

**¿LO SABÍA?... BUENO, ¡AHORA LO SABE!**  
**Esteban G. Jobbágy, Jorge L. Mercau, y Marcelo Nosetto**  
**Grupo de Estudios Ambientales**  
**Universidad Nacional de San Luis y CONICET**

*Este documento introduce algunos conceptos útiles en la aplicación de información de napas freáticas en la toma de decisiones agrícolas*

## **Napa**

### **NAPA**

Límite superior de la zona saturada (todos los poros ocupados por agua) del perfil de un suelo/sedimento. Los hidrólogos las llaman acuíferos freáticos y las asocian a estratos de buena conductividad capaces de ofrecer agua al bombeo, sin embargo hay napas de interés agronómico con baja conductividad. Si bajo la zona saturada hay un estrato poco permeable y más seco, es una Napa Colgante, si prosigue saturado es una Napa Verdadera.

### **ZONA CAPILAR 1**

El agua asciende sobre la altura de la napa por los capilares del suelo. En texturas limosas la capilaridad permite abastecer la demanda de un cultivo con raíces ubicadas hasta 1.0-1.5 m por sobre la napa. En suelos más arenosos hasta 0.5-1.0 m. En suelos más arcillosos la tasa de ascenso es menor a la demanda de los cultivos.

### **ZONA CAPILAR 2**

El agua asciende hasta horizontes secos ubicados hasta 1.5-2.5 m por sobre la napa a una tasa mucho menor. El ascenso es despreciable para la transpiración actual de un cultivo pero en escala de meses puede recargar horizontes profundos “desde abajo” y hacer que tengan agua cuando los cultivos lleguen a ellas.

### **COMO SABER SI LLEGAMOS A LA NAPA**

Cuando al perforar, o cavar, llegamos a un horizonte humedecido por sobre capacidad de campo (el suelo al tomarlo pierde agua) la napa podría aparecer a 0.5 o más m para abajo. Groseramente, la napa está donde el barreno sale mojado pero, para mayor precisión, se debe dejar reposar el pozo un día y luego medir la profundidad hasta el agua libre.

### **ALMACENAMIENTO 1**

El agua de la napa esta alojada entre potenciales de saturación (todos los poros llenos de agua) y capacidad de campo (el agua que retiene el suelo una vez que la gravedad retiró todo lo que podía). Esto implica un almacenamiento volumétrico que varía entre 35 % (arenas gruesas) y 10 % (sedimentos limo arcillosos). Los valores para sedimentos loessicos (región pampeana y alrededores) están entre 15 y 20%.

### **ALMACENAMIENTO 2**

Con un 20% en napa, un descenso por consumo de 20 cm implica un uso de 40 mm. Si desde la superficie hasta la napa, los horizontes están en capacidad de campo, un ingreso al suelo de 20 mm de agua (una lluvia de 25-30 mm) genera un ascenso freático de 10 cm.

## **Cultivos y napa**

### **LA PROFUNDIDAD DE LOS SISTEMAS RADICALES 1**

Los cultivos de grano alcanzan su máxima profundidad de raíces cuando cuajan los granos. Un trigo intermedio largo sembrado en junio llega a 1.8 m en Z70. Un Maíz de MR120 de septiembre llega a 2.1 m en R2. Una soja grupo 4 de fin de octubre llega a 2.5 m en R6. Un Girasol de principios de octubre alcanza 2.8 m en R6.

### **LA PROFUNDIDAD DE LOS SISTEMAS RADICALES 2**

En el período crítico del cultivo la distancia entre las raíces y la napa determina el mayor impacto de esta fuente de agua en el rendimiento. En los planteos anteriores (ver 4), al inicio del período crítico las raíces se encuentran a 1.0 m en el trigo en Z37, a 1.2 m en el maíz en V14-16, a 1.4 en la soja en R3 y a 1.6 en el girasol en R2-3. El período crítico finaliza en el cuaje de los granos.

### **ABSORCIÓN DE AGUA POR LAS RAÍCES 1**

Para poder absorber agua las raíces se deben mantener vivas y para eso debe haber oxígeno. Por eso los cultivos pampeanos no sacan agua de la napa en forma directa, lo hacen desde la zona capilar, o indirectamente por los horizontes ya recargados por napa. Un ascenso repentino de la napa mata las raíces que ocupan los horizontes saturados en alrededor de tres días.

### **ABSORCIÓN DE AGUA POR LAS RAÍCES 2**

Con una baja densidad de raíces, apenas 1 cm de raíz /cm<sup>3</sup> de suelo, el sistema radical alcanza la máxima tasa de extracción de un horizonte. En suelos sin impedancias, esa densidad, con una buena distribución, se alcanza en menos de una semana después de que las raíces llegan a un horizonte. En esas condiciones, las tasas potenciales de extracción se ubican en un 10% por día del agua remanente hasta el punto de marchitez. Las raíces en 40 cm de zona capilar podrían extraer entre 8 y 4 mm por día.

### **PREFERENCIAS DE LA PLANTA**

Las plantas tienden a favorecer el consumo de agua superficial de lluvia respecto al de napa debido a diferencias de gradiente hidráulico y, en algunos casos, salinidad. Por eso, ante un evento de lluvia, se cortará el consumo desde napa. De igual forma en ausencia de napa las raíces secarán los horizontes hasta un muy bajo contenido de agua útil, mientras que el acceso a la misma los mantendrá con un nivel mayor.

## **Dinámica de la napa en el agroecosistema**

### **ASIMETRÍA DESCENSO-ASCENSO**

Los ascensos freáticos ocurren más repentinamente que los descensos, unos ocurren por las lluvias y otros por la evapotranspiración que depende de la radiación. Las normalmente importantes lluvias otoñales, con baja radiación, suelen ser las que generan los ascensos más pronunciados. Cultivos con plena cobertura en verano, con alta radiación, combinados con bajas lluvias, producen los descensos más rápidos.

### **DINÁMICA ESTACIONAL EN LA REGIÓN PAMPEANA BAJO AGRICULTURA**

En el período febrero-mayo los ascensos son más probables. Mayo-Septiembre suele ser el período más estable. Septiembre-Diciembre es muy variable siendo el balance

Jobbagy, Mercau & Noretto

Grupo de Estudios Ambientales

entre lluvias y consumo el que decide si hay ascensos o descenso. Diciembre-Febrero es cuando los descensos son más probables.

#### DISTRIBUCION DE LA NAPA EN EL PAISAJE 1

Cuando falta información freaticométrica espacialmente detallada, es razonable asumir un modelo donde la napa copia el relieve "regional" (pendiente media observada en 1 km) del paisaje y no el relieve detallado. La diferencia de nivel en superficie entre una loma y un bajo se corresponderá con la diferencia en profundidad freática.

#### DISTRIBUCION DE LA NAPA EN EL PAISAJE 2

El copiado del relieve regional (ver punto anterior) es más probable en períodos de estabilidad freática. En períodos de fuerte recarga, los bajos tendrán niveles superiores a ese modelo, y en períodos de fuerte consumo tendrán niveles inferiores.

#### APORTE HORIZONTAL NORMAL

El transporte horizontal de agua freática depende de (a) gradiente hidráulico o desnivel freático y (b) transmisibilidad del sistema dada por el espesor y conductividad saturada del sedimento, que es cercana a 1 m/d en suelos pampeanos. Desniveles freáticos de 0.5 m pueden generar transporte apreciable entre lomas y bajos en escala de semanas-meses, entre lotes en meses-pocos años y entre establecimientos en varios años.

#### APORTE HORIZONTAL EN ANEGAMIENTO

Cuando los niveles freáticos son muy elevados y se alcanzan a formar lagunas que coalescen y/o se conectan con canales existentes, el transporte horizontal se vuelve efectivo y veloz. En pocos días un área con napas profundas puede recibir agua de otra que generó excesos cambiando radicalmente los plazos de tiempos normales.

#### PAPEL DE LA NAPA EN EL LARGO PLAZO

La napa freática en la llanura no debe ser vista como una verdadera fuente "extra" de agua por encima del aporte pluvial, sino más bien como un "banco" que extiende la capacidad de almacenamiento del sistema. Su importancia es mayor en suelos más arenosos donde el almacenamiento hasta capacidad de campo es bajo y el de napa, en cambio, es alto. En esas zonas mientras el nivel de napa no descienda de 3-3.5 m, el sistema freático permite transferir hasta 300 mm desde épocas de exceso a épocas de déficit. La napa ofrece entonces una "segunda oportunidad" de usar lluvias que no se aprovecharon. El uso intenso de esta oportunidad puede mitigar en parte anegamientos en posteriores épocas de exceso.

### **Algunos inconvenientes para usar napa**

#### CARBONATO DE CALCIO 1

La presencia de carbonatos en parches o sectores bajos del paisaje está asociada a la zona de descarga freática (actual o pasada). En suelos thapto (enterrados), esos parches pueden corresponder al relieve anterior que fue decapitado y/o transformado. Por eso puede haber poca coincidencia entre superficies que hoy lucen planas pero tiene la heterogeneidad propia de bajos y lomas bien diferenciados en el pasado.

## CARBONATO DE CALCIO 2

Generalmente la presencia de carbonatos se asocia con capas de suelo por sobre el mismo que producen alguna dificultad para la exploración radical y utilización de agua por los cultivos. En esos casos se debe tener cuidado en considerar el aporte desde este recurso

## SALINIDAD 1

La presencia de sales en el agua freática puede reducir el consumo. Cada especie tiene límites de tolerancia a la salinidad que definen hasta que grado de concentración total de sales pueden absorber agua sus raíces. Así, napas ubicadas a profundidad accesible pueden no ser aprovechables para los cultivos. La tolerancia a la salinidad sigue el orden maíz<soja<trigo<<cebada. Como base para evaluar tolerancias se puede usar las tablas de merma de rendimiento por riego con agua salada de FAO

## SALINIDAD 2

La salinidad puede aumentar en respuesta al consumo de agua ya que las raíces excluyen muchos iones que tienden a acumularse en la zona capilar y en la napa. En la medida en que los balances sean muy negativos (consumo >> recarga), la salinización será mayor. Esto ocurriría si llueve poco y/o la evapotranspiración es alta (ciclos largos, doble cultivo, cultivos perennes, etc) y se modifica la configuración de la zonas de consumo de napa en el paisaje. Un paisaje plano donde el consumo es generalizado en toda la superficie, tendrá caídas de nivel freático antes de que la salinización sea fuerte. Por el contrario, un foco aislado (i.e. un bajo) con alto consumo, rodeado de zonas sin consumo, recibirá aportes de agua y sales de zonas aledañas, no tendrá caídas importantes de nivel y acumulará sales.

## SODIO MÁS ALLA DE LA SAL

Si bien la salinidad, como contenido total de solutos inorgánicos, es de interés, también lo es la composición de las sales. El sodio suele ser un catión dominante, su relación respecto a Calcio y Magnesio es de interés como indicador de problemas de dispersión y pérdida de estructura de los suelos. En este sentido la salinidad y la sodicidad se contrarrestan, la primera estabiliza la estructura, la segunda la dispersa). Las napas muy sódicas tienen efectos peores sobre la estructura cuando no están muy concentradas (saladas)

## ALCALINIDAD

La alcalinidad de aguas y suelos es problemática desde la perspectiva de la nutrición de las plantas. Las aguas freáticas pueden llegar a pHs > 10 en la región pampeana. En el diagnostico de la posibilidad de alcalinización por napas freáticas es clave conocer el ratio (carbonatos + bicarbonatos) / (calcio + magnesio). En la medida que este ratio molar supere la unidad, la precipitación de carbonatos de calcio y magnesio dejará un excedente de carbonatos solubles que permitirán que tras la concentración progresiva por evapotranspiración el agua se alcalinice mucho (dominio de bicarbonato de sodio). En cambio, ratios menores a la unidad aseguraran que ante el proceso de concentración de la solución todo el carbonato tenderá a ser secuestrado en reacciones de precipitación evitando que el pH suba.

## La napa y la nutrición de los cultivos

### APORTE DE NUTRIENTES

1 ppm en agua de napa con un consumo de 100 mm de agua de napa por el cultivo implica 1 Kg/Ha. Esto asume que no hay ni exclusión (común en el caso de sodio) ni absorción activa a una tasa mayor al ingreso del agua (común en el caso del NO<sub>3</sub>). En los suelos pampeanos, para consumir 100 mm el nivel debió descender 50 cm.

### SULFATOS

Las napas aun cuando sean muy poco salinas o concentradas, suelen tener entre los aniones dominantes al sulfato en concentraciones > 10 ppm y comúnmente > 100 ppm. Esto asegura que al utilizar agua freática la mayoría de los cultivos encuentren satisfecha su demanda de azufre.

### NITRATOS

Los nitratos resultantes de la descomposición de materia orgánica y de los fertilizantes pueden lixiviarse con facilidad a las napas. Su consumo entonces es posible y puede aplicarse la noción de una “segunda oportunidad” de uso de N por la vía freática. Es generalmente bajo el nivel de NO<sub>3</sub> observado en la región pampeana en la actualidad (< 10 ppm N-NO<sub>3</sub>), sin embargo hay casos excepcionales en pampa ondulada y en Balcarce, asociados a altas fertilizaciones + riego. En el futuro, si aumentan las aplicaciones de N, este valor puede aumentar y el N de las napas debería contemplarse en los balances de cultivo.

**.....¿LO SABÍA?... BUENO, AHORA LO SABE!**

Grupo de Estudios Ambientales. UNSL-Conicet