

## FreatChaco: Red Colaborativa de Monitoreo de la napa freática del sudoeste de Chaco

Raul Gimenez<sup>1,2</sup>, Wilson Alexis Schultz<sup>3</sup>, Juan Pablo de Rosas<sup>4</sup>, Emiliano Lopez<sup>5</sup>,  
Jorge Luis Mercau<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Matemática Aplicada, Universidad Nacional de San Luis – CONICET

<sup>2</sup> Departamento de Geología, Universidad Nacional de San Luis [gimenezgea@gmail.com](mailto:gimenezgea@gmail.com)

<sup>3</sup> HyH Agropecuaria. CREA Guayacán, [wschultz@hyh.com.ar](mailto:wschultz@hyh.com.ar)

<sup>4</sup> Departamento de Física, Universidad Nacional de San Luis. [juanpabloderosas@gmail.com](mailto:juanpabloderosas@gmail.com)

<sup>5</sup> Centro de Estudios Hidroambientales, Facultad de Ing. y Cs. Hídricas, Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe, [elopez@fich.unl.edu.ar](mailto:elopez@fich.unl.edu.ar)

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Agencia de Extensión San Luis, [mercau.jorge@inta.gob.ar](mailto:mercau.jorge@inta.gob.ar)

**Resumen.** El presente trabajo presenta una red de monitoreo freático colaborativa, basada en el uso de una planilla de cálculo compartida (Google sheets) y de aplicaciones web sencillas (Shiny de R studio), para facilitar la carga, intercambio y visualización en tiempo casi real de datos freáticos, pluviométricos y de manejo de los cultivos ingresados directamente por productores agrícolas del sudoeste de Chaco. La prueba de concepto fue exitosa, ya que para la campaña 2020/21 se generaron un total de 1312 registros de nivel freático medidos en 89 lotes de producción de 19 campos diferentes.

### 1 Introducción

Conocer el nivel de la napa freática ha ido ganando en la última década cada vez mayor relevancia en la toma de decisiones agrícolas de los productores de la región Pampeana argentina. El trabajo pionero de Nosetto et al. (2009) [1] puso en evidencia los impactos productivos, positivos y negativos, de un componente de la oferta hídrica hasta entonces poco tenido en cuenta por los productores. Trabajos posteriores han mostrado que gran parte de la región tiene influencia de napas cercanas [2].

La situación de napas cercanas y la influencia recíproca del nivel freático y la productividad de los cultivos no son exclusivos de la región Pampeana. En algunas zonas del Chaco semiárido, el desmonte y el cambio de uso de la Tierra a gran escala han generado excesos hídricos que con el correr de los años han elevado los niveles freáticos regionales, originalmente profundos [4]. Este fenómeno ha quedado en manifiesto con la inundación de principios de 2015 en Bandera, un importante núcleo agrícola del sudeste de Santiago del Estero, donde la napa freática alcanzó la superficie afectando miles de hectáreas cultivadas y, más recientemente, con la gran inundación del sudoeste de Chaco en la campaña 2018/19 [5]. En una región donde los productores

están más habituados a convivir con la sequía que con los excesos hídricos, este nuevo escenario de napa cercana (y, con frecuencia, salina) requiere del diseño de nuevas alternativas de manejo agrícola en la región que maximicen el aprovechamiento del agua freática tanto para la producción como para prevenir eventuales problemas de anegamiento [6].

El entendimiento de la interacción recíproca napa-cultivo requiere, además de mediciones frecuentes del nivel freático, información precisa de la lluvia y el manejo de los cultivos en los lotes en cuestión [6]. Recientemente han surgido diferentes propuestas tendientes a automatizar la medición, registro y transferencia en tiempo real de información del nivel freático de lotes de producción. A pesar de su clara necesidad, la adopción de esta tecnología es prácticamente nula en el sector debido, en parte, al alto costo de las estaciones de monitoreo (y del servicio de registro y visualización para el seguimiento) y, por otro lado, a que no es evidente para muchos productores cómo obtener beneficios con sus decisiones a partir de esta información. En forma paralela a esfuerzos públicos tendientes al desarrollo de sensores de bajo costo, que mejoren su accesibilidad y adopción por parte de los productores [7], el presente trabajo se centra en generar información de campo que permita evaluar la utilidad de contar con registros freáticos para asistir la toma de decisiones agrícolas en el sudoeste de Chaco. Concretamente, este trabajo propone promover la conformación de una red de monitoreo freático colaborativa, basada en el uso de planillas de cálculo compartidas (Google sheets) y aplicaciones web sencillas (Shiny de R studio), para facilitar la carga, intercambio y visualización en tiempo casi real de datos freáticos, pluviométricos y de manejo de los cultivos ingresados directamente por productores de la región.

## 2 Materiales y métodos

La situación de napas cercanas es aparentemente un fenómeno reciente en el sudoeste de Chaco, pero que en la campaña 2018-19 ha tenido un fuerte impacto sobre los productores agrícolas de la región [5]. Aprovechando el interés tangible de los productores por entender y tratar de manejar mejor esta problemática, el 18 de septiembre de 2020 se realizó el taller virtual de intercambio “Uso del Agua en el Chaco Semiárido: Entender para Adaptar Juntos” que convocó a unas 30 personas, entre ellas, representantes de los grupos de productores más importantes de la zona.

A raíz de ese taller varios productores, asesores e investigadores de INTA y CONICET consensuamos armar una red de trabajo colaborativa, para monitorear los niveles freáticos en la región y buscar alternativas de manejo que busquen maximizar el aprovechamiento productivo de esta fuente de agua y reducir los riesgos de anegamiento. Los productores se comprometieron a instalar y monitorear los freatómetros y a compartir los datos registrados con el resto del grupo. Los investigadores elaboramos y compartimos un protocolo de trabajo para la instalación y seguimiento de los freatómetros [8], que cada grupo/empresa adaptó a sus posibilidades. El diseño y gestión de la base de datos también estuvo a cargo de los investigadores.

Se resolvió emplear una planilla compartida de Google sheets, accesible y editable por todos los participantes de la red. Esta elección se basó en que la carga y acceso a los datos resulte familiar a los productores (normalmente habituados a trabajar con planillas de cálculo), sin necesidad de instalar o recurrir a software específico (salvo abrir una cuenta de correo de Google quienes que aún no la tuvieran) y a la posibilidad que ofrece la plataforma Google Drive para cargar datos offline, desde el lote, con el celular. Esta planilla consta de tres hojas:

- **Hoja 1:** Identificación de los freáticos (con un código alfanumérico) e información auxiliar. Campo, lote, coordenadas geográficas, cultivo/s sembrado/s en la campaña y variables de manejo (fecha de siembra, genotipo y densidad).
- **Hoja 2:** Datos de nivel freático. Presenta una primer columna con las fechas de la campaña (1-Jun-20 a 31-May-21) y el resto de las columnas con el código de cada freaticmetro como encabezado. Los productores cargan el nivel (cm) sólo en las celdas correspondientes a los días de muestreo de cada freaticmetro.
- **Hoja 3:** Datos de lluvia. Idem a Hoja 2 pero con los registros de lluvia (mm).

Para mantener activo el interés de los productores en el monitoreo freático, se generaron dos aplicaciones web para visualizar los datos en forma espacialmente explícita y dinámica, de modo de facilitar la interpretación rápida de las variaciones espacio-temporales del nivel freático en respuesta a la lluvia y manejo de los cultivos. Ambas aplicaciones se desarrollaron con el paquete Shiny de Rstudio. La primera aplicación (FreatChaco 1.0) consiste en un mapa donde pueden ubicarse todos los freaticmetros (y pluviómetros), visualizar los últimos registros de nivel o lluvia con una escala colorimétrica, y acceder a datos de identificación y cultivo (clicando sobre el freaticmetro) o lluvia acumulada (clicando un pluviómetro). La segunda aplicación (FreatChaco 1.0 Grafico) consiste en dos gráficos que muestran la dinámica temporal del nivel freático de 2 freaticmetros, seleccionados por el usuario para fines comparativos, y la lluvia acumulada durante la campaña en el pluviómetro elegido (Figura 1).

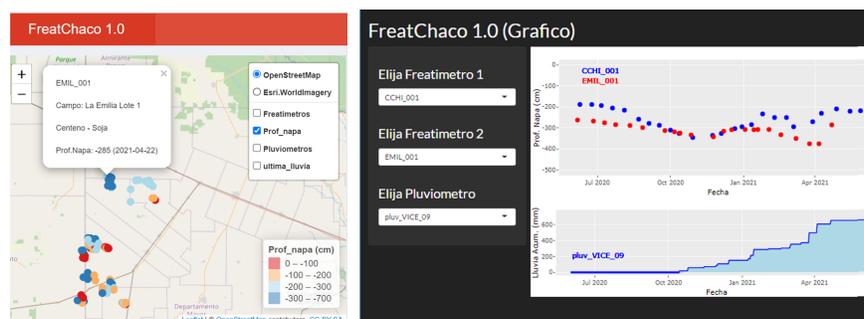


Fig. 1. Detalle de las aplicaciones FreatChaco 1.0 y FreatChaco 1.0 Grafico.

### 3 Resultados y Discusión

El uso de herramientas informáticas simples familiares para los usuarios, como las planillas de cálculo compartidas y las aplicaciones web basadas en Shiny, facilitó la generación de una base de datos freáticos, pluviométricos y de manejo de cultivos sin precedentes en la región y de sumo valor para entender cómo el manejo agrícola puede contribuir a modular la dinámica de la napa freática. En total, para la campaña 2020/21 se recolectaron 1312 registros freáticos, medidos en 89 lotes de producción de 19 campos diferentes.

El desarrollo de sensores de bajo costo, sobre todo si forman parte de una red como la de este trabajo, permitirá aumentar la cantidad y frecuencia de registros, con un menor costo operativo. Mientras tanto, esta prueba de concepto demuestra que se puede generar información muy útil con trabajo colaborativo y el uso de tecnologías simples que hoy son accesibles sin costo para cualquier usuario.

### Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al trabajo y colaboración de los siguientes grupos y empresas: CREA Guayacán, Grupo Charata, Grupo Los Gatos, HyH Agropecuaria, AGD y Vicentín. Esta presentación se financió con fondos de los proyectos PICT-2017-2352 y PICT-2018-01213.

### Referencias

1. Nosetto, M.D., Jobbágy, E.G., Jackson, R.B., & Sznaider, G.A. (2009). Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. *Field Crops Research*, 113(2), 138-148.
2. Kuppel, S., Houspanossian, J., Nosetto, M.D., & Jobbágy, E. G. (2015). What does it take to flood the Pampas?: Lessons from a decade of strong hydrological fluctuations. *Water Resources Research*, 51(4), 2937-2950.
3. Giménez, R., Mercau, J., Nosetto, M., Páez, R., & Jobbágy, E. (2016). The ecohydrological imprint of deforestation in the semiarid Chaco: insights from the last forest remnants of a highly cultivated landscape. *Hydrological Processes*, 30(15), 2603-2616.
4. AFIP. 2020. Biblioteca Electrónica. Cuadros legislativos / Emergencia Agropecuaria y Zona de Desastre. Consultado el 21 de febrero de 2020 y disponible online en: <http://biblioteca.afip.gob.ar/cuadroslegislativos/cuadrosLegislativosIndex.aspx>
5. Mercau, J.L., Nosetto, M.D., Bert, F., Giménez, R., & Jobbágy, E.G. (2016). Shallow groundwater dynamics in the Pampas: Climate, landscape and crop choice effects. *Agricultural Water Management*, 163, 159-168.
6. López E., Vionnet C., & Contini G. (2019). Dispositivo hardware libre para medir niveles freáticos y altura hidrométrica. En: XI Congreso de AgroInformática (CAI)-JAIIO 48.
7. Mercau, J.L., Giménez, R., Jobbágy, E.G. Protocolo para el monitoreo de Napa Freática cercana a la superficie: ¿Qué medir, dónde, cuándo y cómo? [http://gea.unsl.edu.ar/NAPAS/Protocolo\\_MonitoreoNapa\\_v20%20\(2\).pdf](http://gea.unsl.edu.ar/NAPAS/Protocolo_MonitoreoNapa_v20%20(2).pdf)