- Freatígrafo digital instalado en el Sistema A

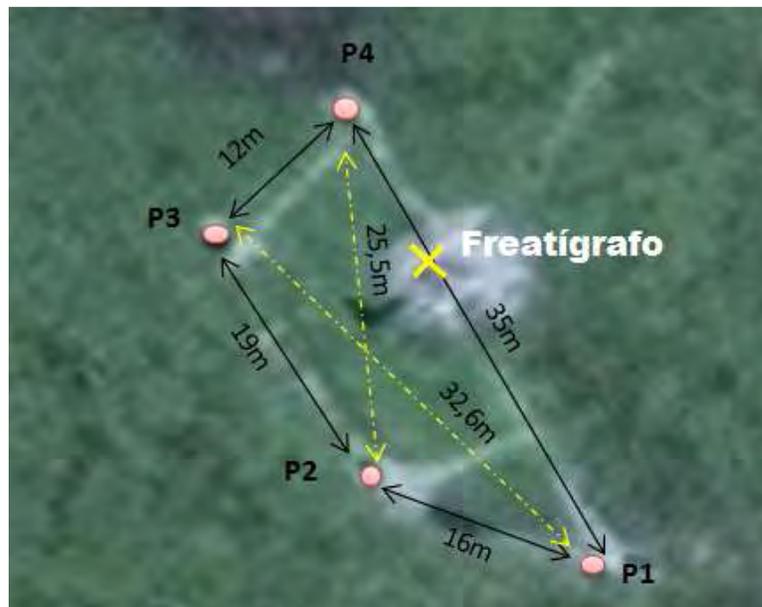


Fig. 11- Disposición de las perforaciones que conforman el sistema “patas de araña” respecto al freatígrafo en el Sistema A.

El molino del Sistema A deriva el agua hacia el tanque central de mezcla del Establecimiento, que tiene una autonomía de 15 días, ideal para este tipo de sistemas de bombeo, ya que esta reserva hace que nunca tenga necesidad de sobreexigir al acuífero con extracciones por encima de lo que la permeabilidad le permite.

Para preservar la calidad del agua subterránea y no sobreexplotar el acuífero, por norma, el Productor a todos sus molinos los trabaja semifrenados o a “a media rienda”, controlando el nivel del agua en las perforaciones, especialmente aquellos días donde la velocidad del viento es óptima para el bombeo con este tipo de mecanismos.



Fig. 12- Tanque central sobreelevado de mezcla de los 3 sistemas A, B y C, con reserva para 15 días.

Sistema B

El sistema B está implementado en la zona de un paleocauce difuso, el cual fue identificado por el Productor años atrás, y luego, mediante una serie de ajustes, implementó un sistema “patas de araña” conformado por 4 perforaciones convencionales encamisadas de 115 mm de diámetro, las cuales tienen un distanciamiento de más de 12 m cada una del resto. Alimentan a un molino, que bombea el agua hacia el Tanque Central de almacenamiento y mezcla.

Este sistema posee una represa contigua a las 4 perforaciones, que permite la recarga del acuífero libre a través de su piso y taludes, mejorando la calidad química del agua subterránea de ese sector.

Para eficientizar la cosecha de agua de lluvia el Productor sistematizó el área de influencia con canales o regueras que confluyen a dicho almacenamiento, produciendo el incremento del escurrimiento superficial del área con mayor cota. También se aprovecha el agua de lluvia que cae en el camino central de ingreso al Establecimiento mediante un canal que deriva en dicha represa.

Al igual que en el Sistema A, se implementó un caudalímetro totalizador, el cual el productor lee el último día que cada mes, recabando ese dato.

El nivel del agua del acuífero se obtiene como promedio de las 4 perforaciones el último día de cada mes.

De igual manera, para esa fecha se mide la conductividad eléctrica del agua resultante del sistema “patas de araña”.

Si el régimen de vientos es alto se controla el nivel de las perforaciones y el molino trabaja un poco frenado, definiéndose en zona como “a media rienda”.

Sistema C:

El Sistema C fue construido en una depresión natural del terreno, pero no necesariamente en un paleocauce difuso. El mismo se conforma por un sistema “patas de araña” con las perforaciones lo suficientemente distanciadas, que alimentan a un molino, el cual deriva el agua mediante cañería al Tanque Principal de Reserva y Mezcla del Establecimiento.

A diferencia de los 2 anteriores, no tiene obras que le permitan recargar el acuífero libre, solamente a través de la depresión natural mínima por la infiltración del propio suelo, que es mínima.

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 2 sistemas.

El molino tiene instalado un caudalímetro totalizador y el último día de cada mes el Productor realiza la medición, así como también del nivel de las perforaciones del sistema “patas de araña”.

RESULTADOS

La salinidad del agua se obtiene de manera indirecta a partir de la conductividad eléctrica de la misma multiplicada por un coeficiente. Este último se ajustó a partir de los datos de varias muestras analizadas en Laboratorio, donde se pudo corroborar que varía según el Sistema que se analice.

Este dato es conveniente remarcarlo porque en la generalidad de los casos se asume como un coeficiente constante, y en realidad, depende de la interrelación de los cationes y aniones presentes en cada lugar.

Coefficientes de ajuste para obtener la salinidad en base a la conductividad eléctrica:

- Sistema A = 0,7
- Sistema B = 0,8
- Sistema C = 0,9

Relación del nivel freático - precipitación - volumen extraído -salinidad del agua.**Tabla 1- Resultados de las variables de análisis de interés en el Sistema A.**

MES	LLUVIA [mm]	VOLUMEN EXTRAÍDO [m ³]	NIVEL FREÁTICO PROMEDIO [m]	NIVEL FREÁTICO máximo [m]	NIVEL FREÁTICO mínimo [m]	CONDUCTIVIDAD (μS/cm)	SALES [g/l]	Clasificación para ganadería de cría (*)
dic-11	25	183	-4,976	-4,804	-5,094	7320	5,12	Aceptable
ene-12	148	240	-5,100	-4,988	-5,250	5520	3,86	Buena
feb-12	92	210	-5,191	-4,998	-5,374	6500	4,55	Aceptable
mar-12	70	269	-5,227	-5,040	-5,404	7370	5,16	Aceptable
abr-12	82	149	-5,280	-5,168	-5,442	6840	4,79	Aceptable
may-12	66	146	-5,188	-4,874	-5,424	5010	3,51	Buena

jun-12	0	173	-5,123	-5,042	-5,244	7540	5,28	Aceptable
jul-12	0	272	-5,347	-5,244	-5,436	7680	5,38	Aceptable
ago-12	24	274	-5,361	-5,252	-5,488	8130	5,69	Aceptable
sep-12	18	212	-5,377	-5,254	-5,510	8420	5,89	Aceptable
oct-12	80	217	-5,340	-5,124	-5,530	9110	6,38	Aceptable
nov-12	124	195	-5,483	-4,638	-5,618	310	0,22	Deficiente
dic-12	185,5	260	-4,445	-3,758	-4,890	5390	3,77	Buena

(*) Fuente: “Manual de Aguas y Aguadas para el Ganado” 4ta Edición 2011 Guillermo Bavera.

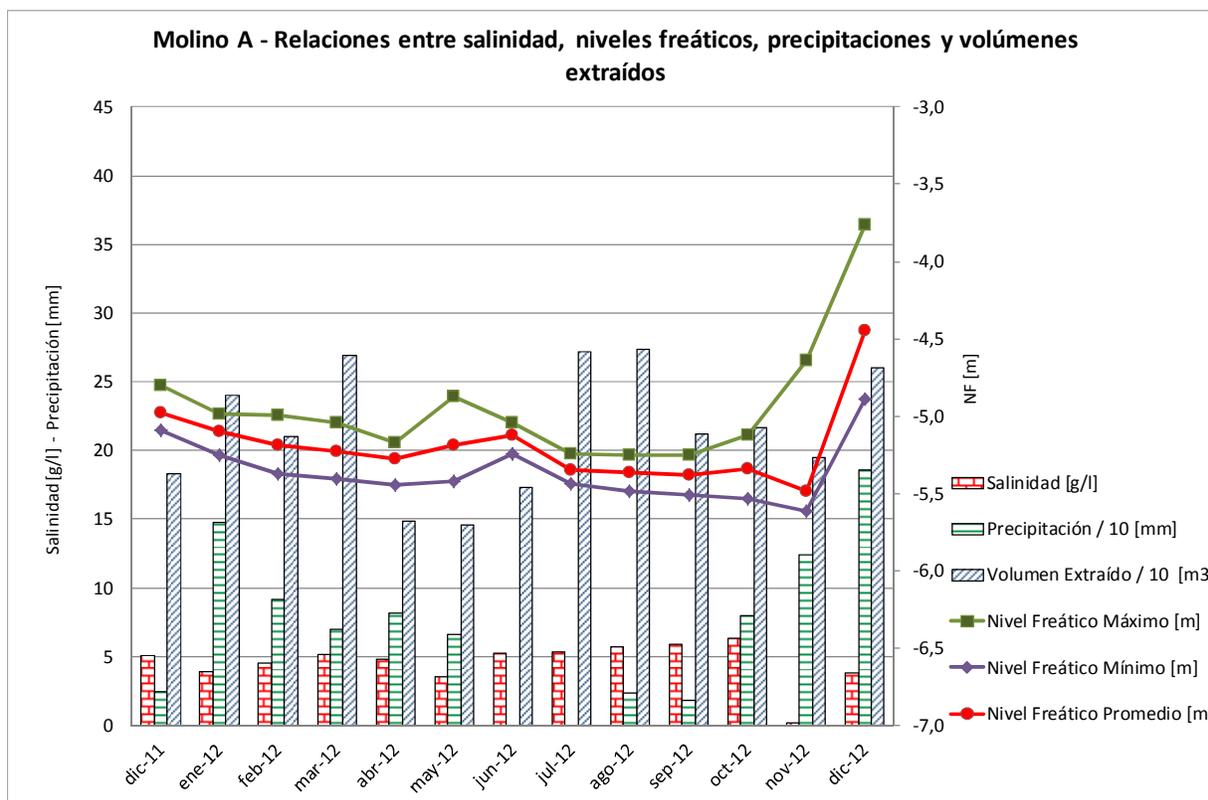


Fig. 10- Relación entre salinidad, nivel freático, precipitación y volumen extraído en Sistema A.

En la Tabla 1, por lo general, durante los meses donde el nivel freático disminuyó, la calidad del agua desmejoró, sobrepasando valores de sales totales de 4 g/l, clasificándose hasta ese límite como “buena” para ganadería bovina de cría (Bavera G., 2011). Se debe aclarar que ese valor puede variar según la raza y la edad del animal, el grado de acostumbramiento, la dieta, las condiciones ambientales, etc..

En el mes de enero/12 (Tabla 1) se observó una disminución de la salinidad a pesar de acusar el freatógrafo una disminución del nivel. Esto se debe a que durante ese mes se produjeron importantes precipitaciones, con un total de 148 mm, lo que permitió que la calidad del agua subterránea mejorara con la inducción local al acuífero del agua de lluvia. Esto se produce porque en este Sistema cada perforación tiene un complemento de filtro horizontal que permite la entrada del

agua superficial que se acumula en su entorno, recargando al acuífero de manera eficiente, por eso se denomina a estas perforaciones de “doble propósito” (Fig. 3).

La disminución del nivel freático se debió al bombeo del molino, con un volumen total extraído de 240 m³. Además, se debe tener en cuenta que el freatógrafo no se encontró en funcionamiento durante varios días del mes y estos días coincidieron con la ocurrencia de las precipitaciones, por lo que se intuye que el nivel freático máximo y promedio podrían ser mayores a los registrados.

En el mes de noviembre/12 (Tabla 1) se observó una notable disminución de la salinidad (la más baja de todo el período analizado), y un nivel freático promedio bajo. Esto se explica 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 (a fin de mes), coincidiendo el aporte de las precipitaciones con la extracción de agua del molino.

Cabe aclarar que el valor de nivel freático máximo de este mes dista en 84,5 cm del valor promedio y corresponde al día 28, cuando se produjeron las mayores lluvias. En los primeros 27 días del mes dicho nivel permaneció bajo debido a la extracción de agua, resultando ser el más bajo del año.

Tabla 2- Resultados de las variables de análisis de interés en el Sistema B.

MES	LLUVIA [mm]	VOLUMEN EXTRAÍDO [m ³]	NIVEL FREÁTICO [m]	CONDUCTIVIDAD (μS/cm)	SALES [g/l]	Clasificación para Ganadería de cría (*)
jun-11	14	0	-4,200	5410	4,33	Aceptable
jul-11	26	113,7	-4,400	5830	4,66	Aceptable
sep-11	47	139,6	-4,200	6700	5,36	Aceptable
oct-11	76	227	-5,200	6790	5,43	Aceptable
nov-11	73	326	-5,800	6770	5,42	Aceptable
dic-11	25	326	-5,700	6850	5,48	Aceptable
ene-12	148	338	-5,700	7400	5,92	Aceptable
feb-12	92	293	-5,800	7880	6,30	Aceptable
mar-12	70	312	-6,400	8230	6,58	Aceptable
abr-12	82	226	-5,600	7630	6,10	Aceptable
may-12	66	172	-5,500	7540	6,03	Aceptable
jul-12	0	194	-5,600	8590	6,87	Aceptable
ago-12	24	259	-5,340	9180	7,34	Mala
sep-12	18	302	-6,400	9820	7,86	Mala
oct-12	80	420,4	-6,900	9930	7,94	Mala
nov-12	124	443,6	-3,700	2660	2,13	Buena
dic-12	185,5	317	-5,100	9080	7,26	Mala

Nota: Los meses de agosto de 2011 y junio de 2012 no se analizaron por falta de datos.

(*) Fuente: “Manual de Aguas y Aguadas para el Ganado” 4ta Edición 2011 Guillermo Bavera.

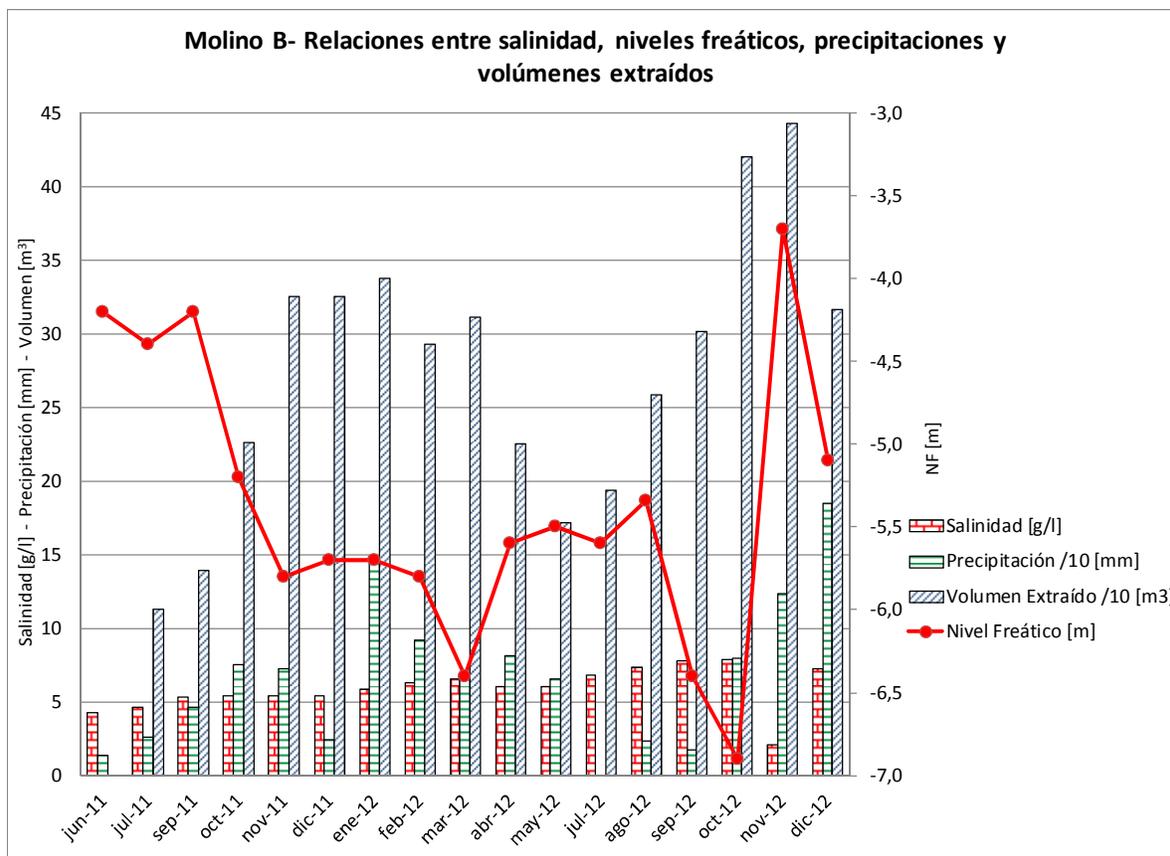


Fig. 11- Relación entre salinidad, nivel freático, precipitación y volumen extraído en Sistema B.

En general, en aquellos meses donde el nivel freático se encontró con menores valores, proporcionalmente la salinidad fue mayor (Tabla 2).

Los meses más críticos en relación a la calidad del agua fueron septiembre y octubre de 2012 (Tabla 2), donde se alcanzaron valores de sales totales superiores a 7 g/l, lo que se traduce que para animales no acostumbrados a consumir agua con tenores salinos semejantes, puede ocasionarles problemas, donde se considera importante los cationes y aniones que se presentan, no existiendo mayores inconvenientes de predominar sales como el Cloruro de Sodio (ClNa), pero de existir valores altos de Sulfatos (SO₄) y/o Magnesio (Mg) el agua se la puede llegar a clasificar como de mala calidad para ganadería bovina de cría (Bavera G., 2011).

A su vez, la profundidad del nivel freático fue de 6,4 m en septiembre y de 6,9 m en octubre, siendo estos los casos en que el nivel freático se encontró más bajo durante el periodo de estudio considerado. Esto condice con los altos volúmenes de agua extraída en ambos meses, 302 m³ y 420 m³, respectivamente.

Noviembre de 2012 fue el único mes en el que se contó con agua de buena calidad, con un valor de sales totales de 2,1 g/l. Esto condice con el aumento brusco del nivel freático (más cerca de superficie) debido a las precipitaciones de ese momento, coincidiendo, en el mismo mes, el menor contenido de sales y el mayor nivel freático registrado en todo el periodo analizado.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que altos contenidos de sales totales se relacionan con los menores niveles freáticos (más profundos) producto del bombeo, y menores contenidos de sales totales se relacionan con niveles freáticos más altos, debido a lluvias y/o al cese de bombeo (Fig. 11).

Tabla 3- Resultados de las variables de análisis de interés en el Sistema C.

MES	LLUVIA [mm]	VOLUMEN EXTRAIDO [m ³]	NIVEL FREÁTICO [m]	CONDUCTIVIDAD [μS/cm]	SALES [g/l]	Clasificación para ganadería de cría (*)
jun-11	14	0	-4,000	11420	10,28	Mala
ago-11	0	68,5	-4,100	11300	10,17	Mala
oct-11	76	6	-5,000	12960	11,66	Condicionada
nov-11	73	109	-4,500	12550	11,30	Condicionada
dic-11	25	164	-5,100	12700	11,43	Condicionada
ene-12	148	167	-4,800	13470	12,12	Condicionada
feb-12	92	185	-5,450	13410	12,07	Condicionada
mar-12	70	146	-5,850	14600	13,14	Condicionada
dic-12	185,5	124	-5,400	13600	12,24	Condicionada

Nota: Aquellos meses en los que no se cuenta con datos suficientes no fueron analizados.

(*) Fuente: “Manual de Aguas y Aguadas para el Ganado” 4ta Edición 2011 Guillermo Bavera.

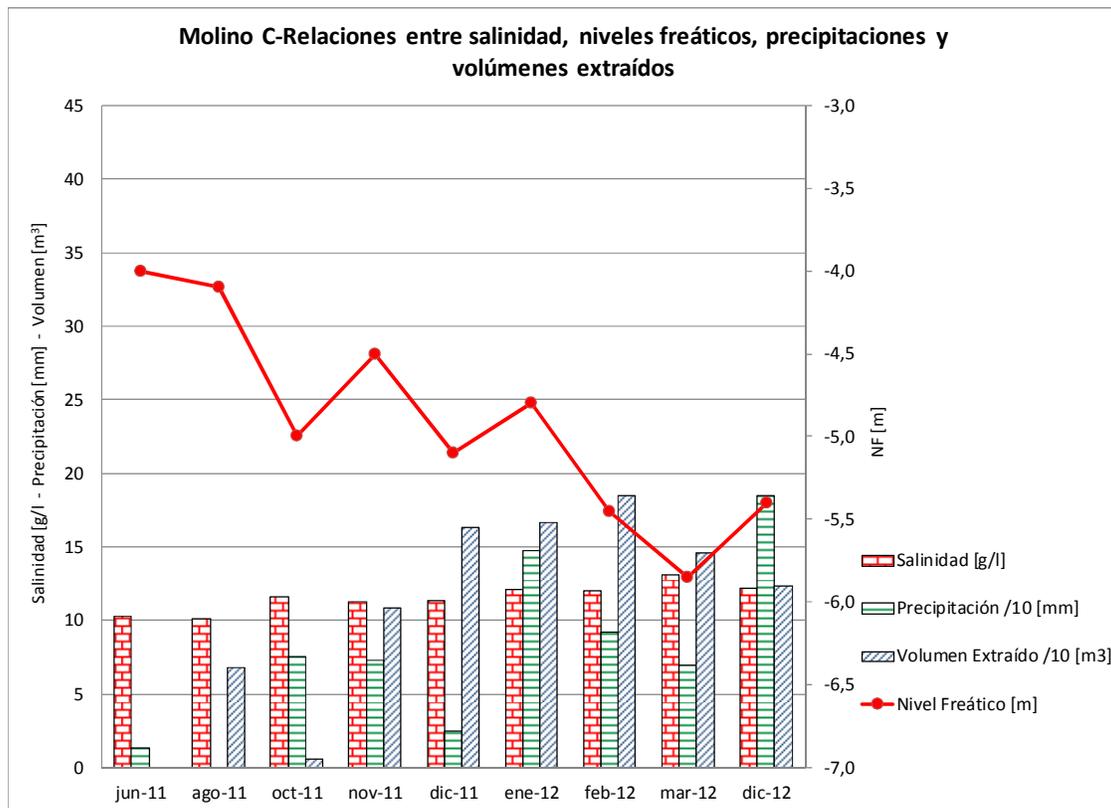


Fig. 12- Relación entre salinidad, nivel freático, precipitación y volumen extraído en Sistema C.

En todos los meses los valores de sales totales superaron los 10 g/l (Tabla 10), lo que revela que el agua del Sistema C es de menor calidad que la de los Sistemas A y B. El motivo de su uso es para complementar los volúmenes requeridos por la hacienda del Establecimiento.

Al igual que en los Sistemas A y B, se observó que en aquellos meses donde el nivel freático disminuyó, la salinidad aumentó y en aquellos meses donde el nivel freático aumentó la salinidad fue menor (Fig. 12).

El mes de marzo del 2012 presentó el mayor contenido de sales totales (13,1 g/l), lo que se considera un agua “condicionada” para el ganado bovino (Bavera G., 2011). Esto concuerda con un volumen de agua extraído alto (146 m³ en el mes) y el nivel freático bajo (5,85 m), a pesar de haberse producido 70 mm de lluvia durante ese mes, pero eso se explica debido a que este sistema no posee recarga inducida artificialmente mediante sus perforaciones ni tampoco existe una represa cercana que facilite la recarga en profundidad, por lo que la recarga se produce naturalmente debido a la infiltración del terreno natural, donde las respuestas de la recarga del acuífero con el agua de lluvia se verifican con un mayor retraso.

CONCLUSIONES

Cuando se extraen importantes volúmenes de agua del acuífero en los sistemas analizados el nivel freático desciende de manera considerable, situación que se maximiza en períodos de bajas o nulas precipitaciones. En casos como éstos se observaron aumentos en la salinidad del agua que alcanzaron valores superiores a los 7 g/l, lo que permite alertar en la producción de ganadería de cría, ya que se considera que cuando se supera ese valor en sales totales puede afectar a la producción (Bavera G., 2011).

El Sistema B presentó los niveles freáticos más bajos, en especial durante el año 2012, año en que el molino B estuvo extrayendo mayores volúmenes de agua en comparación con lo extraído el año anterior y también en comparación con los otros dos molinos, debiendo analizarse si no es conveniente tener un menor régimen de extracción logrando recuperación de niveles, y por ende, mayor calidad del agua.

El Sistema C es el que presenta la menor calidad del agua en relación al contenido de sales, con valores de sales totales que se encuentran entre 10 y 13 g/l, recomendando que se use solamente lo indispensable para complementar los volúmenes faltantes para abastecer a la hacienda y estudiar la manera de incrementar la calidad del agua subterránea, por ejemplo a través de recarga inducida artificialmente y de succión del mecanismo de bombeo lo más cercana posible a la superficie del agua, logrando de esa manera extraer agua con mayor calidad química.

En los 3 Sistemas analizados hay que estudiar si no es necesario agregar perforaciones a los sistemas “patas de araña” para contrarrestar la baja permeabilidad del acuífero, permitiendo elevar la calidad química del agua extraída y aumentar el volumen de extracción, bajo la premisa de que en estos casos es muy importante extraer poca agua de varios lugares distantes entre sí y no sacar mucha de pocos lugares sin el debido espaciamiento. Hasta el día de hoy la estrategia en el Establecimiento es ocupar los molinos semi-frenados (a media rienda) para no exigir demasiado a las perforaciones y provocar depresiones en los niveles dinámicos que proporcionalmente hacen elevar el tenor salino del agua.

Los valores medidos de conductividad eléctrica en las perforaciones presentan aumento de esta variable a medida que se avanza en profundidad, por lo cual se recomienda colocar las cañerías de succión de los sistemas “patas de araña” de cada perforación lo más arriba posible, para así captar la mejor calidad, debiendo estudiarse la posibilidad de tener mecanismos de succión que sigan el nivel del agua (chupones flotantes).

Es importante mantener el sistema de mecanismos de bombeo controlado, haciendo un seguimiento del nivel del agua de las perforaciones, porque se ha comprobado que de no hacerlo, la incidencia en la calidad del agua es notable, con el riesgo de inutilizar su utilización de manera permanente.

En ambientes de este tipo es esencial cumplimentar el protocolo básico, analizar los lugares donde se planifican sistemas de aguadas para los animales mediante imágenes satelitales, identificando depresiones naturales y/o paleocauces, realizar prospecciones geoeléctricas, y en base a los datos proporcionados por las mismas realizar el diseño de las perforaciones o pozos calzados.

Siempre se debe inducir a la recarga de acuíferos, ya sea mediante perforaciones doble propósito o represas contiguas a las perforaciones. Y complementar con sistemas de captación y manejo eficiente del agua de lluvia y los mecanismos de bombeo deben ser controlados.

La premisa debe ser que exista el balance entre lo que se extrae y lo que se repone naturalmente o artificialmente.

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 a abrevar, el número de días sin viento y los días que se consideran necesarios como reserva.

La clasificación del agua por sí sola si un agua es apta o no para ganadería es orientativa, no definitiva, ya que hablar de agua apta o no tiene que contemplar también el análisis de la raza y la edad del animal, el grado de acostumbramiento, la dieta, las condiciones ambientales y, fundamentalmente, las concentraciones de Sulfato y de Magnesio, ya que en este estudio no presentan valores condicionantes de estos últimos, lo cual se manifiesta en la performance de los animales que abrevan en el Establecimiento.

El INTA tiene priorizado continuar las investigaciones en recarga de acuíferos, así como también el estudio de los sistemas de cosecha de agua de lluvia y represamientos superficiales en la región en estos próximos 6 años a través del Programa Nacional de Investigación de Agua de la Institución, priorizando el uso sustentable de los recursos naturales, articulando con Organismos Nacionales y Provinciales, así como también con los Centros de Estudio de la Región.

BIBLIOGRAFÍA

- * Auge M. (2005) PERFORACIONES HIDROGEOLÓGICAS, Curso para perforistas, Argentina.
- * Basán Nickisch, M. H. (2010) MANEJO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA ÁREAS DE SECANO- 2da Edición, INTA.
- * Basán Nickisch, M. H.; Tosolini R.; Ibarlucea J.; Parodi M. I. (2013) SISTEMA DE BOMBEO TIPO CHUPADOR ARAÑA O PATAS DE ARAÑA, INTA.
- * Basán Nickisch, M. H.; Lahitte A; Tosolini R. (2012) UNA ALTERNATIVA DE MANEJO EFICIENTE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA GANADERÍA EN EL NORTE DE SANTA FE, INTA
- * Basán Nickisch, M. H. (2012) CALIDAD DEL AGUA PARA USOS MÚLTIPLES, 1er Seminario Latinoamericano sobre acceso, uso y tratamiento del agua para la Agricultura Familiar – Agua de calidad con equidad - INTA.
- * Basán Nickisch, M. H.; Gallo Mendoza L.; Zamar S.; Rosas D. (2012) PROTOCOLO DE MUESTRO, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA CON FINES MÚLTIPLES, INTA.
- * Bavera G. A. (2011) MANUAL DE AGUAS Y AGUADAS PARA EL GANADO 4ta. Edición. Editorial del Autor, Córdoba, Argentina.
- * Custodio E.; Llamas M. R (1976) HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA Tomos I y II. 1era. Edición. Editorial Omega.
- * Iurtia C.; Michelena R. (1989) MANEJO DE SUELOS Y AGUAS EN LA REGIÓN CHAQUEÑA SEMIÁRIDA (I.N.T.A. - CO.NA.P.H.I.), Seminario Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras, Buenos Aires, Argentina.
- * <http://agrometsgo.inta.gov.ar/agua/> software desarrollado por Técnicos del INTA de acceso gratuito para cualquier persona con acceso a Internet para poder clasificar un resultado de un análisis químico de agua para los diferentes usos (consumo humano, abrevado animal, riego).