

# NITRATOS EN EL ACUIFERO LIBRE DERIVADO DE ACTIVIDAD AGROPECUARIA Y FACTORES HIDROGEOLOGICOS CONDICIONANTES. PEDEMONTE SA. DE LAS PEÑAS. CORDOBA

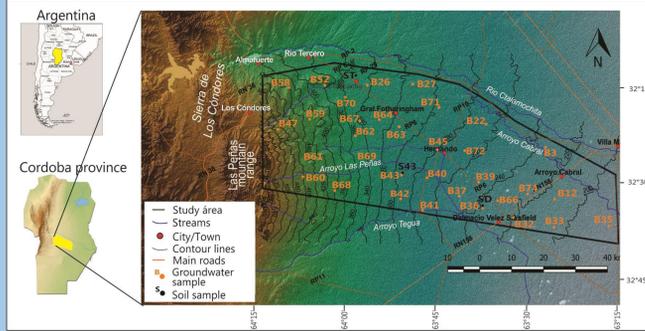
Veronica F. Lutri <sup>a,b</sup>, Edel M. Matteoda <sup>b</sup>, Daniela Giacobone <sup>a,b</sup>, German Schroeter <sup>b</sup>, Santiago Prámparo <sup>a,b</sup>, Miguel Pascuini <sup>a,b</sup>, Fátima Bécher Quinodóz <sup>a,b</sup>, Adriana E. Cabrera <sup>b</sup>

<sup>a</sup> CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, ARGENTINA.

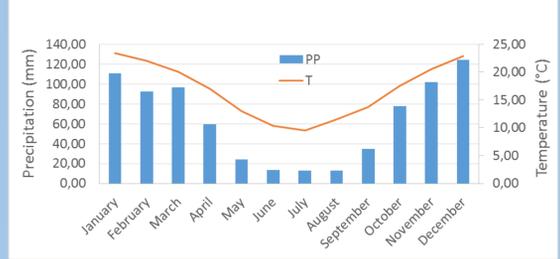
<sup>b</sup> Departamento de Geología. FCEFQyN, Universidad Nacional de Río Cuarto-(5800) ARGENTINA.



## AREA DE ESTUDIO



El área de estudio (3,000 km<sup>2</sup>) se encuentra en el centro de la provincia de Córdoba (Argentina), en la llanura pampeana fluvio-eólica. El clima es subhúmedo, caracterizado por temperaturas medias de 16.5 °C y una precipitación anual promedio de 795 mm. El 79% de la precipitación se concentra durante los períodos de primavera, verano y otoño, entre septiembre y abril.



## USO DE LA TIERRA

### AGRICULTURA



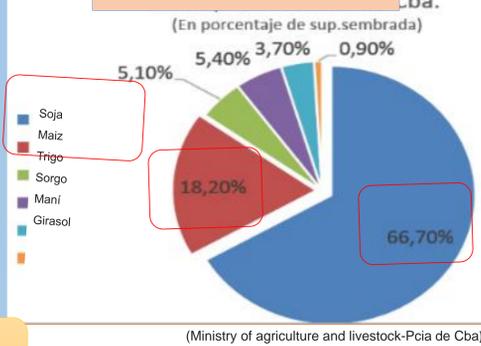
Elevado uso de fertilizantes: UREA, FOSFATO/SULFATO DE AMONIO

### GANADERIA

Ganadería intensiva de vacunos, porcinos. Tambos. Extensiva de vacunos



### Principales cultivos de la Provincia de Córdoba



## OBJETIVO

Analizar mediante metodologías hidroquímicas y estadísticas los factores hidrogeológicos condicionantes de las concentraciones de nitrato en el acuífero libre, derivado de actividad agropecuaria en un sector de la llanura pampeana oriental de la Sierra de Las Peñas y Los Córdones, Córdoba, Argentina.

## METODOLOGIA

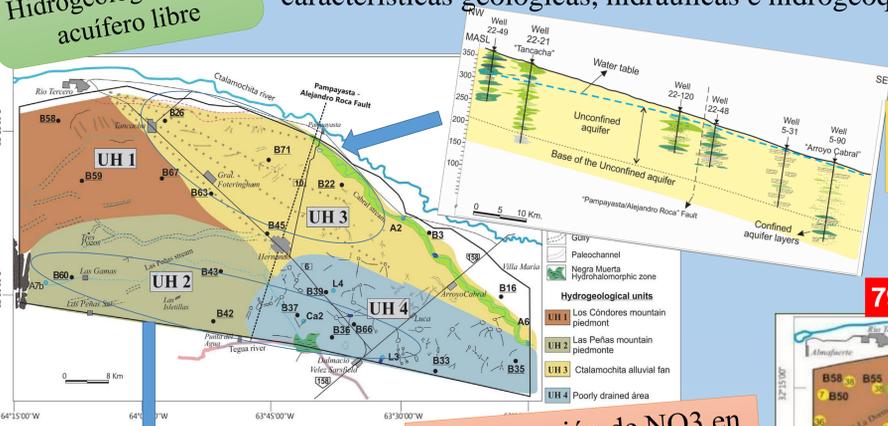
Se analizaron 39 muestras de agua de perforaciones del acuífero libre. In situ se midieron pH, temperatura, conductividad eléctrica (CE) y oxígeno disuelto (OD) con Sonda multiparamétrica Hanna HI9829. Medición de nivel freático con sonda Solinst.

En laboratorio siguiendo Standard Methods se determinaron CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> y (demanda química de Oxígeno (DQO)). Se realizó el tratamiento estadístico multivariado mediante la aplicación del análisis por agrupamiento CLUSTER, entre variables (Modo R) y también análisis de reducción de dimensiones: componentes principales, con el software SPSS (V21).

## RESULTADOS E INTERPRETACION

El acuífero libre, formado por **sedimentos fluvio-eólicos**, posee una dirección de flujo general de NW a SE. El grosor de la zona no saturada disminuye de la misma manera, de 58 a 0 m, aflorando en áreas bajas y lagunas. Se diferencian 4 Unidades hidrogeológicas en base a sus características geológicas, hidráulicas e hidrogeoquímicas.

Notables Diferencias Hidrogeológicas en el acuífero libre

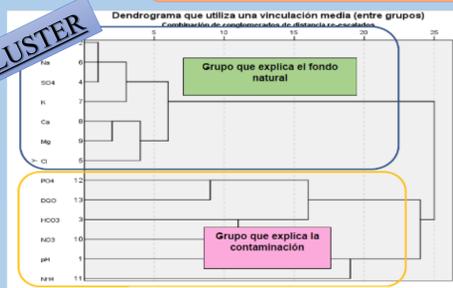


Rango de fondo natural (RFN) de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 1 a 6 mg/L

79,5% Superan el RFN

CLUSTER

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO



### COMPONENTES PRINCIPALES

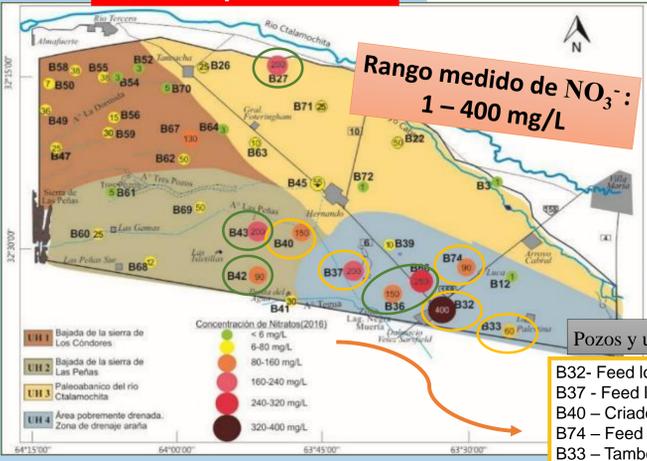
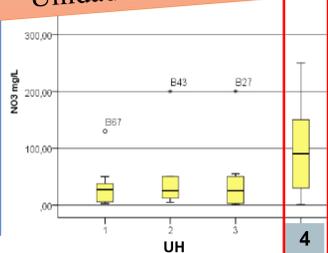
Composición natural del agua  
Contaminación puntual por llegada de MO

Componente	1	2	3
pH	-0,218	-0,053	0,831
CE	0,981	-0,001	-0,552
HCO <sub>3</sub>	-0,324	0,542	0,455
SO <sub>4</sub>	0,921	-0,139	0,22
Cl	0,861	-0,036	-0,265
Na	0,948	0,085	0,166
K	0,901	0,151	0,049
Ca	0,709	-0,369	-0,507
Mg	0,901	-0,198	-0,242
NO <sub>3</sub>	-0,044	0,815	-0,113
NH <sub>4</sub>	0,183	-0,195	0,463
PO <sub>4</sub>	0,110	0,830	-0,071
DQO	0,660	0,697	-0,141

Probable Hidrolisis de urea

Componentes  
1: 46,5% de la varianza total  
2: 18,4 %  
3: 11,9%

Concentración de NO<sub>3</sub> en el acuífero libre en cada Unidad Hidrogeológica



Rango medido de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 1 - 400 mg/L

Pozos y usos vinculados a concentraciones anómalas

- B32 - Feed lot. Vacuno
- B37 - Feed lot. Vacuno
- B40 - Criadero porcino
- B74 - Feed Lot. Vacuno
- B33 - Tambo
- B66 - Agrícola (Maíz-soja)
- B36 - Agrícola (Maíz-soja)
- B43 - Agrícola (Maíz-soja)
- B42 - Agrícola (Maíz-soja)
- B27 - Agrícola (Maíz-soja)

## CONCLUSIONES

Los datos obtenidos mediante el uso de técnicas hidroquímicas convencionales, apoyadas y verificadas con análisis estadísticos, permiten concluir que, tal lo planteado en las hipótesis, existen modificaciones de la composición química natural del agua subterránea ocasionadas por las acciones humanas. Así, se encontraron altos valores de nutrientes en el acuífero libre, derivados del sistema agrícola. Destaca como excelente indicador de contaminación en **sistemas aeróbicos**, el NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, dado el ambiente geoquímico presente: aguas subterráneas con oxígeno disuelto promedio de 4,8 mg/l. El análisis estadístico CLUSTER muy útil pero menos completo, marca dos grupos que representan lo natural separado de la influencia antrópica. El análisis por componentes principales resulta mas completo, con una explicación total de la varianza de casi el 80%. La componente 1 incluye todos los iones mayoritarios menos el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, con la CE, explicando la calidad natural del agua. La numero 2 agrupa al ion HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> y DQO, todos indicadores de procesos de contaminación puntual y sobre todo orgánica (ganadería). La componente numero 3 agrupa al pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, indicando también procesos de contaminación con aumento de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> muy enlazado a los valores de pH: es muy posible que se trate de la hidrolisis de la urea produciendo amoníaco (NH<sub>3</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El amoníaco generado puede estar en equilibrio con el ion amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en función del pH del agua, y que puede ser utilizado por bacterias y otros microorganismos en procesos de **nitrificación** (oxidación del amonio a nitrito y luego a nitrato) por lo que esta componente puede indicar contaminación por fertilizantes muy usados en la región. Los mayores impactos ocurren en las zonas donde el nivel freático es somero (menor a 4 m) y la velocidad de flujo del agua subterránea es baja: sedimentos finos (eólicos), inhibiendo los procesos de dilución por dispersión hidrodinámica.