

# Propuestas técnicas para disminuir el impacto de las inundaciones en la Provincia de Santa Fe

Centro Regional Santa Fe



## **INTRODUCCIÓN**

La presente documentación tiene como objetivo ser un complemento y actualización del libro que, bajo el mismo rotulo, publicáramos en el año 2003.

Como aquel, reúne trabajos técnicos sobre la temática surgidos a partir de la labor de los profesionales de INTA en territorio santafesino,

Al modo de protocolos de actuación, pero sin esta pretensión específica, estas páginas son una herramienta de utilidad para resolver futuros problemas ocasionados por eventos de esta naturaleza.

Una manera de analizar, estudiar y poder hacer nuestro aporte haciendo llegar información técnica útil y de actualidad para la toma decisiones.

De este modo, el documento contiene diagnósticos y propuestas técnicas para el manejo de cultivos y el desarrollo de la actividad ganadera.

Sin más, y esperando cumplir con el objetivo que tiene la publicación, esperamos que la información sea de utilidad y estas inclemencias nos encuentren preparados para que sus consecuencias sean menores.

## **INDICE**

Efecto sobre la producción agrícola y estrategias a nivel predial para mitigar y/o capitalizar sus

consecuencias en el centro de la provincia de Santa Fe

Normas de manejo para suelos inundados

Problemática de los excesos hídricos para la agricultura en el Sur de Santa Fe

Algunas recomendaciones para el manejo reproductivo del rodeo de cría ante situaciones de crisis

## Análisis de la evolución de las napas

# Efecto sobre la producción agrícola y estrategias a nivel predial para mitigar y/o capitalizar sus consecuencias en el centro de la provincia de Santa Fe

Jorge L. Villar. INTA-EEA Rafaela

## I. Introducción

Los problemas de anegamiento y ascenso generalizado de la napa freática a principios de 2014 afectaron por segunda vez en la última década un área importante del centro de la provincia de Santa Fe (Sapino, 2014). Es por ello que en el presente trabajo se realiza una revisión de la información que tiene por finalidad:

- Incrementar el conocimiento del comportamiento de la napa freática en el centro de la provincia de Santa Fe.
- Analizar las posibles implicancias de su comportamiento, sobre la producción agrícola en la campaña 2014/15 y subsiguientes.
- Sugerir acciones a implementar a nivel predial para mitigar los posibles efectos negativos de las áreas afectadas y aprovechar las oportunidades que las mismas pueden brindar a la producción primaria.

## II.1.- Análisis de las precipitaciones de 2014.

La evolución de las lluvias fue la anomalía principal de marzo de 2014 y si bien los registros estuvieron lejos de ser un record para la provincia, los acumulados con los de febrero, solo fueron superados en muy pocas oportunidades en el centro provincial (Fig.1).

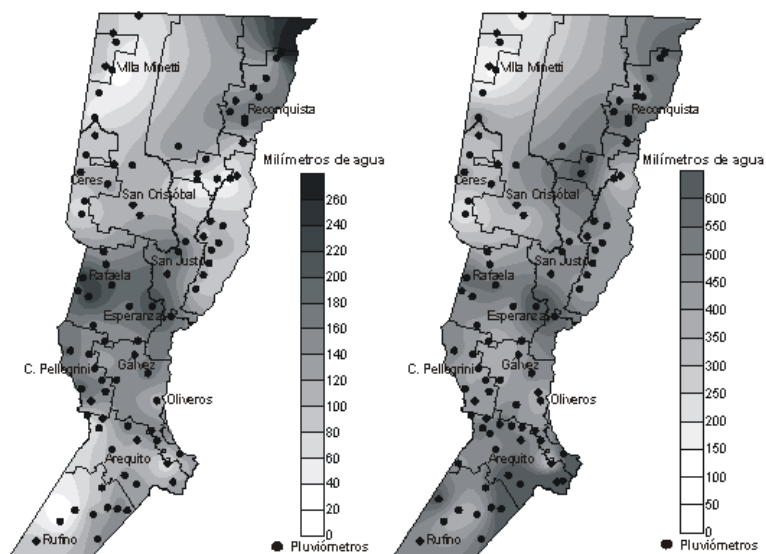


Figura 1. Isolíneas de lluvias de marzo de 2014 y el acumulado enero-marzo de 2014 (RIAN-CR Santa Fe, abril 2014).

## II. 2.- Caracterización del comportamiento de las napas en el centro de Santa Fe

El nivel freático se define como la superficie que limita las zonas de aireación y de saturación del suelo (Varela, 2014) o techo de la zona saturada (Jobbágy et al, 2007), ésta última corresponde al acuífero libre o freático. El nivel freático se destaca por su movilidad en el tiempo, tanto ascendente como descendente y con un relieve muy plano y pobres redes de escurrimiento superficial, como las del centro santafesino. Esa fluctuación depende fundamentalmente del agua de lluvia que se infiltra migrando a la zona de saturación. Como consecuencia de las lluvias en los meses de febrero y marzo de 2014 el nivel freático mantuvo su ascenso en el centro santafesino. Los valores a mediados de abril de 0,50-0,60 m de profundidad en amplias áreas de la región y máximas de 1,1-1,25 m (Fig. 2) (Boletín RIAN N°105/19 de Mayo de 2014).

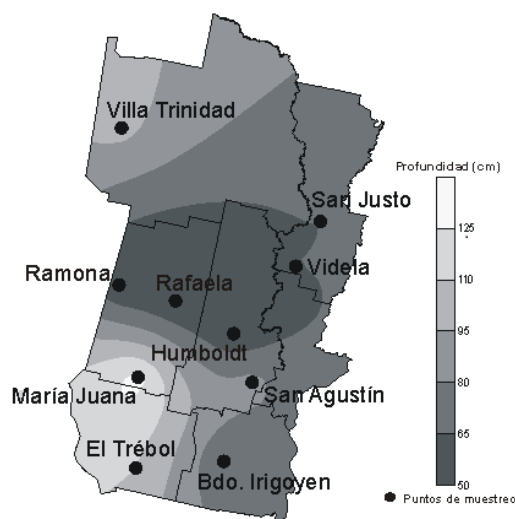


Figura 2. Profundidad a la que se registró agua libre, tomada como nivel freático, al 22 de Abril de 2014.

Dado que la disponibilidad de información es limitada y relativamente reciente en la región, el análisis del comportamiento de las napas se realiza sobre la base de los datos medidos en la EEA Rafaela del INTA. La serie utilizada registra información desde Noviembre de 1969.

Las oscilaciones de la napa freática tomada como promedio anual se muestran en la Fig. 3. Se pone en evidencia un ascenso persistente en el período 1970-1981 y una segunda etapa de fluctuaciones entre los dos y los cinco metros de profundidad, con picos de ascensos de variada intensidad.

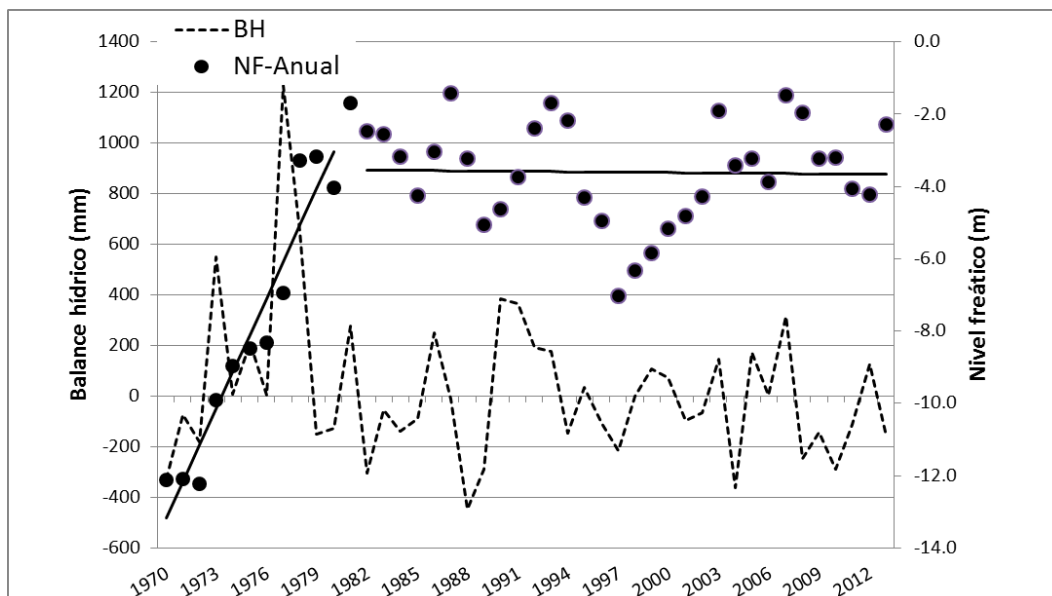
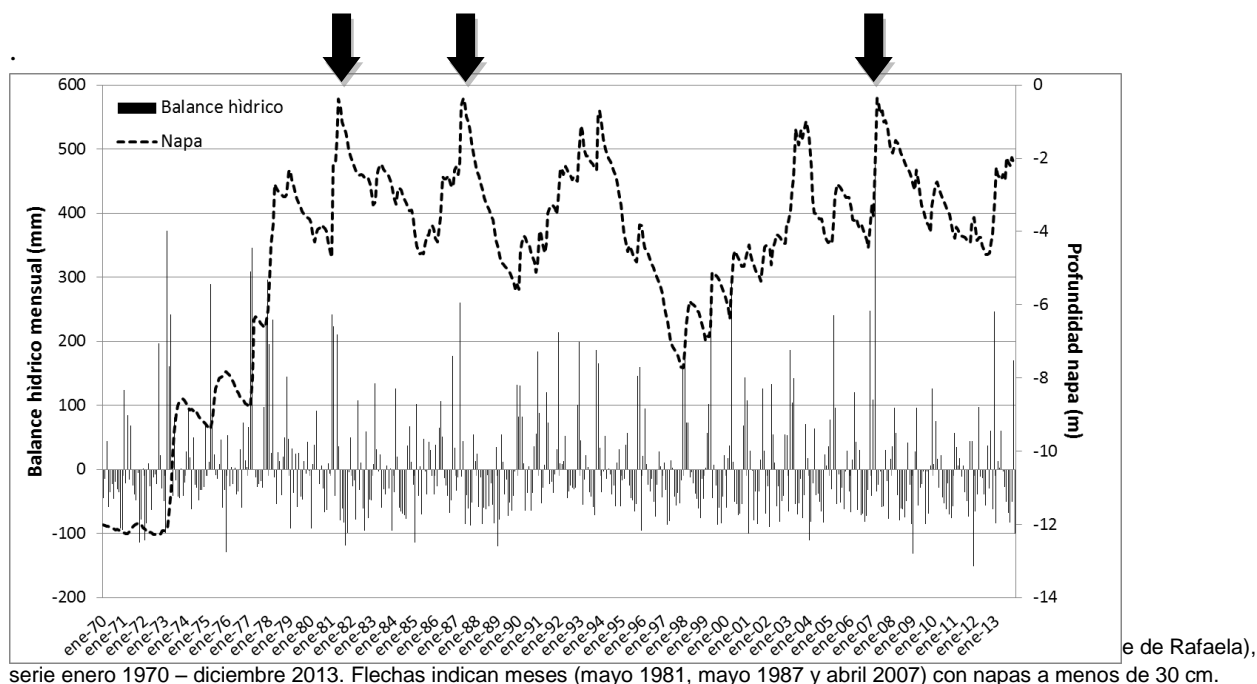


Figura 3: Oscilación del nivel freático (NF) como promedio anual y el balance hídrico (BH) en el INTA Rafaela (7 km al norte de Rafaela) para la serie enero 1970 – 2013 . (Estación Agro-meteorológica. EEA Rafaela-INTA).

En un ambiente muy plano y de escaso escurrimiento superficial, como el centro de Santa Fe, Degioanni et al (2006) asoció las oscilaciones del nivel freático en ambientes de poca profundidad con el balance hídrico (BH). Debido a esto se podría usar como una herramienta de análisis y predicción de la dinámica de la profundidad de la capa freática. Teniendo en cuenta lo anterior, para explicar las oscilaciones anuales se analizó la información para Rafaela, considerando un BH simplificado. El mismo es el resultado de restarle a las precipitaciones la evapotranspiración real (ETr) estimada como la evapotranspiración potencial (ETp) multiplicada por un factor de corrección que estima el consumo de la cubierta vegetal (Kc). Para la estimación de la ETp se utilizó la evaporación de tanque corregida (\*0,70) y para el Kc un valor de 0,75. Los resultados muestran (Fig. 3) años en la década del '70 (1973, 1975, 1977 y 1978) con BH muy positivos asociado al período de ascenso de la napa, luego de lo cual se alternan años positivos y negativos de diferente intensidad, oscilando el nivel freático entre los 2 y los 5 m, pero sin una tendencia definida. En la primera etapa, los BH muestran un excedente acumulado de 2067 mm de lluvias, lo que habría provocado el ascenso promedio de 10 m en el nivel freático resultando en un incremento de 5 cm/mm excedente, valor superior a los 4 cm/mm reportado por Cisneros et al (2014). En la segunda etapa, sin una tendencia en la evolución del nivel freático, el BH acumuló un déficit de 931 mm.

Con un mayor nivel de detalle se presentan las oscilaciones de la napa freática tomada al 31 de cada mes (Figura 4). Se observan tres eventos de ascenso asociados a anegamientos (mayo 1981, mayo 1987 y abril 2007), a los cuales se puede agregar el de abril 2014 (datos no mostrados), todos asociados al período de recarga de los perfiles. Bajo estas condiciones, la probabilidad de anegamiento y/o suelos saturados (napa freática en o muy cerca de la superficie) fue del 9%, o sea no llegó a 1 cada 10 años. Cuando se consideran los años a partir de que la napa alcanzó niveles altos (2 m de profundidad) la frecuencia solo aumentó al 12% de los años.

Los BH mensuales estuvieron asociados a las variaciones de la napa, pero la magnitud de esa influencia no fue proporcional a su intensidad. Sin embargo, lo que deja en evidencia la información es el ascenso persistente en el período 1970-1981 y la etapa de fluctuaciones entre los dos y los cinco metros de profundidad, con picos de ascensos, que incluyen napas superficiales, de variada intensidad pero de corta duración.



El BH como una herramienta de análisis de la dinámica de la profundidad de la capa freática a largo plazo marcó tendencias pero no fue un buen predictor. Ello se observa en la Figura 5 en que se relacionó el BH mensual acumulado y las oscilaciones de la napa freática. Si bien en la mayor parte de los períodos presentó una buena correspondencia con las oscilaciones de la napa, para el período febrero 1994 a marzo de 1995, con BH estables se registró un fuerte descenso (1,65 a 4,46 m).

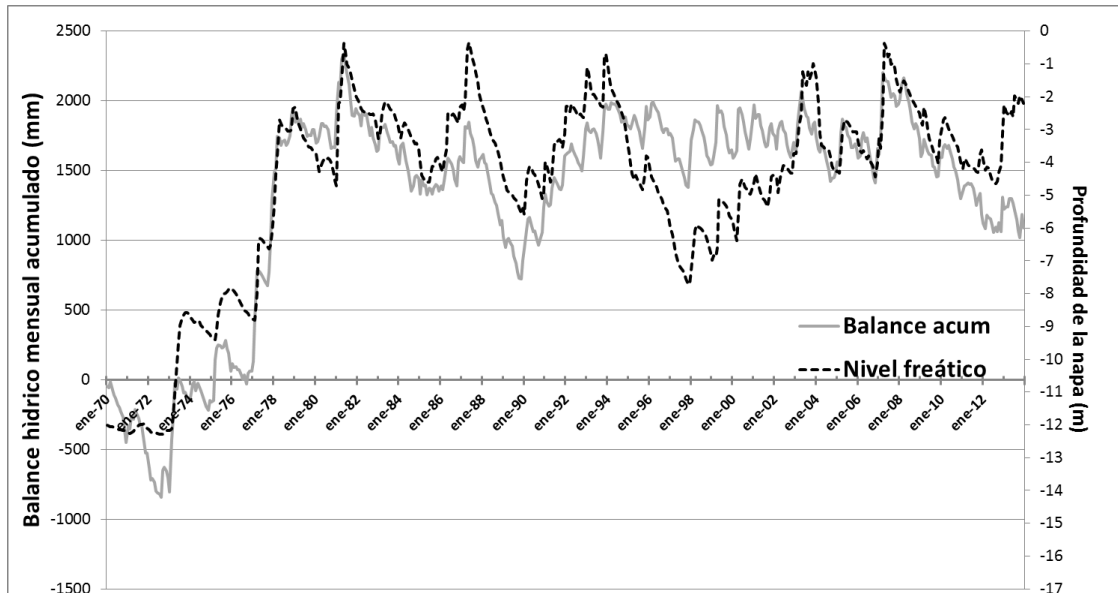


Figura 5: Oscilación del nivel freático al 31 de cada mes y balance hídrico acumulado para el INTA Raraela (7 km al norte de Rafaela), serie enero 1970 – diciembre 2013.

Esta información deja en evidencia la estrecha relación entre el BH y las oscilaciones del nivel freático, pero no fue efectivo para estimar las mismas con precisión para un período prolongado. En este sentido Degioanni et al (2006) trabajando con modelos de balance más complejos concluyó que son útiles para suelos cuyo nivel freático oscila a poca profundidad (menor a los tres metros) y para períodos relativamente cortos de tiempo (entre seis a doce meses).

### II.3.- Consecuencia de los excesos hídricos sobre los suelos

#### II.3.1. Aspecto físico:

Los suelos del centro de Santa Fe presentan en general mucho material fino (limo y arcilla), que sumado a un proceso de disminución de la materia orgánica por su uso, determinan que estén propensos a una degradación, producto de la pérdida de estructura.

Una alteración en la estructura del horizonte superficial por causas naturales (impacto de la gota) o antrópicas (labranza, tránsito, etc.) puede cambiar en primera instancia la velocidad de infiltración del agua de lluvia y posteriormente la cantidad total acumulada. La ausencia de poros grandes y canales, que son los que “transportan” rápidamente el agua desde la superficie y aseguran la respiración de las raíces, origina un “sobrante” que podrá quedar sobre la superficie del suelo provocando anegamientos evitables y problemas de captación de nutrientes y respiración de las raíces mencionadas.

#### II.3.2. Aspecto Químico:

Como consecuencia del exceso de precipitaciones y la carga de agua que han soportado los suelos, se produce una serie de cambios en el aspecto químico de los mismos (Gambaudo, 2003). Existen nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas que se mueven con el agua en la solución del suelo y su concentración bajo estas situaciones puede ser modificada.

Uno de ellos es el nitrógeno que se encuentra bajo la forma de nitratos (forma en que lo toma la planta) y su concentración se ve seriamente afectada bajo las condiciones de anegamiento. Por esa razón luego de que las aguas se hayan retirado del campo la presencia de este elemento será muy escasa y no suficiente para el desarrollo normal de cualquier cultivo. Sin embargo, es prácticamente nula la incidencia del problema sobre la capacidad futura de nitrificación de los suelos una vez retirada el agua (Hein y Hein, 1991).

El agua es transpirada en estado puro tal como es evaporada de una superficie libre o del suelo. Por lo tanto en la medida que las plantas utilizan el agua de napa, sus sales se concentran en la solución del suelo (Carter, 1982). Es así como la salinidad del suelo se incrementa en el estrato inmediatamente superior a la napa a consecuencia del consumo por el cultivo y la exclusión del soluto, por lo tanto cuanto mayor es el ascenso de la napa el proceso afecta las capas más superficiales (Nosetto et al, 2009). De la misma forma, cuanto mayor sea la concentración de sales en el agua de la napa, el proceso se acelera.

La potencial reducción de la productividad causada por el proceso de salinización de los suelos puede determinar la necesidad de excluir cultivos sensibles. En la figura 7 se presenta una clasificación de cultivos por su nivel de tolerancia al encharcamiento y la salinidad medida como conductividad eléctrica.

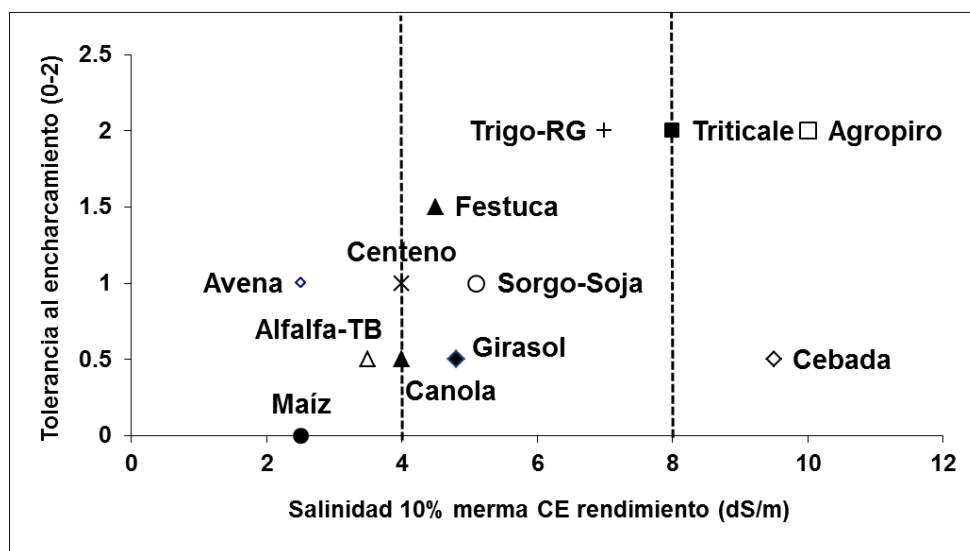


Figura 7. Clasificación de cultivos por su nivel de tolerancia al encharcamiento y la salinidad medida como conductividad eléctrica (CE).

Valores de CE menores a 0.8 dS/m son aceptables para el crecimiento de los cultivos y hasta 4 dS/m su productividad se ve afectada en una magnitud tolerable. Con valores superiores, sólo se recomiendan cultivos considerados tolerantes (< 8 dS/m) y muy tolerantes (>8 dS/m) a la salinidad.

Si bien la carga de solutos en la napa puede representar un problema para la productividad de los cultivos, algunos de los solutos presentes en el agua subterránea son nutrientes, a veces deficitarios bajo condiciones normales. Un nutriente a menudo limitante y muy significativo en el aporte freático es el azufre. Presente en la mayoría de las aguas como uno de los aniones dominantes en la forma de sulfato, su aporte puede superar los 25 kg/ha por cada 100 mm de lámina de napa consumida en la mayoría de las situaciones pampeanas (Jobbágy y Nosetto, 2009).

A pesar de ello deberían ser confirmadas a través de un análisis del suelo en cuestión. A través de él será posible reponer las cantidades necesarias de nutrientes teniendo presente la mejor forma para realizarlo (fuente, momento y forma de aplicarlo).

#### II.4. Efectos del nivel de la napa freática sobre los cultivos



La napa freática puede constituirse en un factor de incremento de la productividad debido a la disponibilidad hídrica en la franja capilar, que tiene un espesor variable entre 0,8 y 1,2 m, según la textura del suelo. Esta influencia, sin embargo, puede tornarse perjudicial cuando, por su cercanía a la superficie, la napa causa anegamiento y anoxia al cultivo. En este sentido se pueden diferenciar cuatro estados (rango de profundidad) por su efecto sobre la productividad de los cultivos (Figura 8).

Según Jobbágy et al (2007) en el estado I, predominan los efectos negativos relacionados al anegamiento y la anoxia del sistema radical. En esta fase, el descenso del nivel freático provoca aumentos de rendimiento.

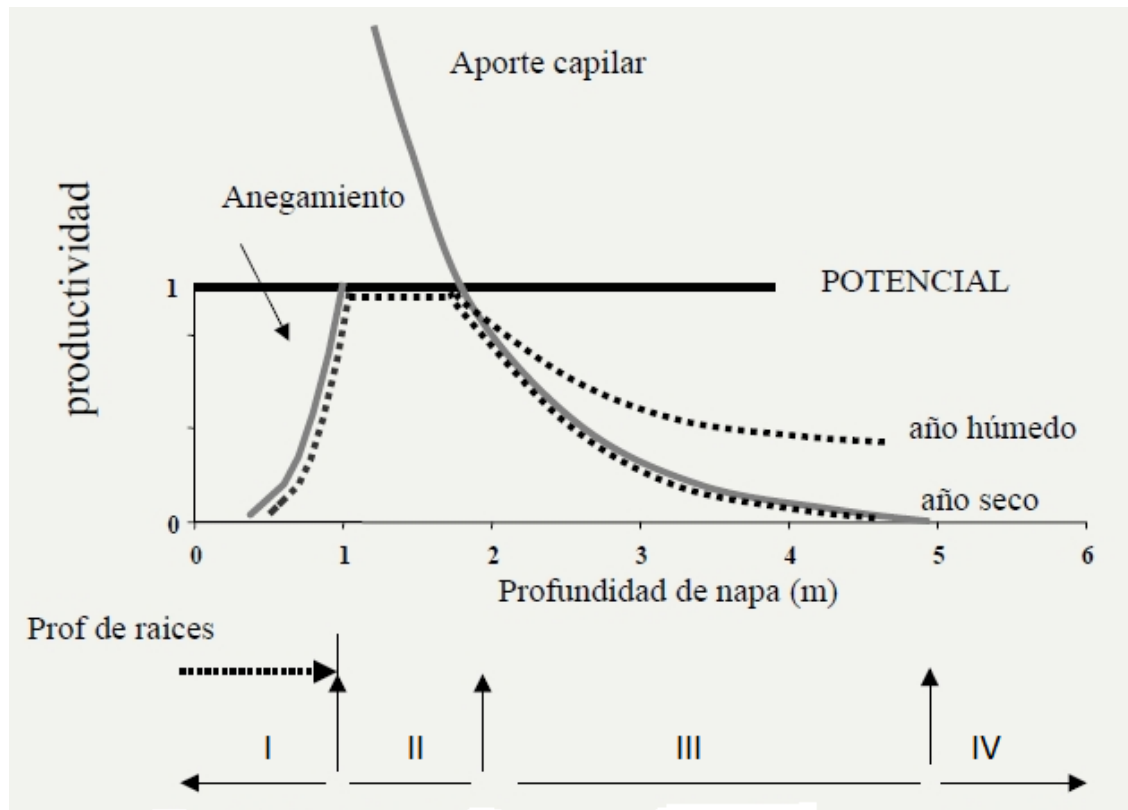


Figura 8: Función de respuesta de los rendimientos a la profundidad de napa. Los rendimientos se expresan como valores relativos al potencial que puede obtenerse cuando no hay limitaciones hídricas (Jobbágy et al, 2007).

En el estado II, los niveles permiten un buen abastecimiento de agua freática al cultivo que resulta limitado solamente por la demanda propia del cultivo (sería equivalente a un riego sub-superficial). En este estado el cultivo explora la zona de ascenso capilar ubicada por encima de la napa freática, obteniendo aportes de agua ilimitados sin experimentar anoxia. En el estado III, los aportes de agua freática comienzan a disminuir con la profundidad, al distanciarse la zona de ascenso capilar del perfil explorado por las raíces del cultivo. Finalmente se alcanza el estado IV en el que no hay efectos de la napa.

Las profundidades que definen cada una de los estados depende del tipo de suelo (textura) y el tipo de cultivo (profundidad de raíces). Noretto et al (2009) cuantificó para suelos de textura más gruesa que los del centro santafesino los rangos de profundidad óptimas para trigo, maíz y soja. Para maximizar los rendimientos el rango es menor para el trigo (0,70-1,65 m) que para los cultivos de verano, que en términos generales se encuentra entre 1,2 y 2,5 m, ya que desde allí la franja capilar puede ser alcanzada por las raíces de los cultivos.

En la EEA Rafaela del INTA, si bien no existen ensayos específicos en este sentido, se dispone de resultados de ensayos y de las lecturas de napa. Se registraron tres otoños con napas altas (1981, 1987 y 2007) que pudieron ser asociados a niveles de productividad de ensayos de trigo. Para evitar sesgos por el nivel genético, se comparan los dos primeros años con los rendimientos medios obtenidos en la década del

80 (Fig. 9) y el tercero con los obtenidos en la década del 2000 (Fig. 10). En ambos casos los rendimientos obtenidos con napas altas fueron superiores al promedio del resto de las campañas.

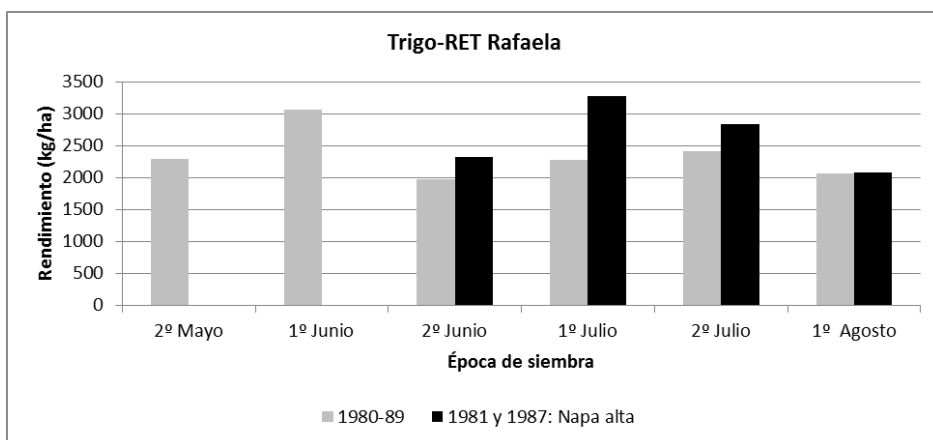


Figura 9. Rendimientos de grano de trigo en la década del 80 según la profundidad de la napa freática (RET Rafaela).

En la década del 80 las fechas tempranas no fueron sembradas por falta de piso, pero queda en evidencia el buen comportamiento de los trigos con influencia de la napa en la fechas tardías de julio (Fig. 9). Con una tecnología distintas, así como potenciales de producción superior, el efecto positivo de las napas de 2007 impactó en todas las épocas de siembra (Fig. 10). Esta información alienta la siembra de cultivos de cosecha fina con napas altas, cuando las mismas lo permitan, aún en fechas más tardías que las normalmente recomendadas. La mayor productividad no tendría consecuencias sobre los cultivos de verano que le siguen ya que estarían utilizando agua de la napa o eventuales excedentes hídricos de primavera. En este último caso, además tendrían el beneficio de moderar un posible ascenso del nivel freático que sería muy perjudicial para los cultivos de verano.

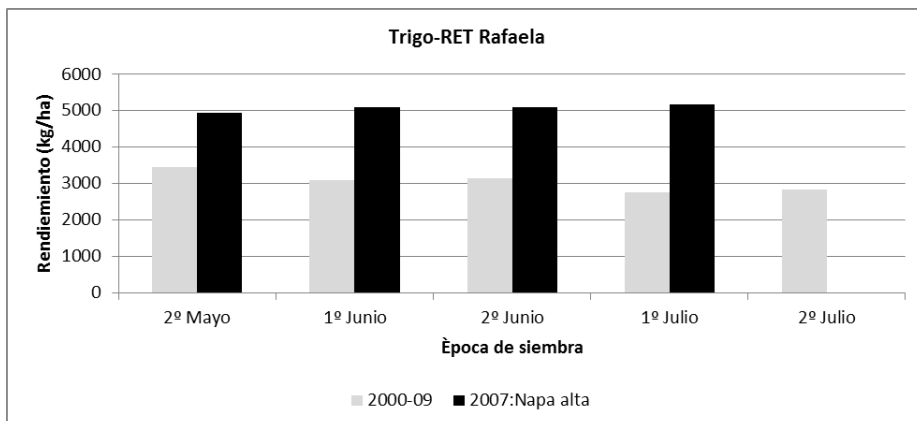


Figura10. Rendimientos de grano de trigo en la década del 2000 según la profundidad de la napa freática (RET Rafaela).

Para el caso del maíz de 1º, el impacto positivo de las napas altas sobre la productividad fue mayor en las campañas con lluvias escasas como los son los años Niña (Fig. 11).

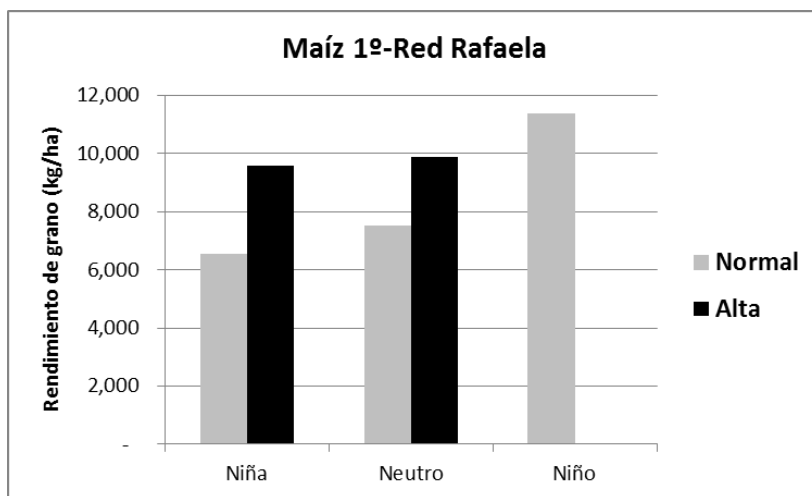


Figura 11. Rendimientos promedio de grano de maíz de primera en la década del 2000 según la profundidad de la napa freática y tipo de año climático (alta: 2003-niña y 2007-neutro). EEA Rafaela, INTA.

Para el caso del cultivo de soja, cuando éste depende de la oferta de lluvias (napas normales), los años Niño aseguran rendimientos altos con cualquier estrategia de manejo (Fig. 12 ). En contraste, con lluvias escasas la estrategia de siembra (fecha, antecesor y elección del GM) es fundamental para mitigar las mermas de productividad.

Cuando las napas están altas, se aseguran rendimientos muy favorables con cualquier estrategia de siembra independientemente de la oferta de lluvias y los techos productivos, estarían condicionados por otros factores diferentes a la oferta hídrica.

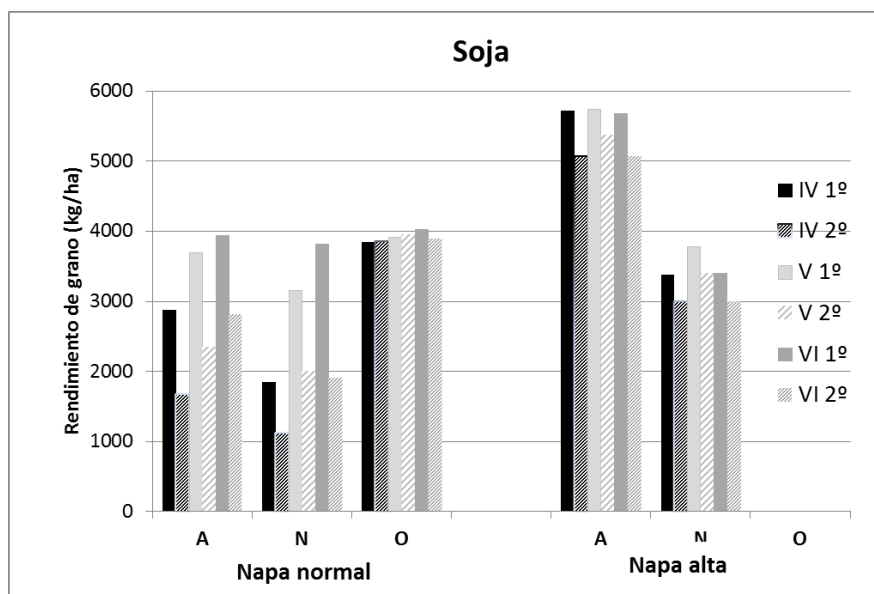


Figura 12. Rendimientos de grano de soja de distintos grupos de madurez (GM: IV, V y VI) en siembras luego de maíz (1º) o trigo (2º) en la década del 2000 en dos situaciones de la napa freática y caracterización del año (Niña: A, Neutro: N y Niño: O) (RECSO Rafaela 2000-2010).

## II.5. Oscilación de las napas y escenarios productivos en el centro de Santa Fe

### II.5.1.- Escenarios posibles luego de un anegamiento en el centro de Santa Fe

Cisnero et al (2014) plantea cinco escenarios para las tierras de aptitud agrícola que han sufrido anegamientos – inundaciones, que podrían adaptarse a las condiciones del otoño 2014 y procesos anteriores en el centro de Santa Fe. Los mismos excluyen las tierras de aptitud ganadera, en los cuales la napa freática es una limitante de tipo permanente.

- **Ambientes anegados con riesgo de falta de piso:** la napa freática está por encima de 40 cm de profundidad. En estas condiciones los suelos pierden su capacidad soporte, y los vehículos se entierran, produciéndose el atascamiento o “fuellado” de los campos cuando son transitados, en especial con maquinaria pesada como carros, cosechadoras e inclusive sembradoras.
- **Ambientes con riesgo de salinización:** cuando la napa freática está por encima de 100 cm de profundidad (profundidad crítica), el ascenso capilar (subida de agua desde la napa hacia la superficie) es capaz de salinizar la superficie del suelo, si el contenido de sales de la napa es relativamente alto (mayor a 4 dS/m). Con napas más dulces y por períodos cortos, el peligro de salinización se reduce, por lo cual en estas condiciones el suelo puede soportar el uso agrícola.
- **Ambientes con moderado riesgo de salinización y anegamiento:** la napa se encuentra entre 100 y 150 cm. En esa profundidad el riesgo de salinización es bajo, pero aún persiste el riesgo de que un año húmedo pueda anegar el suelo. Son ambientes en donde debe asumirse un cierto riesgo de pérdida de piso en alguno de los períodos críticos del cultivo: siembra o cosecha, tanto de fina como de gruesa.
- **Ambientes con profundidad ideal de napa:** la profundidad oscila entre 150 y 250 cm y es en este tipo de situaciones donde se dan las mayores posibilidades de aporte hídrico de la napa al cultivo, y el riesgo de anegamiento es bajo.
- **Ambientes independientes de la napa:** la napa está por debajo de los 250 cm y por esa razón no constituye un aporte hídrico importante; no obstante el riesgo de salinización y anegamiento es casi nulo. En estas condiciones el aporte hídrico al cultivo depende exclusivamente de las precipitaciones y el agua acumulada en el perfil.

### II.5.2.- Escenarios posibles de oscilación de las napas para el ciclo agrícola 2014-2015

Un posible escenario de nivel freático para el inicio de la campaña 2014/15 se puede visualizar sobre la base de experiencias de años anteriores en que se partió de un otoño de napas elevadas (Fig.13).

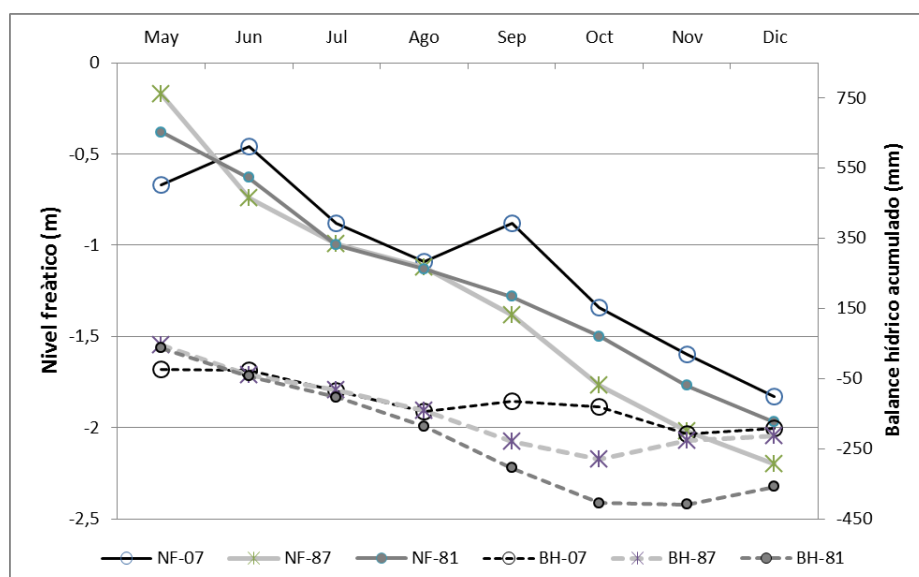


Figura 13. Nivel de la napa freática (NF) y balance hídrico (BH) acumulado de mayo a diciembre en tres años de napas altas iniciales (1981, 1987 y 2007). INTA Rafaela.

En general se observó un lento descenso de la napa hasta el mes de agosto, que se puede prolongar hasta septiembre con lluvias dentro de los valores normales para la época (393 a 484 mm) a pesar de la baja demanda ambiental. La profundidad de la napa alcanzada en octubre en los tres años se encuentra en niveles indicados como óptimos (1,2 - 2,5 m) para los cultivos de verano.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta el pronóstico de una fase neutra del fenómeno ENSO durante el invierno y comienzos de la primavera (INTA, 2014) por lo que la evolución no se espera que sea muy diferente a la de los años analizados y de ocurrir un evento El Niño, el mismo sería tal vez débil por lo que el nivel de las napas lejos de ser un problema para los cultivos sería una ventaja que debe ser aprovechada en la campaña 2014/15.

## II.6. Técnicas de manejo del suelo

Cisneros et al (2012) del equipo del Servicio de Conservación y Ordenamiento de las Tierras-UNRC formula una serie de recomendaciones técnicas que aquí se replican. El manejo se basa en el concepto de que toda agua de lluvia que no penetra o infiltra en el suelo queda en condiciones de generar escorrentía, por lo tanto estas técnicas se basan en el aumento de la infiltración de agua en el suelo.

### II.6.1. Protección de la superficie del suelo

**Cobertura de rastrojos de cosecha:** los rastrojos de la cosecha anterior ejercen protección de la superficie del suelo contra los efectos erosivos de la lluvia y del viento al generar un impedimento para que la gota no impacte directamente sobre él. De este modo evita el “planchado” de la superficie y favorece la entrada de agua al suelo. Es conveniente que el residuo este anclado en el suelo para que no sea arrastrado por el agua en escurrimiento. El uso masivo de la siembra directa en campos bien rotados, ha posibilitado la mejora de la protección del suelo.

**Cobertura por el propio cultivo en pie:** al igual que los rastrojos, el conopeo (cobertura) de los cultivos es capaz de interceptar la gota de lluvia, disminuyendo su energía cinética. Es importante la coincidencia entre el periodo de mayor cantidad e intensidad de precipitaciones con las etapas del cultivo en la que ofrezca cobertura al suelo, de modo de disminuir la incidencia de los agentes erosivos.

## II.6.2. Aumento de la estabilidad propia del suelo

**Manejo de los residuos de cosecha:** cuando un residuo es incorporado o semi-incorporado al suelo, tiene lugar una intensa actividad biológica de descomposición del mismo, que produce entre otras cosas, unión mecánica y estabilización de los agregados.

**Rotación de cultivos:** la rotación de cultivos influye sobre la estabilidad de la estructura, asociado fundamentalmente a su efecto sobre el contenido de la materia orgánica del suelo. Cuando en la rotación se incorporan cultivos que producen elevada proporción de biomasa aérea y radicular, con relaciones C/N elevadas (por ejemplo de maíz, sorgo, trigo), se realiza fertilización, que incrementa la producción de biomasa o se incluye más de un cultivo en el año, el aporte de estos compuestos orgánicos puede generar un balance positivo en la materia orgánica al superar a las pérdidas por mineralización de la misma. El efecto de la rotación sobre la estructura edáfica dependerá entonces del balance entre mineralización de la materia orgánica y el aporte de residuos orgánicos que realizan los cultivos y de la intensidad de remoción del suelo para la preparación de la sementera.

**Cultivos de cobertura:** son cultivos de rápido crecimiento y biomasa aérea que se instalan en el periodo de barbecho entre dos cultivos de cosecha con el objetivo de mantener cobertura, incorporar carbono al suelo, evitar la pérdida de nutrientes móviles, mejorar la eficiencia del uso del agua y disminuir los riesgos de erosión.

La elección del cultivo de cobertura correcto para cada área y manejo dependerá del objetivo perseguido. La cantidad de residuo y cobertura generados dependerá de la especie elegida, del momento de secado y del agua disponible para su crecimiento, entre otros factores. Para nuestra zona los más indicados son los cereales de invierno y algunas leguminosas invernales como Vicia.

**Enmiendas orgánicas-Compost y Estiércoles:** las enmiendas orgánicas constituyen aportes de materiales orgánicos al suelo, de diferente calidad y grado de descomposición. El estiércol de origen vacuno constituye un ejemplo de enmienda orgánica cuya incorporación al suelo incrementa la estabilidad estructural como así también la disponibilidad de nutrientes. En producciones intensivas, la utilización de compost de desechos orgánicos constituye una fuente orgánica interesante para incrementar la resistencia del suelo ante los agentes erosivos.

## II.6.3. Disminución de la compactación por tránsito, pisoteo o labranzas

**Labores de emergencia para remover costras (planchado):** la remoción puede realizarse con operaciones de labranza secundaria y de pos-emergencia dependiendo del momento en que se produzca el sellado superficial en relación a la implantación del cultivo. Las labores con rastras doble acción, de dientes, rotativas, puerco espín, entre otros tienen el objetivo de romper las costras y generar rugosidad superficial, llevando suelo húmedo a superficie, controlando, al menos en el corto plazo, el riesgo de erosión tanto hídrica como eólica.

**Labores de descompactación superficial y sub-superficial:** para fragmentar capas compactadas, mejorar la exploración radicular y el ingreso y movimiento de agua dentro del suelo, resulta conveniente realizar labores de descompactación, previo diagnóstico del mismo. Las herramientas comúnmente utilizadas son los escarificadores o cinceles cuando las impedancias sean superficiales y subsoladores cuando sean sub-superficiales. Tienen bajo impacto sobre la cobertura superficial.

**Control del tránsito de equipos agrícolas:** la cosecha con equipos muy pesados y en condiciones de excesiva humedad del suelo causa un cambio considerable en la estructura de la capa superficial y sub-superficial, incrementando la compactación. Sin embargo, en aquellos planteos donde la descarga a la tolva se hace únicamente en la cabecera, los niveles de compactación generados son los mínimos posible para este tipo de operación.

**Manejo del pisoteo y pastoreo animal:** en campos ganaderos, la magnitud de la compactación y su impacto sobre la erosión hídrica requiere considerar lo siguiente: contenido hídrico y textura del suelo, sistema de manejo del suelo y la pastura (i.e. sistema de labranza, fertilización), carga animal, tiempo de pastoreo asociado al sistema de pastoreo, la cobertura generada por la biomasa vegetal superficial, la

estabilización de la estructura a partir del sistema radicular de los pastos, estructura de la comunidad vegetal, entre otros.

### III.- Consideraciones finales

La información presentada estaría indicando que en el centro-oeste santafesino la napa freática se encuentra en una etapa de fluctuaciones entre los dos y cinco metros de profundidad y que en años de BH muy positivo se pueden producir picos de ascensos de variada intensidad con riesgos de anegamiento pero de corta duración.

Los ascensos del nivel de la napa pueden generar una serie de efectos negativos al limitar la infiltración de los excedentes hídricos y favorecer los anegamientos totales o parciales de los lotes, impactando sobre los cultivos (productividad) y las propiedades de los suelos (físico-químicas), pero también se pueden constituir en un recurso hídrico de relevancias, especialmente en años de escasa oferta de lluvias.

Por lo indicado, así como los pronósticos son utilizados para definir probables escenarios productivos para tomar decisiones de manejo, el conocimiento del nivel freático y su probable evolución son un complemento para una mejor descripción de los mismos, ya sea para mitigar sus efectos negativos o aprovechar las oportunidades que brindan. Esta definición adquiere particular interés en la etapa de estabilidad de las fluctuaciones relativamente superficiales (2-5 m) del nivel freático en que se encuentra el centro santafesino y no recurrir a su medición cuando sus efectos sean de impacto negativos.

### IV. Bibliografía

INTA. 2014. Evolución de las actuales condiciones climáticas. Tendencia a mediano y largo plazo Boletín semanal 19 de agosto de 2014. Instituto de Agua y Clima. Vol. 6 N° 283.

Carter, D.L. 1982. Salinity and Plant Productivity. In: Rechcigl Jr, Miloslav (ed.) CRC Handbook of Agricultural Productivity. CRC Series in Nutrition and Food, Vol. I. pp. 117-133. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Cisneros, J., Degioanni, A., Diez, A., Bergesio, A., Cantero, A. y González, J., Canale, A., Montesano, A. 2012. Inundación, Anegamiento y Erosión de Tierras en el Sur este de Córdoba. Ciclo octubre 2012- junio 2013. Informe Técnico de Coyuntura. FAV-UNRC. [http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/79-sureste\\_cordoba.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/79-sureste_cordoba.pdf)

Cisneros, José M.; Horacio A. Gil; Jorge D. de Prada; Américo J. Degioanni; Alberto Cantero G. y Oscar Giayetto. Juan P. Ioele, Ormando A. Madoery, Alejandra Masino y Julia Rosa. 2014. Estado actual, pronósticos y propuestas de control de inundaciones en el centro-este de la provincia de Córdoba. Facultad de Agronomía y Veterinaria Servicio de Conservación y Ordenamiento de Tierras (SECYOT). <http://www.proin-unrc.com.ar/pdf/pdf/Informe%20Inundacion%20SeCyOT%202014.pdf>

Degioanni, A; J. Cisneros; A. G Cantero y H. Videla. 2006. Modelo de simulación del balance hídrico en el suelo con freática poco profunda. SUELO (ARGENTINA) 24 (1) 0-0, 2006.

Gambaudo, S. 2003. Suelos: Manejo de suelos que estuvieron anegados o inundados. En: Propuestas técnicas para disminuir el impacto de las inundaciones en la provincia de Santa Fe. Doc. Institucional INTA-Centro Regional Santa Fe. Pp.15-16.

Hein, W. I. y N. Hein. 1991. Estudio del Nitrógeno en el centro de Santa Fe en la última década. Publ. Téc. N° 52. INTA-EEA Rafaela. 17 pp.

Jobbágy Esteban G., Roxana Aragón y Marcelo D. Nosetto. 2007. Los cultivos y la napa freática en la llanura pampeana. Agromercado. número 268 agosto 2007. Pp. 8-10.

Jobbágy, Esteban G. y Marcelo D. Nosetto. 2009. Napas freáticas: pautas para comprender y manejar su impacto en la producción. XVII Congreso AAPRESID. Pp. 151-155.

Nosetto, M.D.; E.G. Jobbágy, R.B. Jackson, G.A. Sznaider. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. Field Crops Research 113 (2009) 138–148.

RIAN-CR Santa Fe. 2014. Boletín N°104/14 de Abril de 2014/Año X. <http://inta.gob.ar/documentos/boletin-rian-cr-santa-fe-marzo-2014>

RIAN-CR Santa Fe. 2014. Boletín N°105/19 de mayo de 2014/Año X.

<http://inta.gob.ar/documentos/rian.-boletines-informativos-de-la-provincia-de-santa-fe>

Sapino Verónica. 2014. Evaluación de los excesos hídricos ocurridos al 8 de abril de 2014 en el centro sur de la provincia de Santa Fe. INTA-EEA Rafaela. <http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-los-excesos-hidricos-ocurridos-al-8-de-abril-de-2014-en-el-centro-sur-de-la-provincia-de-santa-fe>

Varela, Ricardo. 2014. Manual de Geología. Campo de aplicación de la Geología: recursos naturales geológicos y medio ambiente. Misc. 21. Capítulo 10. Instituto Superior de correlación geológica (INSUGEO). ISSN 1514 - 4836 ISSN 1668 - 3242 en línea. [http://www.insugeo.org.ar/libros/misc\\_21/10.htm](http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_21/10.htm)



## Normas de manejo para suelos inundados

**Ing. Agr. Sebastián Gambaudo**

**INTA Rafaela**

Los problemas que acarrea el exceso de precipitaciones se traducen en suelos anegados que afectan a los cultivos de cosecha y pasturas. En los establecimientos ganaderos, especialmente los lecheros, este problema se agudiza, debido a la rápida disminución de la producción.

Antes de dar normas para el manejo de estos suelos se considera necesario hacer un diagnóstico de la situación de cada lote y/o predio, para obrar en consecuencia y tener mayores posibilidades de éxito. Las situaciones que se pueden producir son innumerables por la diversidad de factores que intervienen y que pueden combinarse.

Siempre que se produce este fenómeno es necesario separar las zonas “bajas” del campo o de la región, donde el problema de anegamiento es algo “natural”, debido a la presencia de una napa de agua más cercana a la superficie y con un alto contenido de sales lo que determina la presencia de suelos llamados salinos y/o alcalinos.

Cuando se habla de manejo de suelos siempre se deben considerar, entre otros, dos aspectos: uno físico y otro químico.

### **Aspecto físico:**

Los suelos del centro de Santa Fe presentan en general mucho material fino, es decir limo y arcilla, que sumado a una disminución de la materia orgánica determinan que estos suelos estén propensos a una degradación acelerada por pérdida de estructura. Esta degradación es causada por el hombre que al trabajarlos ocasiona modificaciones directas de sus propiedades e indirectas para el desarrollo de los cultivos.

Una alteración en la estructura del horizonte superficial (capa de suelo posible de modificar por las labranzas) puede cambiar en primera instancia la velocidad de infiltración del agua de lluvia, y posteriormente la cantidad total acumulada. La ausencia de poros grandes y canales, que son los que “transportan” rápidamente el agua desde la superficie, origina un “sobrante” que podrá quedar sobre la superficie del suelo provocando la inundación o podrá desplazarse de acuerdo a la pendiente llegando a producir erosión hídrica.

En los planteos ganaderos es bastante común observar una compactación en los primeros centímetros del suelo como consecuencia del pisoteo animal. Esta situación constituye una verdadera “barrera” al paso del agua y a la aireación necesaria.

Estas alteraciones se magnifican durante un período de exceso de lluvias y por eso lo que se pretende siempre es realizar un manejo racional que evite estos inconvenientes. El profesional actuante puede diagnosticar y evaluar los mismos a través de la observación y de métodos o determinaciones como la densidad aparente, la porosidad, la velocidad de infiltración, la infiltración acumulada, la resistencia a la penetración, el perfil cultural, etc.

Si el suelo ha estado inundado es fundamental no trabajar ni pisotear al mismo con excesiva humedad, es decir por sobre su límite plástico inferior (LPI). Este es una constante de cada horizonte que determina el contenido de humedad por sobre el cual el suelo puede ser “amasado” y se puede medir en el campo tomando una pequeña porción del suelo y haciéndola rodar entre las palmas de la mano hasta formar un “chorcito” de aproximadamente 3-4 mm de diámetro. Si se fragmenta o desmenuza hasta llegar a esta medida, el suelo está justamente en el LPI; si se desmenuza antes, el contenido de humedad del suelo está por debajo del mismo y es en estas condiciones cuando deben realizarse los trabajos de siembra pues el suelo se desmenuza bien y no se “pega” a las herramientas.

Teniendo en cuenta todo lo antes dicho se hace necesario disminuir el número de labores para la implantación de los cultivos, y prácticas como la interseembra o la siembra directa, resultan especiales para

estas situaciones. Se debe evitar el pisoteo animal, utilizando o destinando un sector del campo para concentrar a los animales hasta tanto pueda utilizarse el resto de la explotación.

Se recomienda un aprovechamiento de los rastrojos como fuente de materia orgánica al suelo, tomándolo como un factor muy importante dentro de la rotación o secuencia de cultivo para restituir parte de la productividad perdida. Los sistemas de siembra directa en las secuencias agrícolas, y evitar el sobre pastoreo en los ganaderos serían las alternativas viables.

Una vez desaparecida la condición de anegabilidad, la utilización de labranzas verticales para eliminar capas densificadas debe realizarse con el suelo "seco".

Otro gran inconveniente, como se mencionó anteriormente, que suele aparecer en zonas vecinas a las de inundación y cuando las pendientes son superiores al 0,5%, es la erosión hídrica. La pérdida de suelo de acuerdo al gradiente de pendiente que exista podrá ser de tipo laminar o llegará a formar surcos y cárcavas en la medida que vaya aumentando.

Para evitar o disminuir estos efectos, que en el primer caso pasan inadvertidos, es recomendable la realización de prácticas que incluirán:

- la siembra directa,

- la siembra de cultivos cortando la pendiente y/o

- la realización de curvas de nivel o terrazas.

Es esencial dejar al suelo con una buena cobertura y rugosidad, evitando dejarlo desnudo lo que ayudaría a la erosión.

La inundación también puede originarse por un ascenso de la napa o capa de agua, en este caso el problema es mayor, más difícil y lento de solucionar, como consecuencia de la salinización y/o alcalinización que trae aparejada. Un ascenso de napa con alto contenido de sales determina un ambiente que inhibe totalmente la germinación. La recuperación en estos casos será más dificultosa y requerirá de una atención especial.

Lo aconsejable es la instalación de pasturas que se adapten a esta situación con siembra directa e intersiembras. Las especies más recomendables son: Grama Rhodes, agropiro criollo, agropiro alargado, trébol de color blanco, *Panicum coloratum* Klein, *Setaria anceps*.

Además es posible utilizar enmiendas de yeso con lo cuales es posible anular o disminuir el efecto negativo que produce el sodio en estas circunstancias. Este planteo, ideal para una recuperación total del suelo, debería estar acompañado de la construcción de una red de drenaje, para evitar un nuevo ascenso de la napa freática, práctica no siempre aplicable debido a su costo.

### **Aspecto Químico**

Como consecuencia del exceso de precipitaciones y la carga de agua que han soportado los suelos, se produce una serie de cambios en el aspecto químico de los mismos. Existen nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas que se mueven con el agua en la solución del suelo y su concentración bajo estas situaciones puede ser modificada.

Uno de ellos es el nitrógeno que se encuentra bajo la forma de nitratos (forma en que lo toma la planta) y su concentración se ve seriamente afectada bajo las condiciones de anegamiento. Por esa razón luego de que las aguas se hayan retirado del campo la presencia de este elemento será muy escasa y no suficiente para el desarrollo normal de cualquier cultivo.

Otro elemento que podría estar faltante sería el azufre que tiene un comportamiento muy similar al del nitrógeno. Ambas deficiencias deberían ser confirmadas a través de un análisis del suelo en cuestión. A través de él será posible reponer las cantidades necesarias de nutrientes teniendo presente la mejor forma para realizarlo (fuente, momento y forma de aplicarlo).

## Problemática de los excesos hídricos para la agricultura en el Sur de Santa Fe

Ing. Agr. Fernando Martínez  
AER INTA Casilda

### Introducción

Durante la campaña agrícola 2013/14 se sucedieron en el Sur de Santa Fe una primavera muy lluviosa, luego una intensa sequía con altísimas temperaturas hasta mediados de Enero y finalmente un extenso período de lluvias de variada intensidad y milimetraje que se ha mantenido hasta entrado el invierno. Toda la región Pampeana Norte (RPN) está soportando las consecuencias del período lluvioso del verano-otoño de 2014. Áreas rurales y urbanas han sido afectadas por los “excesos hídricos” en distinto grado, según las características locales, en cuanto a su ubicación en las cuencas y la cercanía con vías naturales o ratificales de escurrimiento.



Foto: Anegamiento lateral a vías de escurrimiento. Marzo 2014. Chañar Ladeado, SF.

Desde fines de Enero de 2014 la baja radiación perjudicó a los cultivos por disminución de su tasa fotosintética y la humedad ambiental constante produjo una fuerte presión de enfermedades. Las lluvias fueron frecuentes y llegado el período de cosecha la falta de piso e incluso agua en superficie impidieron la recolección; esta demora se tradujo en mayor pérdida de producción y desmejora en la calidad de los granos cosechados.

La condición climática produjo pérdidas departamentales referidas a los rendimientos medios de 1990 – 2013 de entre 500 y 800 kg/ha; sin embargo el impacto fue mayor donde se atrasó la cosecha o no pudo cosecharse, con pérdidas promedio de 1500 kg/ha. Existen entonces dos tipos de pérdidas: “de producción” la primera y “de cosecha” la segunda. El sector productivo percibe las pérdidas de cosecha de forma sencilla y directa porque el producto del cultivo es visible; la percepción de las pérdidas de producción es relativa y difusa. En la campaña 2013/14 y para el departamento Caseros estimaciones propias determinaron alrededor de 200.000 ha afectadas con “pérdidas de producción” y 70.000 ha con “pérdidas de cosecha”. En esta campaña, las zonas con pendiente, todas erosionadas, tuvieron pequeñas pérdidas de producción y despreciables problemas de cosecha.

Durante la primavera de la campaña 2012/13 intensas lluvias primaverales produjeron variados problemas extra prediales: corte de rutas y de la autopista Rosario – Córdoba por acumulación de rastrojos e inundación de calzada, rotura de alcantarillas y puentes, etc. y son externalidades del sistema productivo. Dentro de los predios se produjo arrastre de suelo superficial (erosión hídrica), acumulación de rastrojo contra alambrados y alcantarillas y en los bajos, atraso en la fecha óptima de siembra de los cultivos, enmalezamiento y otros. Es pertinente mencionar que las aproximadamente 70.000 ha de suelos con

capacidad agrícola y con erosión hídrica del departamento perdieron en promedio 6,5 t/ha de suelo superficial en la primavera de 2012; sin que esto fuera percibido como una tragedia departamental. El encharcamiento de lotes ha sido frecuente en el departamento Caseros; cada 5 a 7 años una “gran lluvia” produce anegamientos, cortes de caminos, cortes de alcantarillas y puentes. Los lotes planos en los sectores altos de los interfluvios, que carecen de una conveniente red de escurrimiento, caracterizados como de relieve subnormal o cóncavo, siempre se encuentran sujetos a anegamientos transitorios de variable duración. La ciudad de Casilda creció “metiéndose” dentro del cauce de inundación del arroyo Candelaria. Las frecuentes inundaciones de los sectores bajos de la ciudad concluyeron en el otoño de 1970, cuando la pueblada disparó la canalización del arroyo. En una gran lluvia, el 17 de agosto de 2012, el nivel del agua alcanzó los bordes del canal y se estuvo a 20 mm de lluvia de una nueva inundación.



Corte AU Rosario-Córdoba por acumulación rastrojos. Agosto 2012. San Jerónimo, SF

Acumulación rastrojos en cabecera de lote. Noviembre 2012. Casilda, SF

Erosión digital en soja de 1ª. Noviembre 2012. Carcarañá, SF

En el departamento Caseros la percepción de las externalidades y del deterioro del suelo es incipiente, siendo particularmente grave que no lo sientan los mismos actores del sector. Sin embargo, la problemática de los “excesos hídricos” ha comenzado a tener entidad en el sector productivo regional y departamental. Es una

oportunidad para instalar la consideración de la problemática ambiental en las comunidades y en el sector agrícola con especial referencia a suelos. Este trabajo propone el análisis particular de los “excesos hídricos” intentando identificar sus causas, sus efectos y mencionar algunas alternativas de solución. La problemática de la “erosión hídrica” esta asociada a los excesos hídricos y será analizada en otra oportunidad.

## Análisis

### 1. Lluvias (y ¿Cambio Climático?)

En Casilda, para el período 1945 - 1964 el promedio de lluvia anual es 946 mm; para 1980 – 2013 es 1062 mm, con un incremento de 12 % sobre el anterior. La variación interanual es muy grande y se presentan períodos con lluvias menores y períodos con lluvias mayores a la media. Podría concluirse que no ha aumentado la lluvia que cae en Casilda.

En Casilda llueve frecuentemente en otoño (y se recarga el suelo en profundidad), el invierno es seco (puede no llover en sus 4 meses), vuelve a llover en primavera (recargando el suelo en superficie) y pueden o no ocurrir lluvias en verano. Históricamente en Casilda llueve bien en primavera; se presenta una sequía

de 30 días en verano, con un déficit estacional que puede llegar a 50 mm; llueve mucho y frecuentemente en otoño y se presenta una sequía de 90 días en invierno con 15 mm de déficit. Las lluvias de otoño, invierno y primavera son mayormente formaciones de frente, las lluvias de verano son formaciones convectivas.

En Casilda ocurren lluvias en 63 días al año. El sistema lluvioso local (1962 - 2013) consiste en numerosas lluvias menores a 15 mm y 3 “grandes lluvias” mayores a 50 mm. En el período 1962 – 1990 las grandes lluvias tenían intensidades de 120 mm/ 24 horas; en el período 1990 – 2013 las grandes lluvias han alcanzado varias veces intensidades de hasta 220 mm/ 24 horas.

En los últimos 20 años aumentó la intensidad y volumen de las grandes lluvias. No ha cambiado la estacionalidad ni la frecuencia de las lluvias, incluyendo las “grandes”.

Existe consenso respecto a lo que se denomina Cambio Climático (CC), con sus causas y sus efectos. En el caso particular del clima del Sur de Santa Fe los cambios registrados parecen ajustar con el desarrollo teórico del CC, en particular lo que respecta a temperaturas: las temperaturas mínimas y máximas promedio se han elevado 2°C.

Localmente nada puede hacerse para modificar el clima.


Resumiendo: llueve un poco más cantidad y más intensamente.

## 2. Características de los suelos del departamento

Los suelos del departamento Caseros pertenecen al Orden Molisoles, Suborden Udoles, Gran Grupo Argiudoles. Hacia el Este existe una única Serie del Subgrupo vértico, Peyrano; todas las demás son del Subgrupo típico.

Los suelos de las Series más representativas del departamento, como Casilda, Chabás y Hansen poseen genéticamente buen drenaje; pero las modalidades de uso provocaron una importante pérdida de materia orgánica (MO) en su horizonte superficial que afecta muchas de sus propiedades.

**De esta constituido el suelo, en %**



	MO	Arcilla	Limo	Arena
Horizonte A	2,5	25	69	3,5
Horizonte B	1,2	41	55	2,8
Horizonte C	0,2	13	80	7

Todos los suelos del departamento Caseros están preponderantemente formados por materiales finos, con altísima proporción de limo en superficie y de arcilla en un horizonte subsuperficial. Dentro de este patrón general hacia al Este del departamento se encuentran suelos con mayor contenido de materiales finos (arcilla) y hacia el Oeste aumentan los más gruesos (arenas)

El componente mayoritario de nuestras Series, el Limo, tiene tendencia a acomodarse en láminas cuando carece de un sistema biológico (o mecánico) que lo reacomode. Cuando se practica explotación agropecuaria en siembra directa continua (sin remoción) y sin secuencias de cultivos que alternen gramíneas de verano e invierno con soja ocurre que terminan desapareciendo los poros verticales, estructurados por la MO, predominando entonces los poros horizontales. Esto resulta en una abrupta disminución de la capacidad de infiltración del suelo y en el encharcado de los lotes, finalmente el agua que no infiltra inunda los bajos. Además se afecta la capacidad de exploración radicular del cultivo que debe aplicar más energía a vencer la resistencia que le exigen capas y bloques compactados.

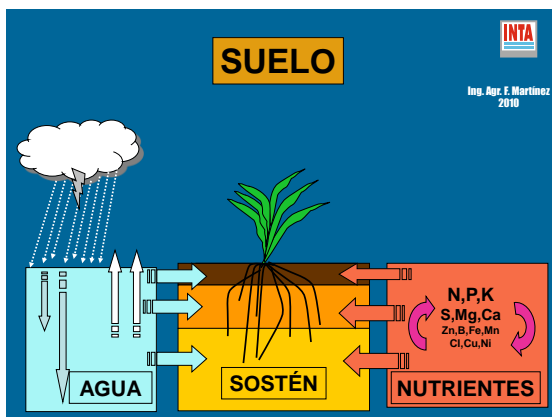
El impacto de la intervención humana sobre la composición cualicuantitativa del suelo ha sido claramente deteriorante de su componente más valioso, la materia orgánica. Sin embargo es posible revertir la

tendencia si se practicara agricultura de conservación mejorando el balance de MO o de Carbono edáfico, practicando secuencias que aporten Carbono superando su pérdida natural. Si se evitara la oxidación de la MO por laboreo se estaría interviniendo en sentido contrario a la ocurrencia histórica y si además se controlara férreamente el tránsito de todas las máquinas sería posible recuperar la fertilidad física de los suelos, mejorando adicionalmente su fertilidad química.

El escurrimiento superficial está básicamente determinado por la forma del relieve. Muchas áreas del centro del departamento poseen escurrimiento lento o muy lento y fueron cartografiadas como de relieve subnormal precisamente porque los excedentes hídricos no tienen vías de escurrimiento, permaneciendo hasta que se infiltran o evaporan. Durante años estos ambientes fueron utilizados con uso ganadero, después se pasaron a producción de granos porque “juntaban agua” de áreas más altas y además la cercanía de las napas garantizaba el comportamiento de los cultivos en años de sequía; actualmente sufren anegamiento a repetición. Si estas áreas subnormales “generan” excedentes mayores, la posibilidad de disminuir los encharcamientos y anegamientos por conducción superficial es limitada porque no existe diferencial de altura del relieve que lo permita.

Resumiendo: nuestros suelos tienen tasas de infiltración muy bajas para la intensidad de las “grandes lluvias” que ocurren actualmente. Nuestro uso (explotación agropecuaria) empeora la situación. Y muchas áreas absolutamente planas tienen serias dificultades para escurrir los excedentes que no infiltran.

### 3. ciclo del agua en el sistema suelo – planta



El suelo cumple 3 funciones para las plantas: sostiene su estructura y mediante la absorción de la solución de suelo le permite cumplir con sus funciones fisiológicas, incluyendo la hidratación y la nutrición (las plantas no “absorben” agua, el esquema anterior está simplificado)

Las etapas temporales que cumple el agua en suelo a partir de la lluvia o del riego son las siguientes:

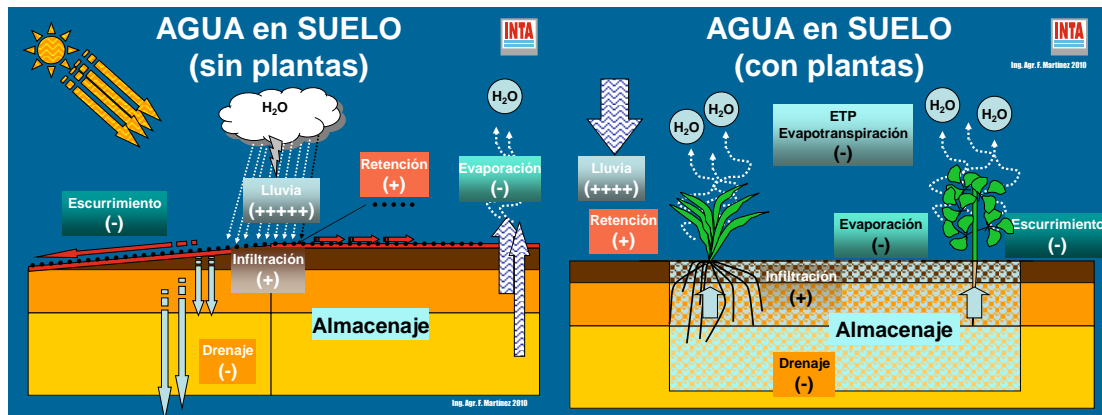
#### Agua en el suelo sin plantas

1. al agua debe ser retenida en superficie o se escurre.
2. el tiempo de retención debe ser suficiente para que infiltre, o sea que “entre” en el espesor de suelo
3. la infiltración “llena” poros y microporos con agua
4. según la capacidad de retención del suelo se produce el almacenaje
5. el excedente que no puede ser retenido por ese espesor de suelo drena hacia la profundidad del suelo, yendo a cargar la napa freática
6. el calentamiento del suelo (en nuestra región el suelo no se congela) produce la evaporación del agua previamente almacenada hasta que se igualen las fuerzas requeridas para evaporarla y para retenerla

#### Agua en el suelo con plantas

A las fuerzas intervinientes en el esquema anterior se agregan la capacidad de absorción de las plantas, que “bombean” agua desde sus hojas, absorbiendo la solución de suelo con sus raíces, desde donde sube hasta las hojas que la evaporan. En el proceso los tejidos vegetales van reteniendo los nutrientes disueltos

que pasan a formar parte constitutiva de los tejidos vegetales. Esta fuerza-proceso se denomina evapotranspiración (ETP).



Determinar el Balance de agua de un lote implica disponer de pluviómetro para conocer cuánto llueve y tomar muestras de suelo frecuentemente y mediante su secado conocer cuánto se almacena (o con sonda de neutrones y tubos). Pero es más complicado medir cuanto drena hacia la napa y cuanto “transpiran” las plantas. Es fundamental conocer cuánto escurre. Si está creciendo un cultivo la lectura del contenido hídrico del suelo será el resultado final de lo que infiltró menos lo que evapotranspiran las plantas y lo que se pierde por drenaje, pero si no se conoce el escurrimiento la ecuación no cierra, porque existirá un “agujero negro” para igualar a lo que llueve.

Partiendo de un “estado de equilibrio” teórico es posible desarrollar MP que aprovechan la mayor parte del agua que llueve y el resto sería suficiente para 1. recargar las napas, manteniéndolas a una determinada profundidad y 2. alimentar los humedales locales y regionales. Es necesario remarcar que la recarga de napas y la alimentación de humedales son aspectos necesarios para el mejor funcionamiento de los agroecosistemas. Napas y humedales ofrecen importantísimos servicios ambientales que deben ser mantenidos y enriquecidos (no es lo que se hace en el usual sistema de explotación agropecuaria). Resumiendo: es posible aproximar un Balance Hídrico para un cultivo, o para un ejercicio anual si se cuenta con una cierta cantidad de datos, algunos de obtención complicada.

#### 4. Modelos Productivos

Existen en el departamento Caseros modelos productivos (MP) que varían en la asignación de recursos y que determinan variadas intensidades de uso del suelo. La caracterización de un MP consiste en identificar que recursos que se aplican a la producción y que cantidad se aplica de cada uno utilizando indicadores para informar ambos aspectos (que y cuanto de cada recurso).

Existen modelos intensivos como el 4x2 (arveja/maíz de 2ª – trigo/soja de 2ª) hasta el más “liviano” como el que es el MP predominante, monocultivo de soja de 1ª (MnSjl) que cultiva solo soja consecutivamente a lo largo de los años. El MP 4 x 3 (soja de 1ª – trigo/soja de 2ª – maíz) es un modelo equilibrado, que permitiría un uso del suelo compatible con su conservación y permitiría alcanzar excelentes niveles de efectividad y eficiencia para los recursos involucrados. Los MP identificados para el Centro – Sur de SF son idénticos a los que se practican en toda la Región Pampeana Norte.

Como el MP Predominante “Monocultivo Soja” (MnSjl) ocupa el 85 % del área agrícola es pertinente analizar su influencia en el resultado departamental y compararlo con el resultado inferido del uso de un MP 4 x 3.

El MP MnSjl utiliza 550 mm en su ciclo, todos evapotranspirados por la soja de 1ª porque se practica con barbecho limpio en el cual no se deja crecer vegetación alguna. El balance de Carbono de este MP es muy deficitario y contribuye a disminuir la capacidad de infiltración de agua del suelo (e indirectamente su capacidad de almacenaje). La inexistencia de raíces en cabellera (de las gramíneas) impide la regeneración de porosidad en los bloques compactados por el tránsito de las máquinas, en particular de cosecha. En este

MP se escurre muchísima agua que va a los lotes más bajos y se evapora estérilmente mucha de la “poca” agua que haya infiltrado.

El MP MnSjl en términos teóricos dispondría en su ciclo (en el departamento Caseros) de lluvias bastante mayores a 550 mm suficientes para alcanzar una producción de 4 t de grano por ha. Sin embargo en las condiciones de explotación agropecuaria usual es frecuente que se presenten situaciones de stress hídrico en verano cuando el cultivo debe crecer utilizando el agua acumulada en el perfil. Como se asocia con acierto que cualquier planta consume agua, en este MP se practica un barbecho limpio con el que se desnuda el suelo de cualquier vegetación, pretendiendo almacenar agua, cuando el barbecho desnudo impide siquiera la “retención” del agua de lluvia en la superficie (el primer momento del ciclo del agua en el suelo).

El MP 4x3 utiliza un promedio anual de 750 mm; si se utilizara un cultivo de cobertura como antecesor de soja de 1ª agregaría ese año unos 100 mm de consumo extra, resultando en un MP que en sus 3 años liberaría el excedente para recargar las napas y alimentar humedales (considerando 1000 mm de lluvia anual en el ambiente promedio del departamento Caseros).

La limitante fundamental de la producción agrícola en la RPN es la lluvia y debería utilizarse como referencia para determinar la eficiencia global de desempeño del sistema agrícola primario. A partir del dato del pluviómetro puede calcularse el indicador de eficiencia productiva kg de grano/ mm de lluvia anual para comparar diferentes MP.

El MP MnSjl difícilmente supere los 4 kg de grano/ mm y el MP 4x3 difícilmente caiga por debajo de los 7 kg de grano/ mm. Modelos más intensivos superan los 10 kg de grano/mm. Pero a su vez, estos MP más intensivos utilizan mucha más agua que los MP más blandos.

Grandes superficies del departamento Caseros son utilizadas desde hace años con MP livianos, de baja eficiencia de transformación y de bajo consumo de agua (entiéndase lluvia), pero también producen volúmenes crecientes de agua que no pueden infiltrar “in situ” desplazándose hacia áreas más bajas; supone también una mayor diferencia entre lo infiltrado-almacenado y lo evapotranspirado, resultando entonces que la recarga de napas excede largamente lo requerido estrictamente para su mantenimiento. Los excedentes consecutivos elevan el nivel de las napas y en los bajos dulces (de uso agrícola) es donde primero afloran. Prácticamente todos los bajos dulces del departamento se destinaron a agricultura hace ya años, y son los que se han anegado en precosecha en la cosecha 2013/14 y aún permanecen con agua en superficie o sin piso para cosechar.

Cultivos permanentes presentan un mayor consumo hídrico debido a su permanencia sobre el lote, a sus raíces generalmente más profundas y otras características. Las pasturas permanentes consociadas, la alfalfa y forestales y frutales en plantación pertenecen a este grupo de cultivos.

Resumiendo: Nuestro Modelo Productivo predominante, el Monocultivo de soja de 1ª empeora la situación porque infiltra menos agua y además consume poca del agua disponible.

### **Resumen y Alternativas**

La **problemática se resume** en los siguientes aspectos:

1. llueve un poco más cantidad y más intensamente.
2. nuestros suelos tienen tasas de infiltración muy bajas para la intensidad de las “grandes lluvias” que ocurren. Nuestro uso (explotación) empeora la situación. Y muchas áreas absolutamente planas tienen serias dificultades para escurrir los excedentes que no infiltran.
3. es posible aproximar un Balance Hídrico para un cultivo, o para un ejercicio anual si se cuenta con una cierta cantidad de datos, algunos de obtención complicada.
4. Nuestro Modelo Productivo predominante, el Monocultivo de soja de 1ª empeora la situación porque infiltra menos agua y además consume poca del agua.

Las **alternativas de solución** remiten a lograr la suma de cuatro aspectos:

1. mejorar la infiltración
2. conducir el escurrimiento



3. mejorar el drenaje
4. aumentar el consumo

Los puntos 1 y 4 consisten en intervenciones blandas, los puntos 2 y 3 consisten en intervenciones duras. Los puntos 1 y 4 se consiguen utilizando MP más intensivos, que consumen más agua que los MP livianos. A su vez, los MP intensivos mejoran las condiciones del suelo que **permiten una mayor infiltración**, entregando mucha mayor eficiencia en el uso del agua acumulada y **consumiendo más agua** de la que consumiría un MP más liviano.

Esta alternativa fácil de enunciar es de muy difícil implementación. Como tecnología blanda podría ser aplicada rápidamente, pero choca con la lógica del agronegocio pampeano, que prioriza la renta de corto plazo sobre la productividad. La soja, último producto llegado a la canasta de productos pampeanos, ha consolidado esta cultura y ha llevado a una simplificación extrema del sistema productivo. En el cultivo de soja se han aplicado innovaciones de insumos, equipos y procesos en una escala sin precedentes y junto con su precio han determinado una rentabilidad inigualable frente a cualquier otra actividad (y producto). Esto hace que se prefiera la soja y que la forma de producirla sea el monocultivo en siembra directa con aplicación de fósforo y azufre en dosis livianas y con barbecho limpio.

Como la mayor parte del MP MnSjl se practica en campo alquilado y pagando un alquiler que promedia 1700 kg/ha (significa el 50 % de la producción potencial) el productor no puede realizar ningún otro cultivo porque implica mayor gasto por ha, mayor carga horaria y menor rentabilidad (cultivando solo soja siembra mayor superficie con el mismo dinero, “diversificando” superficie de un cultivo seguro como soja).

Concluyendo: no se prevé una adopción importante de otros MPs más intensivos.

La alternativa 2 consiste en provocar una salida rápida del agua del lote. Se aprovechan a tal fin las redes de avenamiento naturales, mejorándolas, agrandándolas en profundidad y ancho (mayor sección) dotándolas de revestimiento, etc. Muchos lotes de relieve “normal” tienen un escurrimiento difuso, que puede definirse y ser utilizado para la **construcción de esta “red de escurrimiento”** (el escurrimiento por definición es superficial). Una limitante es la necesaria existencia de relieve con cierto grado de pendiente (el relieve “normal” tiene una cierta pendiente, no es plano); donde no exista está pendiente es imposible conducir los excedentes.

Existe mucha experiencia en el campo pampeano referida al diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de escurrimiento superficial. El cúmulo de aciertos y errores es importante y suficiente. En general las obras las inicia el Estado y luego los particulares la modifican según sus intereses y capacidades. Muchos sistemas comunitarios de escurrimiento (en áreas de anegamiento) o de control y prevención de erosión hídrica (en áreas con erosión) presentan graves problemas de funcionamiento por la tendencia al individualismo y competencia que caracteriza al sistema productivo pampeano, además de un cierto descrédito de las técnicas aplicadas y el desinterés del Estado local (comunas y municipalidades). Necesariamente para planificar un “sistema de escurrimiento” para cualquier área que lo requiera debe trabajarse con criterio de comunidad, donde se descarten los intereses individuales en beneficio de lo colectivo. Como además tienen permanencia “para siempre” deben incluirse mecanismos de compromiso atemporales, lo que no es fácil de conseguir y mantener en nuestro sistema de uso de la tierra, con sus modalidades de propietarios ausentes y productores sin pertenencia.

La alternativa 3 consiste en dotar a los lotes de **un sistema de drenaje artificial de caños o ductos** de cualquier tipo, que capta el agua dentro del suelo y la conduce fuera del lote, entregándola en un reservatorio o canal. Necesariamente requiere de sectores más bajos para que la pendiente pueda “mover” el agua que haya entrado en los ductos. Este sistema exige enterrar los ductos perforados o construirlos dentro del suelo con herramientas que mecánicamente lo forman en horizontes que lo permitan. Estos son llamados drenes horizontales.

La alternativa de drenes verticales puede ser una alternativa en áreas muy pequeñas, como desagotar una pequeña laguna o encharcados. Estos drenes de diámetros variables se construyen realizando una perforación en el suelo hasta una profundidad donde el agua que drena pueda desplazarse bajo la capa que limita el drenaje. Se rellenan con material grueso para evitar su oclusión.

Las alternativas 2 y 3 exigen una enorme aplicación de recursos y remiten a una actualmente muy discutida intervención en territorio por los graves problemas ambientales que se han producido donde se ha aplicado. Finalmente, como por ahora no visualizamos alternativas de soluciones sencillas, simples y baratas, recordemos aquel dicho campero: “**siempre que llovió, paró**”.

## Algunas recomendaciones para el manejo reproductivo del rodeo de cría ante situaciones de crisis

**Veterinario Gustavo Rosatti**  
**INTA - EEA Reconquista**

### Trabajos a realizar

**Finalización del servicio y tacto rectal:** aunque en años normales y con los rodeos manejados en forma racional estas tareas deberían estar realizadas en este momento del año, sin embargo esto no es así en muchos establecimientos, en unos casos por las inundaciones y en otros casos porque los rodeos no están ordenados.

-El tacto rectal permitirá clasificar las vacas y las vaquillonas en preñadas y vacías, que a su vez pueden estar con cría al pie o secas

Existe la posibilidad de que el servicio no se realizó o que se extendió hasta poco antes del tacto por lo cual, algunas vacas vacías, podrían estar preñadas con una edad de gestación menor a treinta días.

Las vacas con cría al pie, especialmente las preñadas, deberían destetar todas las que sean posibles.

Incluso se debe considerar la posibilidad del destete hiperprecoz y precoz para aquellas vacas con crías que tienen entre treinta y 120 días de edad. Por otro lado, las vaquillonas y las vacas preñadas secas deberían presentar buena condición corporal. Pueden ser vacas que no quedaron preñadas el año anterior, perdieron la gestación o la cría. Esta categoría tienen menor prioridad que las vacas preñadas destetadas, pero mayor que las vaquillonas y vacas vacías.

Las vacas vacías que destetaron terneros o que se van a destetar, son vacas que se podrían trasladar y/o vender fácilmente.

Sin embargo, las vacas vacías y secas podrían ser.

En el caso que no se tengan las instalaciones para realizar el tacto rectal, se recomienda realizar una clasificación a campo de las vaquillonas y vacas, con la misma finalidad que el tacto rectal de la siguiente manera:

A) vacas con preñez «revelada» o visible para el personal con experiencia. Destetar todas las vacas con cría al pie.

B) Vacas vacías o con preñez no visible. Destetar todas las vacas con cría al pie y apartar las vacas gordas y las conservas buenas para posible ventas.

**Estrategias de adecuación de la carga y priorización de los traslados y/o ventas:** Para adecuar la carga animal se debe estimar la capacidad de carga teniendo en cuenta los potreros utilizables y la posibilidad de incrementar la carga mediante la suplementación de algunas categorías. Realizado este cálculo se debe comparar con las existencias y decidir qué categorías serán trasladadas y/o vendidas.

Anticipadamente o mientras se clasifica el rodeo se deberían evaluar distintas alternativas para el traslado (pastajes, capitalizaciones, etc.) y/o venta de las categorías menos prioritizadas desde el punto de vista productivo.

Como pauta general se debe tender a preservar a las vaquillonas y las vacas que tengan mejores posibilidades de mantenerse o volver a la producción en el menor plazo posible.

A continuación se hace una breve enumeración de las recomendaciones acerca de la prioridad de traslado y/o venta y de la modalidad a la que se podrían adaptar algunas categorías.

**Terneros destete macho:** debe salir urgentemente del campo. Esta es la categoría quizás sea de más fácil venta y mejor precio y se podría adaptar a pastaje, capitalización o engorde a corral.

**Novillitos y novillos:** ya sea para invernada o para faena. Evaluar la posibilidad de pastaje. Se venden con facilidad.

**Vacas vacías gordas o vacas gordas con preñez no visible:** se deben vender urgente. Aún las vacas conserva buena pueden entrar en esta categoría.

**Vacas vacías nuevas:** Según su cantidad se pueden seleccionar las mejores en cuanto a tipo y calidad así como en edad para continuar como vientres, y el remanente vender para invernada. Esta categoría, en caso de necesidad, puede ser íntegramente vendida. Pero las mejores vacas vacías deberían tener prioridad de retención (en caso de optar) sobre aquellas vaquillas que sean entorables ya que su productividad será mayor en el corto plazo y el mantenimiento del estado corporal es más fácil. Recomendación: para vender parcialmente alguna categoría de hacienda, seleccionar para quedarse con las mejores y no vender al corte.

**Vaquillas de dos y más años:** clasificarlas según tipo, estado, condición corporal y peso, en entorables y no entorables y decidir en consecuencia. Se deben vender parcial (no entorables) o totalmente según las posibilidades del campo. Es una categoría en la cual es muy justificable pagar pastajes de corto plazo o en las cuales se puede utilizar suplementación estratégica para sortear la crisis invernal, si se estima que la recuperación del campo será rápida.

**Vaquillas destete:** realizar la clasificación para realizar el traslado y/o venta de aquellas que fueron descartadas. Esta categoría acompaña al destete macho en cuanto a opciones de venta y capitalización o engorde a corral.

**Vacas preñadas y con cría:** como se mencionó anteriormente, se debería destetar urgentemente. Además, se pueden clasificar las vacas destetadas en dos lotes por condición corporal, para asignar el mejor potrero para las de menor condición corporal y preñez avanzada.

Toros y toritos: clasificar y vender aquellos animales no aptos o no necesarios para la nueva situación en cuanto a vientres remanentes.

### **Observación**

Cualquier exceso de carga en esta época se pagará con mortandades y baja productividad en el mediano plazo. Frente a una situación de riesgo es preferible vender hasta llegar a una carga que se pueda manejar con seguridad.

Por supuesto, la enumeración y recomendación de todas estas actividades es al efecto de tener un panorama lo más amplio posible. Es evidente que en muchos casos no se va a poder llevar a cabo en su totalidad las recomendaciones por falta de piso o instalaciones. Pero a los efectos de minimizar las pérdidas, es necesario actuar lo más decididamente posible de acuerdo a estos lineamientos.

Equinos: es necesario proceder también a evaluar la situación en cuanto a montados y manadas. Se debe adecuar su número a las necesidades reales