Alternativas de manejo de los recursos hídricos para ganadería en el norte de Santa Fe

Ings. en Rec. Hídricos
Mario Basán Nickisch
y Luciano Sánchez
INTA EEA Reconquista

En base a lo ocurrido en estos últimos años en lo que respecta al abastecimiento de agua para ganadería en el norte de la Provincia de Santa Fe, más específicamente en el sector de los Bajos Submeridionales y su área de influencia, donde se encuentra un importante número de cabezas de ganado, se detectó que la mayoría de los sistemas de aguadas del sector entraron en una profunda crisis, especialmente durante los períodos de déficit hídrico (sequías).

Los productores se vieron muy afectados económicamente, con pérdidas importantes, razón por la cual solicitaron asesoramiento a través de sus organizaciones al INTA y otros organismos con injerencia en el del manejo de los recursos hídricos en temas productivos.

El INTA, articulando con el INA (Instituto Nacional del Agua), con el Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe y con las facultades de Ingeniería y Ciencias Hídricas de Santa Fe y de Agronomía de Esperanza, comenzó a evaluar una serie de alternativas técnicas del manejo integrado de los recursos hídricos, con la finalidad de implementar demostradores en campos de productores para ir ajustándolos en base a los resultados que se fueran obteniendo.

En la mayor parte de este tipo de ambientes el agua subterránea tiene condicionantes fuertes desde el punto de vista químico, en lo que respecta a Sales Totales y exceso de Sulfatos, que impiden su uso de manera directa para el abrevado de los animales o para el riego de pasturas o pastizales naturales.

Los sistemas propuestos responden preferentemente al manejo predial, es decir, al manejo de microcuencas dentro de cada establecimiento o comunidad rural y, en casos especiales, al manejo comunitario que exceda los predios particulares. No se trata de propuestas de manejo regional que abarquen las cuencas o sistemas hidrológicos, sino de manejos a menor escala, sin interferir en los derechos legales que le correspondan a predios colindantes.

Se fijaron pautas y protocolos de administración de las dos fuentes principales de agua disponibles en el sector que son el **agua de lluvia** complementada con el **agua subterránea**. No existen “recetas” ni modelos prearmados, por lo tanto, se proponen obras y manejos adaptados para cada lugar, bajo premisas básicas que deben cumplirse con el objetivo prioritario de ser eficientes en el manejo del recurso para lograr la sustentabilidad ambiental y económica de los productores.

En campos de productores

Desde el año 2011 hasta la fecha el INTA investiga y ajusta alternativas de manejo de los recursos hídricos integrados en campos de productores, y con los productores, en el norte de Santa Fe.

La posibilidad de contar con proyectos de investigación del manejo de los recursos hídricos para áreas de secano en INTA facilitó la conformación de un equipo interdisciplinario de las EEA de Reconquista y Rafaela, enriquecido con la participación de técnicos de los de las AER AER de Tostado y de San Cristóbal.

Uno de esos campos elegidos como **demostrador** para investigación es el establecimiento "La Güeya" de Alejandro Lahitte, situado a 11 Km al NO de la ciudad de Tostado, Provincia de Santa Fe, cuyas coordenadas son Latitud S29°08'27,63" y Longitud O61°50'12.82".

El Establecimiento cuenta con 3 sistemas de manejo de agua de lluvia complementada con agua subterránea, a los cuales se les fue incorporando tecnología a medida que se comprobaba el impacto positivo en cantidad y calidad del recurso logrado en base a las tecnologías propuestas.

Se trabajó en bajos naturales, donde se sistematizó el terreno con caminos de doble propósito: -para transporte y captación del agua de lluvia-, canales helicoidales, camellones, canales encauzadores y toda obra que permita eficientizar el escurrimiento de las aguas pluviales hacia los sectores de recarga, con perforaciones doble propósito que conforman sistemas "patas de araña", que alimentan a los molinos de viento utilizados para realizar los bombeos.

Las perforaciones de investigación se ubicaron en base a estudios de geoeléctrica previos.

En esta región se trabaja con el acuífero libre, que es un acuitardo, donde el agua de mayor profundidad no es posible aprovecharla por exceso de sales totales. A su vez, se controla tanto el nivel de bombeo, para no provocar intrusión salina en las perforaciones, como el caudal que se extrae con la implementación de caudalímetros en los molinos. Además, se monitorea mensualmente la conductividad eléctrica del agua y se hacen muestreos periódicos para ser analizados en laboratorio y poder clasificar la aptitud del agua para el abrevado en función de la cantidad de aniones y cationes predominantes.

Las variables atmosféricas se controlan con la implementación de una estación meteorológica automática que se encuentra "on line", implementada por el INTA, a la cual se puede acceder con la dirección: http://inta.gob.ar/documentos/estacion-meteorologica-tostado-online/view . El el nivel del agua subterránea se monitorea manualmente y mediante un freatígrafo digital que permite recabar datos en intervalos de tiempo que se prefijen.

Los 3 sistemas de agua mencionados anteriormente, que identificaremos a partir de ahora como **A,B y C**, son destinados a abastecer al ganado y, sistemáticamente, fueron ajustándose para ir evolucionando hacia un manejo del agua con mejor calidad química, ya que el exceso de sales totales y cloruro de sodio era lo común en el lugar. Los mismos se identifican como Sistema A, B y C.

El sistema A se implementó en el año 2011 para complementar de manera adecuada los Sistemas B y C preexistentes en el establecimiento, aprovechando un bajo natural, ubicado en la línea de un paleocauce difuso.

Se efectuaron sondeos geoeléctricos (SEV) para determinar la ubicación de las perforaciones previstas por el productor. Estos trabajos los llevó a cabo personal técnico del INA-CRL; la interpretación y consenso de la ubicación de las perforaciones se hizo de manera conjunta entre los técnicos del INA, del INTA y el productor.

El paleocauce en profundidad se detectó parte fuera del bajo natural por lo que se terminó sistematizando el sector de las perforaciones con un pequeño canal que uniera a las mismas y que fuese el lugar

más bajo para que toda el agua de lluvia convergiera a ese sitio.

Las perforaciones se realizaron con una máquina excavadora mecánica local, se encamisaron con caños de PVC de 110 mm diámetro, con filtros artesanales y sin material de prefiltro. Se tomaron muestras de suelo por cada metro de profundidad para determinar el sector de mayor recarga, que en este caso se encuentra entre los 5 y 7 m.

Poseen un novedoso sistema (inédito) de acoplamiento de drenes horizontales que facilitan el ingreso del escurrimiento superficial del agua de lluvia, previo paso por arena y grava que recubre el dren. De esta manera estas perforaciones son de doble propósito: introducir el agua que proviene de las precipitaciones al acuífero libre y permitir la alimentación al mecanismo de bombeo.

En estos sistemas de recarga inducida es muy importante que el sector de entrada del agua de lluvia (superficie de arena) se mantenga limpio para tener un 100% de capacidad de recarga.

Todas las cañerías de succión son de polipropileno (PP) telescópicas, comenzando con 1 ¼" hasta terminar en ¾", y convergen en el molino de viento, ubicado en la parte central de las mismas, que tiene tal performance que se hace necesario controlar el nivel dinámico (ND) de las perforaciones para que no se incremente demasiado cuando hay días ventosos. Cuando el ND supera el caudal de diseño de las 4 perforaciones decae la calidad del agua extraída, con el riesgo de provocar una intrusión salina difícil de revertir. A esto el productor lo ha solucionado trabajando con el molino "a media rienda", es decir, semifrenado. Otra alternativa superadora es incrementar el número de perforaciones que abastezca al molino.

La variación de calidad y de caudales específicos en esos lugares es realmente importante, aun en distancias muy cortas, incluso se ha tomado la determinación de reubicar alguna perforación de bajo rendimiento en cantidad y de peor calidad química que las otras. Esto también ha llevado a instalar en cada perforación una llave reguladora de caudal para equilibrar el sistema.

En la parte central del sistema "patas de araña" el INTA implementó un freatígrafo digital, que permite analizar la dinámica del nivel del agua en el acuífero del sector de extracción, y como inciden las recargas provenientes de las lluvias, con un paso de tiempo de 15 minutos, obteniendo valores promedio, máximos y mínimos.

Para determinar la variable de entrada al sistema en cantidad e intensidad (importante para estudiar los escurrimientos en las áreas de captación), así como determinar el régimen de vientos y relacionarlo con la capacidad de extracción de los mecanismos de bombeo, se utilizan los datos de la estación meteorológica ubicada en el área de captación.

Al mecanismo de bombeo se le implementó un caudalímetro totalizador que permite evaluar que volumen se extrae mensualmente, al igual que la medición de la conductividad eléctrica del agua, para analizar la performance del sistema. Y en fechas planificadas se extraen muestras de agua para ser analizadas en Laboratorio con la correspondiente evaluación de su aptitud o no para el abrevado de los animales.

Complementado con lo anterior, se sistematizó el camino de acceso para que sea de doble propósito (tránsito y cosecha de agua de lluvia), mejorando la eficiencia del escurrimiento superficial del agua de lluvia hacia el sector de recarga de las perforaciones a través de las cunetas y de un canal concentrador de agua que une a las 4 perforaciones.

Los avances logrados en el Sistema A han servido para modificar los otros 2 sistemas y realizar adelantos tecnológicos inéditos que permiten hoy proponer un rediseño del mismo para minimizar los contenidos salinos del agua resultante.

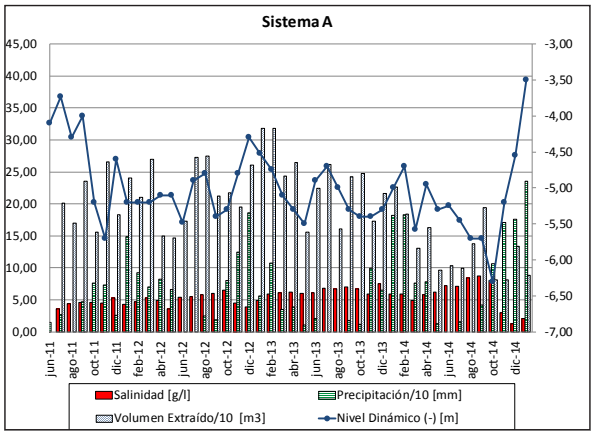

Gráfico del Sistema A con las variables principales de investigación

Otro aspecto importante es la sustentabilidad en el tiempo, donde existen variaciones de salinidad de escaso gradiente en los años de análisis.

El sistema B está puesto en funcionamiento desde el año 1995 en la zona de un paleocauce difuso que se aprecia con mayor claridad en la imagen satelital, identificado por un Geólogo particular años atrás. Luego de una serie de ajustes se constituyó en un sistema "patas de araña" conformado por 4 perforaciones encamisadas con caños de PVC 110 mm de diámetro, con un distanciamiento de 12 m o más cada una del resto, simétricamente opuestas.

La disposición de las perforaciones respondían a un diseño del productor, en el que priorizó el distanciamiento homogéneo de las mismas para que no haya interferencia de los conos de depresión cuando se produce el bombeo.

Este sistema posee una pequeña represa contigua a las 4 perforaciones convencionales, 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 mejorar la cosecha de agua de lluvia que alimenta a la represa, el productor sistematizó el área de influencia (una microcuenca) con canales o regueras que confluyen en 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 conectado a las cunetas que culmina en la represa.

A mediados del 2014, en base a los adelantos probados de los sistemas A y C, se anularon 2 de las perforaciones del sistema por tener mala calidad química, y mediante estudios de geoeléctrica se identificaron nuevos lugares para perforar, concretándose 3 nuevas perforaciones con el sistema doble propósito, permitiendo una recarga directa al acuitardo, situadas dentro de la represa infiltradora, donde también se dispuso la instalación de chupadores flotantes en dos de ellas que presentaban una estratificación importante de sales.

Las perforaciones nuevas y sus drenes horizontales se encamisaron con cañería de PVC, con diámetro de 200 mm; las anteriores se encamisaron con cañería de PVC de 110 mm de diámetro y chupadores fijos, pues la calidad química del agua no varía en todo su perfil.

En octubre de 2014 el sistema reacondicionado quedó en condiciones de recibir las lluvias del verano y trabajar con recarga artificial y con perforaciones convencionales.

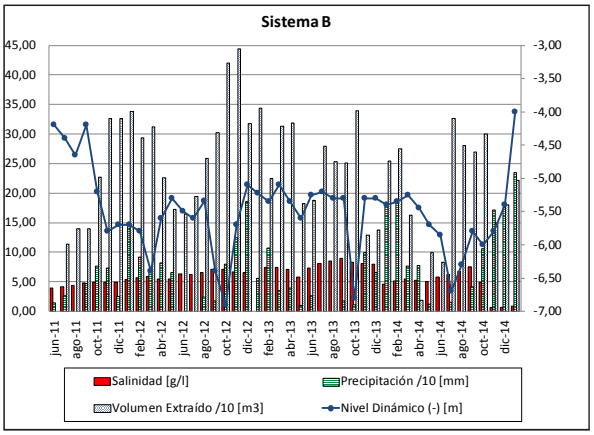

Gráfico del Sistema B con las variables principales de investigación.

Se puede apreciar el impacto positivo al final del año 2014, producto de las mejoras incorporadas, que deberá ser analizado con datos posteriores para evaluar correctamente durante un período de tiempo más prolongado.

El sistema C fue construido en el año 2008 en una depresión natural del terreno. Se conformaba de un sistema "patas de araña", con igual disposición que las del **sistema B**, que alimentaba al molino con chupadores puestos en el fondo de las mismas, sin represa infiltradora.

Esto último permite explicar en el análisis posterior de los resultados porqué era el sistema que brindaba

menor calidad química de agua respecto a los otros dos, utilizándose ese sistema solo para complementar el volumen necesario para satisfacer la demanda.

La experiencia recabada con el sistema A, más la corroboración de la estratificación de la calidad química del agua en las perforaciones, convalidó la importancia de realizar un replanteo general del sistema C a mediados de 2013.

El nuevo diseño del sistema "patas de araña" propuesto por el productor consiste en una H, no siendo replicable este diseño a los demás lugares y siendo motivo de reajuste, ya que siempre se debe priorizar las disposiciones de las mismas en base al perfil geológico del lugar determinado por los estudios de prospección geoeléctrica, para obtener la máxima performance.

Las perforaciones se diseñaron pensando en implementar chupadores flotantes que siguieran la superficie del nivel dinámico. Esto hizo que se tomara la decisión de encamisar con caños de PVC de 200 mm de diámetro.

El productor (A.Lahitte) diseñó chupadores flotantes con caños de PVC K6 de 160 mm de diámetro con mangueras flexibles de ¾" de diámetro que él mismo armó en su establecimiento.

Esos flotadores en las perforaciones se pusieron en funcionamiento en agosto de 2013 y se fueron acondicionando para que funcionasen sin inconvenientes siguiendo la superficie del agua.

Se realizaron drenes horizontales con diámetro de 200 mm y de 3 m de longitud para facilitar una mayor recarga en menor tiempo.

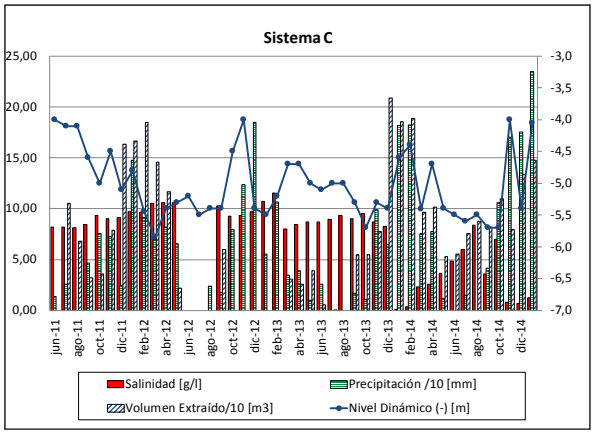

Gráfico del sistema C con las variables principales de investigación.

El Productor a su vez diseñó un novedoso sistema de colectoras helicoidales, con rayos dispuestos a 45º, para abarcar una mayor área de convergencia hacia las 4 perforaciones, que significa aproximadamente 1 ha sistematizada, y lograr así un mayor grado de escurrimiento. La sistematización se concretó en septiembre de 2013.

El **sistema C** era hasta el año 2013 el de peor calidad química, motivo por el cual a veces no se utilizaba, como sucedió a mediados de 2012, utilizándose sólo como complemento del tanque central de mezcla, pero con el rediseño realizado a fines de 2013 en base a los importantes datos recabados en el Sistema A, que consistieron fundamentalmente en la sistematización del área de captación, la realización de nuevas perforaciones encamisadas con diámetro de 200 mm con el sistema doble propósito, alargándose los drenes laterales de recarga, y la incorporación por primera vez de chupadores flotantes en las mismas, para que el mecanismo de bombeo succionase el agua superficial del acuífero, las mejoras logradas fueron evidentes a partir de noviembre de 2013 hasta la fecha, donde la respuesta es inmediata a las recargas con agua de lluvia.

El desafío consiste en manejar el agua recargada con un bombeo acorde a lo que puede brindar el nuevo sistema, de manera de que no se vuelva a deteriorar la calidad del agua, como sucedió a mediados de 2014, donde la salinidad alcanzó valores similares a los iniciales antes de que se llevaran a cabo las mejoras.

Tanque central de mezcla: Los 3 sistemas confluyen a un tanque central de mezcla con capacidad para 15 días de reserva, desde el que se abastecen todos

los bebederos de los potreros del campo. Esto hace que los animales siempre estén abrevando con la misma calidad química del agua, cualquiera sea el lugar en que estén ubicados.

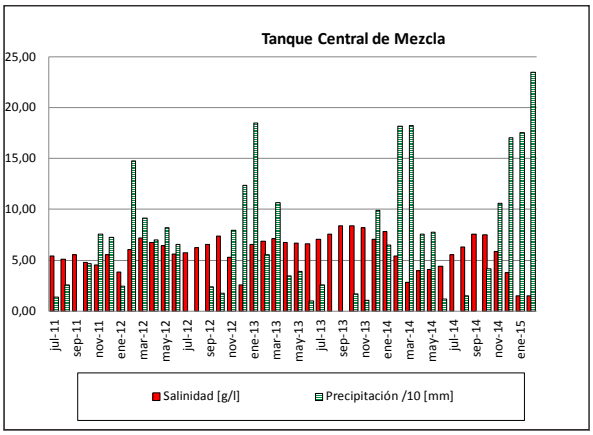

Gráfico del tanque central de mezcla del establecimiento.

El objetivo es ir minimizando los gradientes salinos en el tanque central de mezcla y disminuir la concentración de sales totales (la mayor condicionante para este establecimiento) del agua destinada al abrevado del ganado hasta límites óptimos.

Conclusiones

- Se propone un protocolo básico de manejo del agua para este tipo de ambientes:
- Estudio de las precipitaciones en serie de años lo más prolongada posible, donde se encuentren períodos hidrológicos de excesos y de déficit, mediante análisis probabilísticos con recurrencias bajas. Y el análisis de la distribución mensual promedio durante esa serie de años. Entonces sí estaremos en condiciones de proponer las lluvias de diseño de los sistemas.
- Estudio de áreas hidrogeológicas con mayores posibilidades de almacenar el agua infiltrada de las lluvias: paleocauces o depresiones naturales, a través del análisis de imágenes satelitales utilizando Google Earth y el posterior estudio mediante prospección geoeléctrica, pudiendo ser complementado con rabdomantes de zona. Ello permite identificar los sectores con acuíferos potencialmente aprovechables.
- Análisis de perforaciones y/o pozos calzados cercanos o dentro del predio de interés de estudio, donde se analice la profundidad del agua, la profundidad de las perforaciones o pozos calzados, el caudal de extracción, los análisis de la calidad química del agua correspondientes a los períodos con y sin recarga.
- Perforaciones exploratorias en los lugares identificados con la geoeléctrica con los correspondientes ensayos de bombeo y análisis químicos de Laboratorio para determinar los aniones y cationes que predominan y clasificar la aptitud o no para el uso ganadero u otros usos y la toma de suelo a medida que se avanza en profundidad para determinar los porcentajes de arena, limo y arcilla existentes.
- Estudios planialtimétricos para realizar el diseño de las áreas de captación y lograr así un alto porcentaje de escurrimiento superficial cuando se producen las precipitaciones, aún con lluvias de escaso monto y de poca intensidad, para garantizar el llenado de las represas y/o conducir el agua hacia sectores identificados para efectuar la recarga del acuífero.
- Donde el agua subterránea sea difícilmente utilizable, ya sea por su calidad como por su permeabilidad, una opción válida es almacenar el agua de lluvia en represas que tengan un diseño apropiado (profundidad y pendiente de taludes). Pueden construirse bajo relieve o sobre relieve, dependiendo del perfil del suelo y la profundidad del acuífero libre o napa. Para contrarrestar las pérdidas por evaporación es deseable que la superficie expuesta al sol sea la menor posible (represas profundas).

- Si se opta por la construcción de represas es importante analizar el porcentaje de arcillas de los suelos y su ubicación en el perfil. Eso determinará la profundidad y diseño de los taludes y la necesidad o no de impermeabilizarlas.
- Si el proyecto contempla el almacenamiento superficial en represas y no se tiene un porcentaje adecuado de arcillas habrá que estudiar que materiales impermeabilizantes utilizar: bentonita sódica, bentonita, geomembranas, plásticos de 200 micrones combinados con suelocemento, etc.
- La impermeabilización o no de las represas va a responder a la finalidad de las mismas, si son para almacenar el agua de lluvia y mantenerla en superficie o se van a utilizar como "infiltradoras", es decir, para que el agua de lluvia se infiltre y forme los bolsones de agua dulce, para posteriormente ser utilizados disponiendo de un mayor volumen y mejor calidad química.
- Las represas deben tener una trampa de sedimentos (decantador) previa a su almacenamiento, para que el material proveniente de las áreas de captación quede allí retenido y no afecten la vida útil de los cuencos; siempre deben tener un buen cercado perimetral para que los animales no entren a abrevar directamente de ellas.; deben hacerlo en bebederos que respondan a una planificación de pastoreos y donde las heces no contaminen el agua que escurra hacia los cuencos de almacenamiento. Para esto las represas deberán contar con mecanismos de bombeo para llevar el agua a almacenamientos que respondan a las cabezas de ganado que se pretenda cubrir, con la suficiente reserva (7 a 15 días), donde se pueden utilizar molinos de viento, bombas alimentadas con energía solar, bombas de diafragma o de pistón, electrobombas sumergibles o motobombas, y en cada caso se analizará que es lo más conveniente para cada lugar y para cada productor.
- Si la geoeléctrica permite identificar lugares para efectuar el alumbramiento del agua subterránea de al menos, aceptable calidad, se debe realizar el diseño de las perforaciones en función de la profundidad y la permeabilidad de los acuíferos. Eso va a permitir tomar una mejor decisión de qué obra o qué obras se consideran necesarias y qué demanda permitirán cubrir (diámetro y tipo de encamisado, la abertura, largo y ubicación de los filtros) y cuál es el mecanismo de bombeo adecuado para ese acuífero. Nunca un mecanismo de bombeo debe sobreexigir a una perforación o pozo calzado, especialmente en zonas donde exista estratificación de sales (aumento de sales en profundidad) y se trate de acuitardos (acuíferos con baja permeabilidad) ya que los daños por intrusión de cuñas salinas pueden ser irreversibles. Los bombeos deben responder a los acuíferos aprovechados. A su vez, el diseño de las perforaciones debe contemplar la posibilidad de que se pueda llevar a cabo tanto la extracción de agua como la incorporación de agua de lluvia, previo paso por un filtro de arena (recarga de acuíferos), lo que denominamos perforaciones de doble propósito. Estos diseños son simples y efectivos, capaces de ser llevados a cabo por los propios productores. Actualmente se usan, ajustan y monitorean. Y las mismas pueden estar dentro de las represas infiltradoras o utilizarse sin represas, solo unidas con canales encauzadores que permitan recibir el agua proveniente de las áreas sistematizadas.

- Si se toma la decisión de recargar acuíferos es importante contemplar la zona del área de captación que va a escurrir hacia esos puntos de recarga, que no provenga de superficies donde se apliquen agroquímicos o de cualquier otro elemento que resulte una potencial fuente de contaminación para el agua, como, por ejemplo, corrales con bostas.
- Lo ideal son los campos con pasturas o pastizales naturales, o muy baja carga de aplicación de herbicidas y fertilizantes.

- Los sistemas de bombeo deben implementarse de acuerdo a la capacidad de los acuíferos y deben ser controlados en lo que hace al nivel dinámico y la conductividad eléctrica del agua para extraer el recurso con la calidad necesaria para el uso ganadero.
- En los acuíferos libres con escasa permeabilidad (acuitardos) donde el agua dulce se encuentra por encima del agua con exceso de sales y el nivel del agua se encuentra hasta los 15 m, condiciones éstas que se manifiestan de manera general en toda la región de los Bajos Submeridionales, es interesante evaluar la posibilidad de que un mismo mecanismo de bombeo sea abastecido por 2 o más perforaciones -lo que se conoce habitualmente como sistema "patas de araña"- lo suficientemente distanciadas unas de otras para que los conos de depresión no se superpongan, y su finalidad sea lograr un determinado caudal sin descender los niveles dinámicos a profundidades donde se extraiga agua con menor calidad. En esos sistemas se puede manejar la alternativa mencionada anteriormente de realizar las perforaciones doble propósito de recarga y extracción.
- Hay que analizar la estratificación de sales en profundidad. Si en poca distancia de profundidad el incremento de sales aumenta considerablemente se recomienda utilizar chupadores flotantes en las perforaciones, de manera tal que siempre se extraiga agua de superficie, controlando el nivel dinámico que no descienda a profundidades donde se extraiga agua demasiado salada. Esto quiere decir que el sistema de chupadores flotantes funciona muy bien siempre y cuando se controle el nivel dinámico de bombeo. Esto rige también para los pozos calzados, donde los chupadores flotantes se pueden construir con flotadores unidos a mangueras heliflex que permiten seguir el nivel superficial del agua.
- Obras de baja inversión relativa, capaces de ser llevadas a cabo secuencialmente y afrontadas por los productores mediante políticas de Estado donde ellos mismos sean partícipes directos involucrados en los ámbitos de decisión junto con el cuerpo de especialistas hídricos.
- Los sistemas deben planificarse tanto para períodos de déficit como de excesos y concretarse en épocas normales (no durante las emergencias) para tener el tiempo suficiente para su implementación, optimizando la calidad de las obras y los recursos económicos disponibles.