

DINÁMICA EN LA CALIDAD DEL AGUA EN POZOS AL ACUÍFERO FREÁTICO ASOCIADOS A REPRESAS GANADERAS DEL CHACO ÁRIDO RIOJANO.

Pereyra, Diego I. ⁽¹⁾; Romero, Amaro ⁽¹⁾; Pelliza, Ernesto M. ⁽¹⁾; Miguel, Roberto E. ⁽²⁾

⁽¹⁾ EEA INTA La Rioja ⁽²⁾ EEA INTA Chilecito.

Ruta Nac. N° 38 Km 267 Altura Paraje "La Llanura" - (03826) 422120/27 - pereyra.diego@inta.gob.ar

Introducción

En los Llanos del Chaco Árido Riojano y territorios limítrofes el desarrollo socioeconómico está estrechamente vinculado a la producción animal. La ganadería ha evolucionado históricamente con una deficitaria disponibilidad hídrica establecida por condiciones climáticas y del medio físico-natural. La continua adaptación en las formas de aprovechamiento basada en las necesidades de consumo de pobladores y sus actividades productivas, le confieren al manejo del recurso hídrico llanista su carácter netamente sostenible, dado que se ha mantenido a lo largo del tiempo con cierta eficiencia. Combinar el uso del agua superficial y sub-superficial, es prueba de esto.

En todo el ámbito del Chaco Árido Riojano, se reconoce que captaciones freáticas contiguas a reservorios de agua superficiales de uso ganadero son beneficiadas por aportes hídricos provenientes de la infiltración que acontece en el fondo de estos últimos. No obstante, hay poca información al respecto en sistemas reales de producción. El objetivo del presente estudio fue evaluar la dinámica temporal de parámetros sencillos de calidad del agua en pozos freáticos activos, vinculados a la ubicación de los pozos respecto a los embalses de uso ganadero y sus características hidráulicas.

Los beneficios que brinda a comunidades rurales el sistema que se sometió a estudio y su aplicación en emprendimientos productivos de pequeña a mediana escala, le confieren relevancia al análisis de los principales parámetros que rigen la relación "represas - pozos calzados". Resulta primordial contar con información fehaciente que permita comprender el funcionamiento y optimizar el uso combinado de estas "fuentes de agua".

Materiales y Métodos

Área de Estudio

En el sitio de muestreo, figura 1, se tomaron bajo estudio, en los parajes El Salado, San Miguel y El Barreal, tres pozos activos asociados a represas (PAAR), tres represas asociadas (RAs) y tres pozos activos no asociados a represas (PANAR).

Los parámetros de interés se registraron en forma mensual entre enero de 2014 y diciembre 2015. Se consideró estación húmeda a los promedios trimestrales correspondientes a (enero-marzo; octubre-diciembre 2014) y (enero-marzo; octubre-diciembre 2015). Asimismo, a fin de establecer la estación seca se consideraron los trimestres (abril-junio; julio-septiembre 2014) y (abril-junio; julio-setiembre 2015). (Salgado, L. 2002). Se exploró nivel estático (NE) y salinidad (CE) en el agua de PAAR y PANAR. Los valores fueron sometidos a prueba t de student para muestras independientes a fin de establecer diferencias entre variables consideradas en PAAR y PANAR respecto a la estación seca y estación húmeda. En fondos de RAs, siguiendo el método de Wu *et al.* 1999, se estimó conductividad hidráulica saturada (Ks) en superficie a 40, 80 y 120 cm. de profundidad.

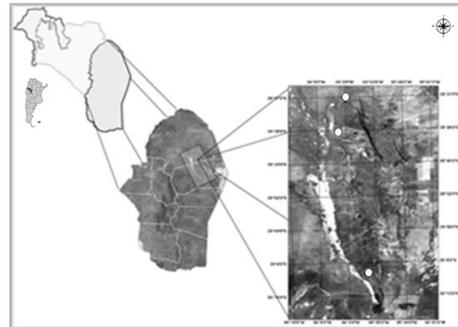


Figura 1.- Sector Oriental de Los Llanos, franja adyacente a salina La Antigua y faldeo Oeste de la Sierra Brava, provincia de La Rioja, Argentina.

Análisis de Resultados

Parámetros Hidrológicos en PAAR

En la figura 2, se observa que los máximos valores de CE se manifestaron en la temporada seca ($4,00 \text{ mS/cm} \pm 0,49$), mientras que el mínimo tenor salino se corresponde a la temporada lluviosa ($2,78 \text{ mS/cm} \pm 0,58$).

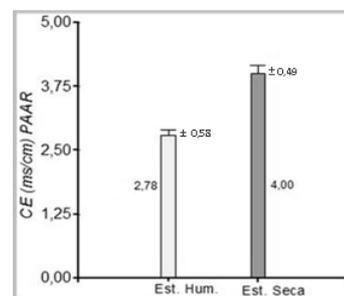


Figura 2.- Conductividad Eléctrica media en PAR del Chaco Árido Riojano - Estación Húmeda vs Estación Seca. (media ± error estándar de la media con $p = 0,0026$ - prueba t para muestras independientes).

Con respecto al NE, para los casos analizados en conjunto, se distingue un incremento de los niveles de agua en la estación húmeda y un marcado descenso en la estación seca o sin lluvias, figura 3.

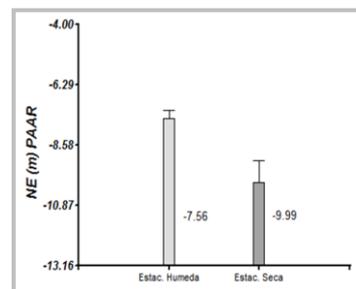


Figura 3.- Nivel estático medio en PAAR del Chaco Árido Riojano. Las barras muestran el valor medio. (prueba t para muestras independientes $p=0,0153$).

Parámetros Hidrológicos en PANAR

Se observó una mayor amplitud en los valores extremos del conjunto muestral analizado referido al NE y CE, denotando una gran influencia de las condiciones locales. Siendo El Salado la localidad que le confiere a la población PANAR la mayor dilatación de valores extremos, tabla 1.

	Variabes	Obs.	Media	E.E	Mín.	Máx.
PANAR	NE (m)	24	-10,45	± 0,8	-16,30	-7,19
	CE (mS/cm)	24	7,72	± 0,3	6,05	10,43
	pH	24	7,10	± 0,01	7,01	7,20

Tabla 1.- Valores medios, error estándar y valores extremos de nivel estático y conductividad eléctrica en pozos freáticos activos no asociados a represas ganaderas de Chaco Árido Riojano.

Caracterización de condiciones hidráulicas en fondo de Represas Asociadas (RAs).

Mediante ensayos de infiltración a diferentes profundidades (Sup., 40, 80 y 120 cm), se obtuvieron las curvas características para este tipo de pruebas, evidenciándose un incremento inicial de la infiltración hasta estabilizarse en torno a un valor constante alcanzado en este momento la saturación del medio. En este punto, se ajustó a una recta el tramo final de la representación de los valores de infiltración acumulada respecto al tiempo. La figura 3 muestra uno de los ajustes llevados a cabo como ejemplo del análisis realizado en cada uno de los ensayos de infiltración practicados.

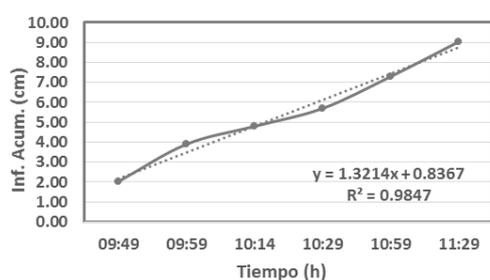


Figura 3: Ajuste de infiltración acumulada vs tiempo según Wu *et al.* 1999 - Represa Ganadera San Miguel, Dpto. Capital La Rioja.

De los ajustes realizados surge: pendiente de la recta de ajuste "A", complementario al coeficiente adimensional "a", y al factor "f" que depende de las dimensiones del cilindro de infiltración, determinado a su vez por el radio "r" (cm), profundidad de inserción del cilindro de infiltración "d" (cm), carga de agua en el cilindro "H" (cm) y coeficiente que depende del tipo de suelo "α", que en conjunto son los insumos necesarios para efectivizar el cálculo de conductividad hidráulica saturada mediante la ecuación generalizada de infiltración para ensayos con infiltómetro de anillo simple de Wu *et al.* 1999 citada por Jiménez Hernández *et al.* 2009. En la tabla 2, puede apreciarse que la represa El Barreal presentó los valores más bajos de (Ks) en el perfil evaluado, con una velocidad de flujo de 15,43 cm/d. en tanto las represas exploradas en las localidades San Miguel y El Salado exhibieron mayores valores de (Ks) total en el perfil explorado, siendo de 49,30 y 36,27 cm/d respectivamente.

Represa	Ks Total del perfil (cm/d)
San Miguel	49,30
El Salado	36,27
El Barreal	15,43

Tabla 2: Conductividad hidráulica saturada (Ks) en base a ensayos de infiltración con anillo simple en fondos de represas ganaderas asociadas a pozos freáticos activos del Chaco Árido Riojano.

Análisis comparativos de parámetros hidrológicos de PAAR vs PANAR.

Los análisis comparativos realizados en base a la CE entre pozos activos asociados a represas y pozos activos no asociados a represas ganaderas, prueban que existen diferencias significativas en los tenores salinos del agua de estas explotaciones freáticas. En PAAR la conductividad eléctrica alcanzó un valor medio de 3,39 mS/cm ± 0,16; mientras que el agua de PANAR presentó un valor de 7,72 mS/cm ± 0,39, como puede apreciarse en la tabla 3. La diferencia fue de 4,33 mS/cm que en términos de sales totales es equivalente a 2,77 g/L.

Tabla 3.- Prueba t para muestras independientes - Conductividad eléctrica (CE) clasificado por el tipo de pozo.

Clasif	Var.	Grupo (1)	Grupo (2)	Media (1)	Media (2)	T	p
Pozos	CE (mS/cm)	PAAR	PANAR	3,39	7,72	-10,25	<0,0001

Al contrastar PAAR y PANAR en base al NE, presentaron respectivamente 1,47 m. de diferencia en sus valores medios de profundidad del agua. El valor medio de nivel estático en PAAR fue de -8,98 m ± 0,49 y en PANAR de -10,45 ± 0,86. Sin embargo el contraste, al realizar prueba t para muestras independientes y varianzas heterogéneas, no reviste diferencias significativas, tabla 4, dado por el valor de significancia estadística p=0,1461.

Tabla 4.- Prueba t para muestras independientes - Nivel Estático (NE) clasificado por el tipo de pozo.

Clasif.	Var.	Grupo (1)	Grupo (2)	Media (1)	Media (2)	T	P
Pozos	NE (m)	PAAR	PANAR	-8,98	-10,45	-1,48	<0,1461

Conclusiones

- En PAAR pudo verificarse que el nivel y la salinidad del agua fueron afectadas por el flujo vertical que acontece en el fondo de los reservorios evaluados, en vinculación directa con la proximidad de ambas fuentes de agua.

- Las características fisicoquímicas y el nivel del agua en PAAR presentaron diferencias significativas con respecto a la estación húmeda y la estación seca. Estableciendo que la disponibilidad de agua en RAs y en consecuencia el comportamiento de la Ks en el fondo de las mismas, es el principal factor determinante de la dinámica hidroquímica en PAAR.

- Los valores más bajos de CE y por ende el contenido salino del agua en PAAR, se manifestaron en concordancia con los registros de NE más elevados, incrementándose dichos valores en los momentos de mayor descenso del nivel de agua.

- En PANAR, los valores promedios del *NE*, *pH* y *CE* no presentaron variaciones que manifiesten incorporación de agua desde su entorno.
- Con respecto a la disponibilidad hídrica no se encontraron diferencias significativas entre la estación húmeda y la estación seca en referencia a la salinidad siendo la misma típica a los valores naturales del sitio de estudio.
- La permeabilidad explorada en fondos de *RA*s fueron determinante en la regulación del proceso de infiltración y por consiguiente en la dinámica de la *Ks*.
- Las características fisicoquímicas del agua en *PAAR* presentan diferencias significativas con respecto al agua de PANAR, siendo la *CE* la más relevante. No se encontró evidencia estadística significativa que afirme diferencias entre el *NE* del agua en *PAAR* y PANAR.

Referencias

- *- **Bavera, G.** (2009). Aguas y Aguadas para el Ganado - Tenores Máximos de Sales Totales, 3ª ed., Río Cuarto, pag. 123-125.
- *- **Jiménez Hernández, M. E.; A. de la Losa Román, M. I. Valverde Asenjo, L. Moreno Merino, y S. Castaño Castaño.** (2009). Caracterización de las Propiedades Hidráulicas de la ZNS: Determinaciones en Laboratorio y Ensayos "in situ" en una Parcela Agrícola de Arganda del Rey (Madrid). Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Estudios en la Zona no Saturada del Suelo. Vol IX. Barcelona, España.
- *- **Pereyra D. I. & Romero, A.** (2012) Aprovechamiento de Agua para Usos Múltiples en Comunidades Rurales de Los Llanos Riojanos. INTA EEA La Rioja.
- *- **Romero, A.; Pereyra, D. I.; Pelliza, E. M.** (2015). Manejo Integrado de los Recursos Hídricos: Experiencia sobre Recarga Artificial de Acuíferos CA Los Cerrillos INTA EEA La Rioja. Congreso Nacional del Agua. Paraná, Entre Ríos, Argentina.
- *- **Rosa, H.; Mamani, M.** (2000). Geomorfología de La Rioja. En: Argentina - Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida. Primera Parte. Mendoza, San Juan y La Rioja. Tomo I. Caracterización Ambiental. Programa de Cooperación para la Investigación. Junta de Gobierno de Andalucía - Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina.
- *- **Salgado, L.** (2002). Estudio de Niveles Freáticos y Piezométricos. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. Chillán, Chile.