



## Estrategias de recuperación post-emergencia de los suelos afectados por las inundaciones en la Región Pampeana

por el Ing. Agr. **Roberto R. Casas** (Director del Instituto de Suelos)

(Publicado en: Maiola, Orlando C.; Gabellone, Néstor A. y Hernández, Mario A. (editores) 2003. "Inundaciones en la Región Pampeana". Universidad Nacional de La Plata - Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires.- EDULP Editorial de la Universidad de La Plata, La Plata, Argentina)

### Introducción

El Noroeste bonaerense, constituye una región arreica (carente de una red hídrica superficial) que abarca aproximadamente 6 millones de hectáreas de la que fisiográficamente se conoce como pampa arenosa, transformándose en una de las subregiones más afectadas por las inundaciones recurrentes dentro de la región Pampeana.

La zona de referencia configura una gran llanura con pendiente regional de oeste a este, siendo el gradiente promedio de 0,25 por mil. Esta llanura está cubierta por cordones medianosos transversales al norte y médanos parabólicos al sur que entorpecen el drenaje superficial, impidiendo el libre movimiento de las aguas y actuando como barreras o diques naturales que determinan la acumulación en superficie (Casas y Pittaluga, 1990).

El período húmedo que afecta a la región desde 1972, provoca periódicamente el anegamiento de extensas superficies que, por carecer de vías de drenaje naturales, determina que las áreas planas o ligeramente deprimidas mantengan el agua en superficie por mucho tiempo, comportándose como lagunas temporarias. Esta situación conduce al ascenso regional de la capa freática, que lleva disuelta elevadas cantidades de sales, ya existentes en profundidad. Se deberá tener en cuenta que la situación actual impactará negativamente sobre la productividad de los suelos lo que perdurará durante períodos variables, en función del grado de afectación.

Si bien el problema de las inundaciones es recurrente y de solución compleja existen medidas que podrían adoptarse en el corto y mediano plazo que sin duda alguna aliviarán la situación de los productores agropecuarios y pobladores de la región. Estas medidas se pueden clasificar en tres tipos y apuntan a encarar la problemática de una manera integral:

- a) de infraestructura básica;
- b) de infraestructura hidráulica y
- c) medidas agronómicas de manejo de suelos y cultivos.

Las medidas de infraestructura básica se relacionan principalmente con el "alteo" y mejora de caminos, mantenimiento de vías férreas y protección de ciudades y pueblos. Esto es vital para que los pobladores, no queden aislados y para que los productores no afectados o poco afectados puedan continuar con la actividad productiva.

Las obras de infraestructura hidráulica están bien analizadas en el Plan Maestro Integral de la cuenca del Río Salado previendo una serie de canales de drenaje primarios y secundarios, sumado a obras de almacenamiento y regulación de excedentes en lagunas (Unidad Proyecto Río Salado, 2000).

Se considera que dicho plan, contribuirá a mitigar la situación crítica de las ciudades causada por las inundaciones y acelerar la evacuación de las aguas en un importante sector de la región noroeste y cuenca del Salado de la Provincia de Buenos Aires. Ello traerá aparejado un incremento general de la producción agropecuaria y mejores condiciones para el movimiento y comercialización de dicha producción.

Sin embargo se estima que debido a las escasas pendientes y obstáculos naturales del terreno, una superficie considerable no podría ser drenada rápidamente, lo cual sería suficiente para ocasionar mermas en la producción de granos, carne y leche, en estos sectores.

El presente trabajo centrará su análisis en las medidas agronómicas de manejo de suelos y cultivos, especialmente enfocadas a las zonas con problemas de drenaje del noroeste de la provincia de Buenos Aires por ser las más afectadas tanto en intensidad como por recurrencia del fenómeno de las inundaciones y anegamientos. En la parte final se efectúa un análisis sintético de las medidas preventivas y correctivas para los suelos afectados por excesos hídricos en zonas agrícolas pampeanas.

## Fluctuación del nivel de la capa freática

En la figura 1 se muestra un modelo de fluctuación de la capa freática elaborando en base a mediciones de campo realizadas durante seis años en la localidad de Pasteur, Partido de Carlos Tejedor. En el mismo, se señalan dos períodos críticos: uno correspondiente a los meses de enero, febrero y marzo, en el cual las lluvias no deberán superar los 300 milímetros para no alterar drásticamente la fluctuación del nivel freático.

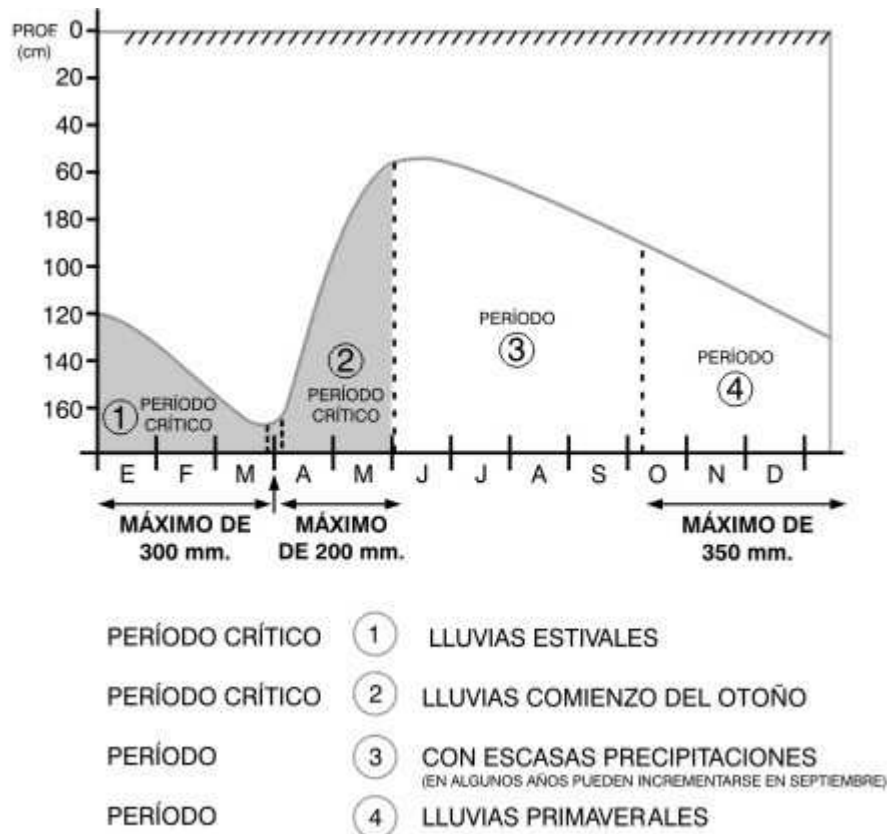


Figura 1. Modelo de fluctuación de la capa freática en un suelo de Pasteur (Partido de Carlos Tejedor, Provincia de Buenos Aires)

El otro período crítico lo constituyen los meses de abril y mayo (especialmente el primero), ya que las lluvias pueden ser intensas y en cantidades elevadas en coincidencia con una menor evapotranspiración. En este período, las lluvias no deberán superar los 200 milímetros para mantener el nivel freático dentro de las profundidades "normales".

En general las aguas freáticas del noroeste de la Pcia. de Buenos Aires son de salinidad elevada, sódicas y bicarbonatadas (tabla 1).

## El proceso de salinización de los suelos

Al disminuir las lluvias, en los sectores planos y deprimidos, los suelos se van secando por infiltración y evaporación. Es entonces cuando comienza a generarse el proceso de salinización quedando interrumpido el ciclo productivo en amplias superficies de la región. En este proceso, se pueden reconocer tres fases: la primera de ellas se relaciona con el ascenso de la solución salina por capilaridad. La evapotranspiración se incrementa con el aumento de las temperaturas y vientos de primavera, actuando como una verdadera bomba que succiona en forma ascendente a la solución salina, a través del espacio poroso del suelo (Figura 2).

La segunda fase consiste en la concentración salina en el horizonte superficial en función de los factores

mencionados anteriormente (Figura 3). La tercera fase del proceso de salinización es la formación de la costra salina en superficie, que es particularmente visible en épocas calurosas, ventosas y secas (Figura 4). Estas eflorescencias y costras salinas expresan el grado más intenso de salinización y en estos suelos, se superan los 20 ds.m-1 de conductividad eléctrica.

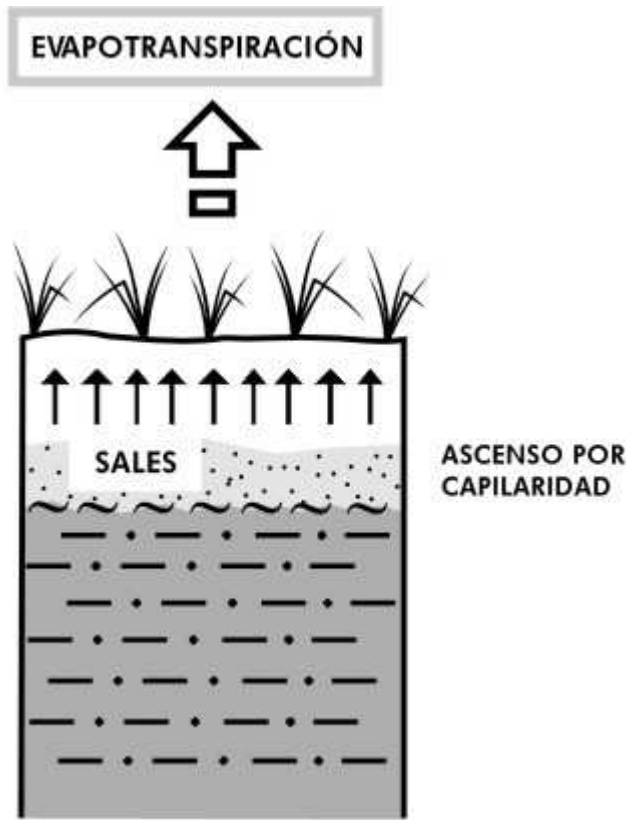


Figura 2. Salinización. Ascenso de solución salina por capilaridad (primera fase)



Figura 3. Salinización. Concentración salina en el horizonte superficial (segunda fase)

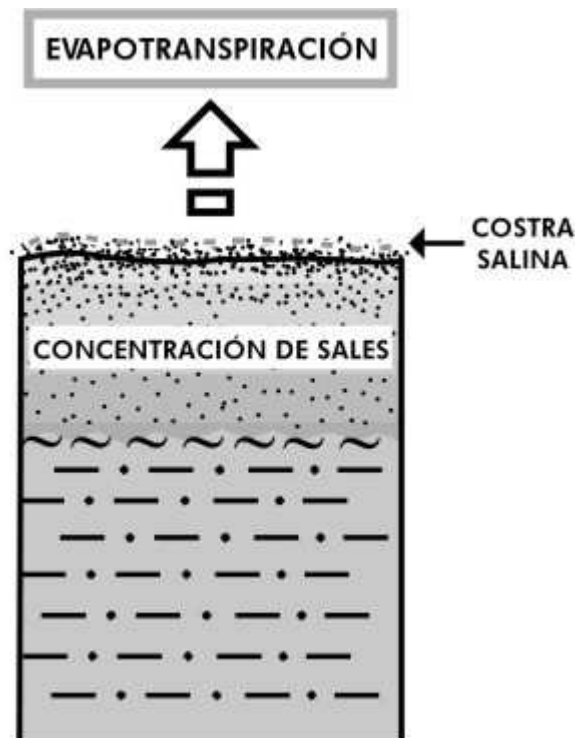


Figura 4. Salinización. Formación de la costra salina (tercera fase)

## Recuperación de los suelos salinos

### En áreas con problemas de drenaje

La salinización es un proceso parcialmente reversible. Cuando ocurren ciclos climáticos "normales" para la región el agua de lluvia puede lixiviar las sales hacia horizontes profundos, dando lugar a una lenta recuperación natural (Figura 5). Para que ello ocurra es necesario evitar el pastoreo continuo, que intensifica la denudación del terreno provocando compactación superficial y disminución de la capacidad de infiltración del suelo. En estas condiciones es posible observar la revegetación natural del suelo. La primera especie que se instala es la *Salicornia* (Jume), luego aparece *Distichlis* sp. (pelo de chancho) y cuando se intensifica el lavado de sales, aparecen *Kochia scoparia* (morenita) y *Cynodon dactylon* (gramilla o pata de perdiz).

Para acelerar el proceso de recuperación es necesario aplicar prácticas de manejo tendientes a mejorar las condiciones hidrofísicas del suelo, mantener la cobertura vegetal existente y romper la continuidad del espacio poroso del suelo a los efectos de evitar el ascenso capilar de la solución salina. Los sectores carentes de vegetación son los más críticos en cuanto a posibilidades de recuperación. En ellos es conveniente realizar la cobertura de la superficie del suelo con rastrojo o paja de cualquier naturaleza a los efectos de disminuir la incidencia de la energía evaporante y con ello el ascenso de la solución salina. Este procedimiento favorece además el lavado de sales por acción de las lluvias (Figura 6).



Figura 5. Recuperación natural del suelo

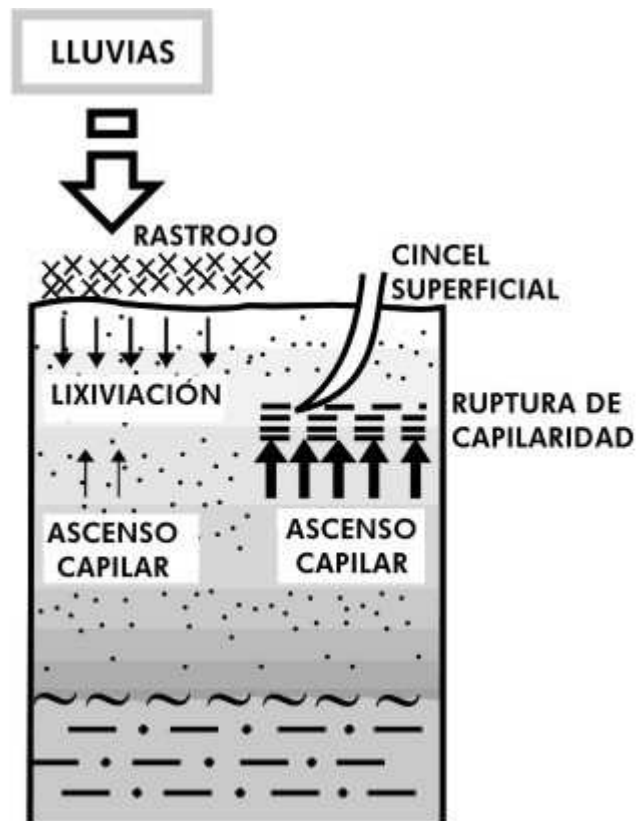


Figura 6. Recuperación del suelo mediante prácticas de manejo (primera fase: lixiviación)

Otra metodología para disminuir el ascenso de las sales consiste en la aplicación superficial de un cincel en forma repetida durante el verano a los efectos de romper la capilaridad y favorecer la lixiviación en profundidad de las sales. Estas operaciones se deben realizar previamente a la siembra de una pastura en el otoño (Zamolinski, Casas y Pittaluga, 1994).

Una vez que se logra disminuir la salinidad por algunas de las prácticas enunciadas, es posible la siembra e implantación de una pastura a base de especies tolerantes (Figura 7). Para este propósito han mostrado buen comportamiento el Agropiro alargado, Festuca, Lotus tenuis y Melilotus albus y officinalis (Zamolinski, 2001).

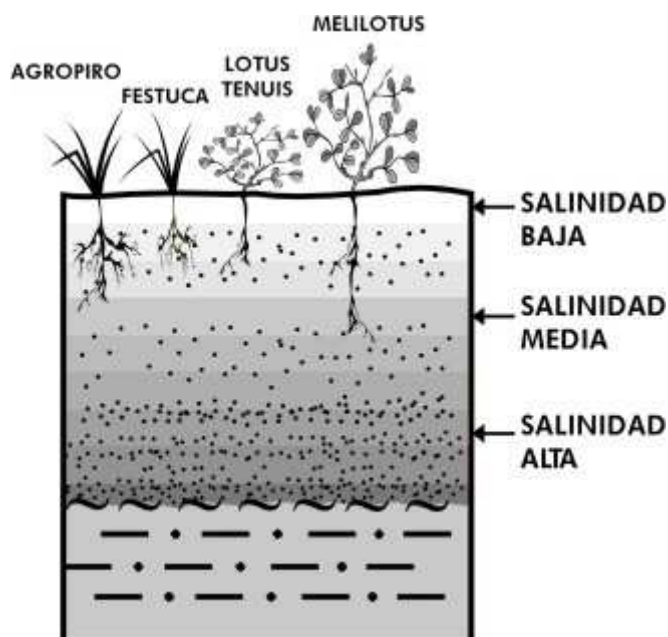


Figura 7. Recuperación del suelo mediante prácticas de manejo (segunda fase: vegetación)

En caso de contar con vegetación desarrollada espontáneamente en el lote a recuperar, se podrán intersembrar especies tolerantes a salinidad tales como Agropiro, Melilotus y Lotus tenuis. La Festuca es una especie con un buen comportamiento en suelos de salinidad moderada. Previo a la intersiembra se recomienda la aplicación de un herbicida total a los efectos de secar la vegetación natural, manteniendo la cobertura.

En una experiencia realizada en Pasteur (Provincia de Buenos Aires) sobre un Hapludol thapto nátrico se evaluó a partir del mes de setiembre la salinidad del suelo a una profundidad de 0 a 15 cm durante 18 meses consecutivos en un suelo tratado con cobertura de paja de pasto puna (a razón de 1500 kg/ha) y en otro suelo con campo natural. En el suelo tratado con cobertura se efectuó la siembra de una pradera de Agropiro en el mes de marzo. En el lote tratado con Agropiro la salinidad osciló entre 5 y 8 dS m<sup>-1</sup>, mientras que en el campo natural varió entre 13 y 36 dS.m<sup>-1</sup>, alcanzando el valor máximo a principios de noviembre (Figura 8).

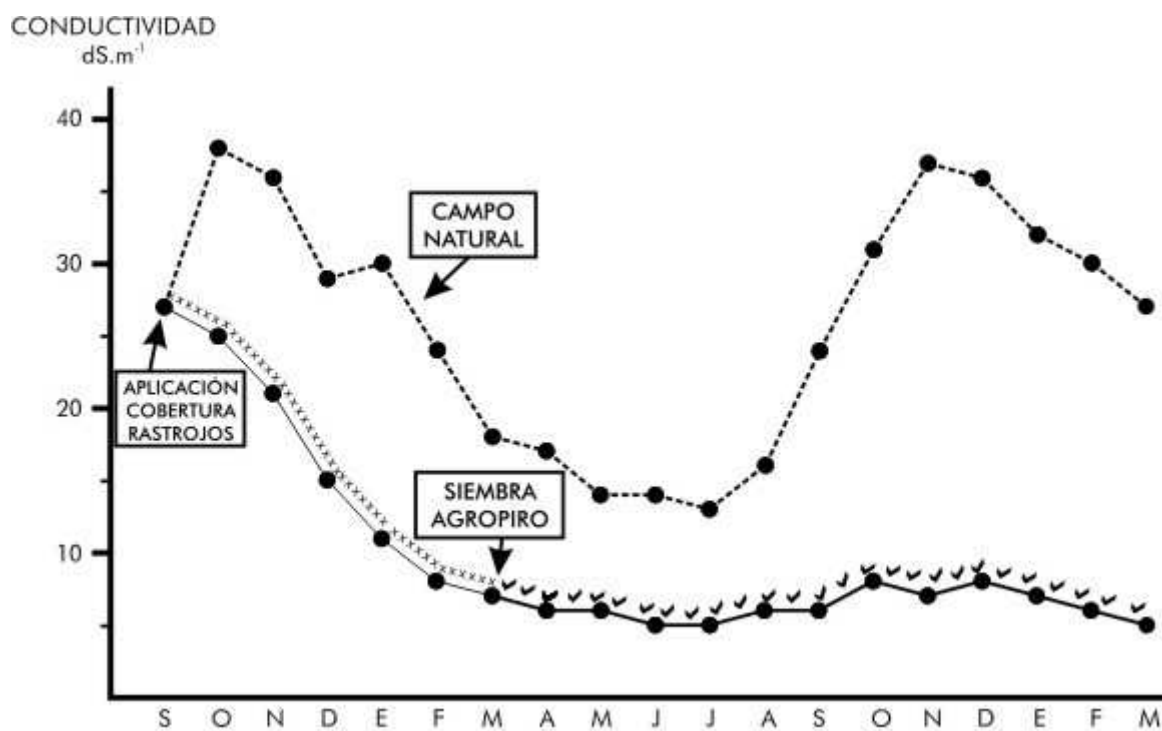


Figura 8. Evolución de la salinidad del suelo en el campo natural y en el suelo tratado con cobertura de rastrojos y siembra de agropiro

En las figuras 9 a 12 se muestra la variación en profundidad de la salinidad, pH, porcentaje de sodio de intercambio y contenido de materia orgánica, en el suelo con Agropiro y con pastura natural. Se puede observar la mejoría significativa que se produce en los 20 a 25 cm superiores del perfil en función de la lixiviación de sales, y la actividad radicular que contribuye significativamente al descenso del pH y posiblemente al descenso del PSI (Casas y Pittaluga, 1984).

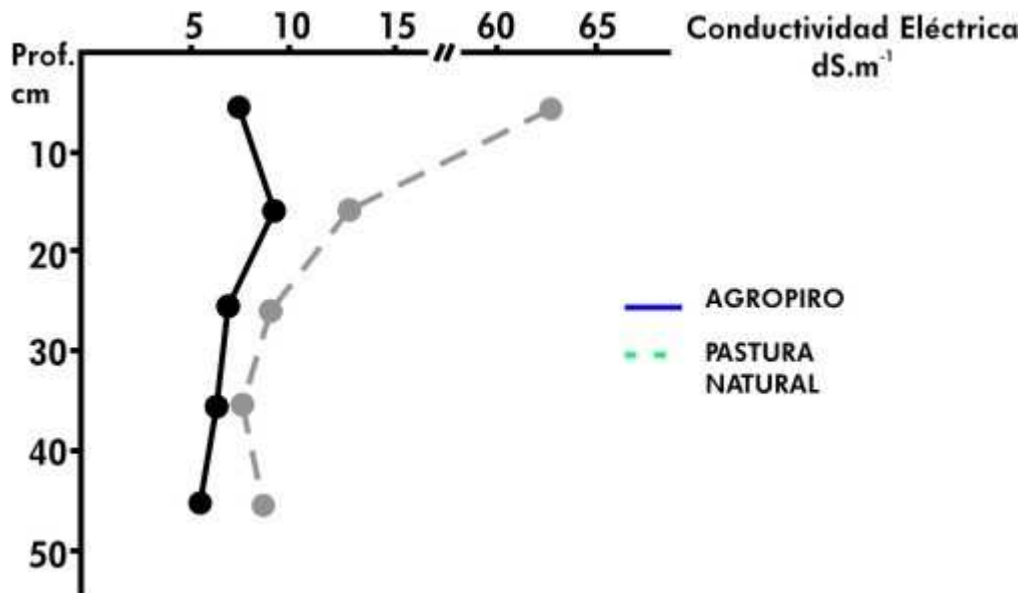


Figura 9. Variación en profundidad de la conductividad eléctrica en un suelo con agropiro en clausura y con pastura natural sobrepastoreada (Casas y Pittaluga, 1984)

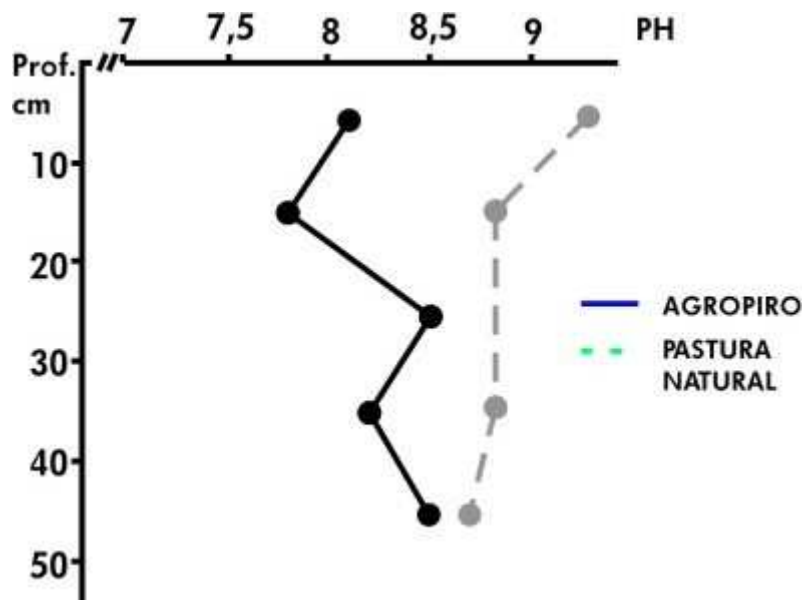


Figura 10. Variación en profundidad del pH en un suelo con agropiro en clausura y con pastura natural sobrepastoreada (Casas y Pittaluga)

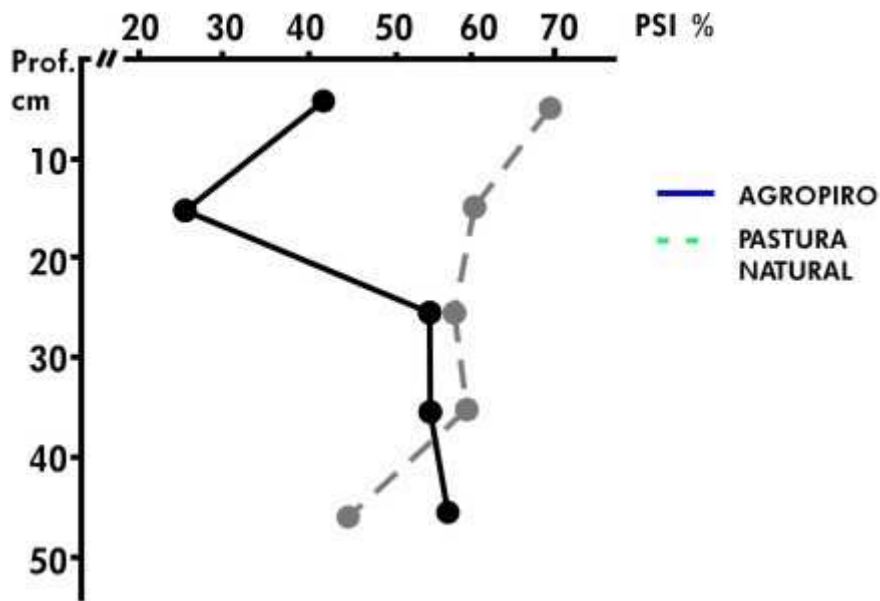


Figura 11. Variación en profundidad del porcentaje de sodio intercambiable en un suelo con agropirol en clausura y con pastura natural sobrepastoreada (Casas y Pittaluga, 1984)

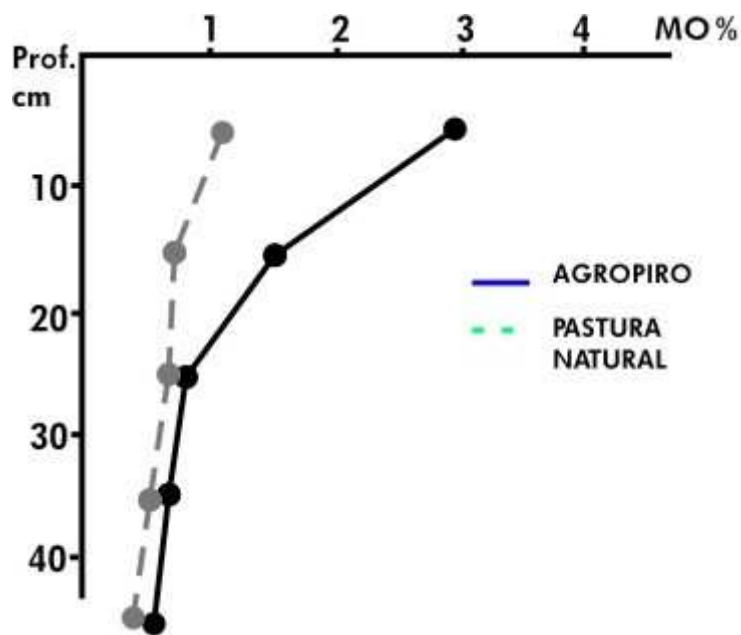


Figura 12. Variación en profundidad de la materia orgánica en un suelo con agropirol en clausura y con pastura natural sobrepastoreada (Casas y Pittaluga)

Las prácticas agronómicas de manejo del suelo constituyen una de las claves para mejorar la situación de la región, a pesar de o cual no se las tiene en cuenta o ha quedado relegadas a un segundo plano. Si se parte de la base que el mayor movimiento del agua es vertical (infiltración y evaporación), el rol que juega el suelo y los cultivos es fundamental para amortiguar y eliminar los excedentes de agua. En la [figura 13](#) se muestra un esquema sobre las distintas formas de retención y eliminación del agua de lluvia como así también los porcentajes estimados por diferentes autores. Como se observa la cantidad eliminada por evapotranspiración es la mayor (65-88%) y debe ser tomada especialmente en cuenta para el secado de los suelos de la región (Pántano, 2001).

El manejo de los cultivos y pasturas adquiere gran importancia en función del incremento de la evapotranspiración. Los cultivos actúan como verdaderas "bombas biológicas" que eliminan el agua del suelo por transpiración debiéndose trabajar los bajos con las especies anteriormente mencionadas y las lomas con cultivos



agrícolas, alfalfa y pasturas consociadas. La implementación de planes masivos de forestación en suelos aptos constituye otra medida muy acertada para contribuir el secado de los suelos (Casas, 2002). En la [tabla 2](#) se observa el tamaño y distribución de estomas en las hojas de varias especies vegetales, observándose la elevada densidad de estomas por centímetro cuadrado en alfalfa, maíz y girasol (Meyer y col.).

La capacidad de "bombeo" y secado de los suelos guarda relación con la profundidad del sistema radical y la capacidad de exploración del perfil. En la figura 14 se observa un esquema comparativo de la profundidad explorada por las raíces de una gramínea (trigo, en el ejemplo considerado) y alfalfa. Estos aspectos deberán ser tenidos en cuenta a la hora de decidir el uso de la tierra y las rotaciones a implementar, tratando de aumentar la capacidad transpirante de los cultivos en los sectores susceptibles de sufrir excesos de humedad. En la [figura 15](#) se observa la fluctuación diaria del nivel de la capa freática en un suelo cultivado con alfalfa. Cuando se procede el corte de la alfalfa se produce un rápido ascenso de casi 10 centímetros en función de la disminución de la transpiración (Fuschini Mejía, 1994).

Resulta fundamental en este esquema evitar, el sobrepastoreo y compactación del suelo, debido a que ésta es una de las principales causas de disminución de la infiltración y aumento del escurrimiento hacia los bajos. Se deberá mantener en buenas condiciones el espacio poroso y los niveles de materia orgánica del suelo. Es decir, la idea es incrementar la infiltración del agua, con acumulación en el suelo y aumentar la evapotranspiración. Los excedentes escurrirán lentamente hacia los bajos y lagunas efímeras cuya capacidad podrá ser aumentada mediante la construcción de bordos perimetrales.

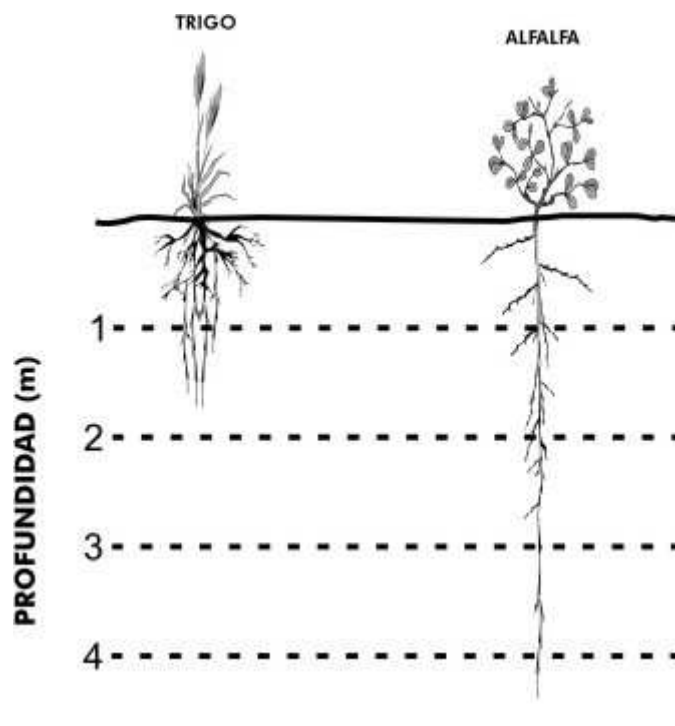


Figura 14. Sistema radical del trigo y de la alfalfa

### En áreas agrícolas

En los suelos agrícolas de la región pampeana afectados por inundaciones se producen procesos de erosión hídrica, lavado de nutrientes y compactación por efecto del agua, lo cual podrá afectar su productividad en forma temporaria o permanente. En éstas áreas, se registran escurrimientos desde los sectores más altos, encharcamientos temporarios y anegamiento de sectores deprimidos. La energía morfogenética del paisaje, determina un movimiento más rápido del agua, que tiende mayoritariamente a drenar por los cauces naturales del terreno. La situación descrita genera erosión de los suelos en pendientes y sedimentación en los sectores bajos del relieve, los que constituyen los procesos degradatorios más importantes por su gravedad e imposibilidad de remediación.

Es importante mediante prácticas de manejo del suelo, tratar de retener el agua de lluvia en el lugar donde cae, evitando o retardando el escurrimiento hacia los bajos y lagunas. En este sentido la aplicación del sistema de siembra directa en los suelos agrícolas contribuirá a mejorar la infiltración y almacenamiento en lomas y cordones medanosos.

Otros procesos que se verifican son la compactación del horizonte superficial, como así también la formación de sellos y costras que limitan la infiltración del agua y reducen la aireación, afectando procesos biológicos esenciales para el suelo. La pérdida de materia orgánica ligada a las fracciones más finas, constituye otro problema de los suelos inundados, asociándose a la lixiviación de nutrientes móviles.

En estas áreas se imponen labranzas superficiales para romper costras y compactaciones superficiales, como así también la labranza vertical a los efectos de agrietar el suelo en profundidad y favorecer la aireación y normal funcionamiento de los procesos biológicos. Estas prácticas, deberán completarse con rotaciones de cultivos que incorporen cantidades elevadas de rastrojos al suelo (ej: maíz y sorgo) y también con alto contenido de lignina (ej: trigo), a los efectos de incrementar el contenido de materia orgánica y la protección del suelo. La aplicación de fertilizantes permitirá restituir las pérdidas de nutrientes, que serán importantes en el caso del nitrógeno y del azufre.

[\[arriba\]](#)

## Conclusiones

Las prácticas agronómicas para manejo del suelo y los cultivos, constituyen la clave para mejorar la situación de la región afectada recurrentemente por excesos hídricos. Dado que el mayor movimiento del agua es de tipo vertical, a través de la infiltración y especialmente la evaporación - transpiración, el rol del suelo y los cultivos es fundamental para acelerar el secado de los suelos.

Con la finalidad de retener, almacenar y eliminar la mayor cantidad posible de agua se deberán seguir los siguientes principios:

- a) Retener el agua de lluvia donde cae, mejorando la infiltración y almacenamiento del agua en las lomas y cordones medanosos.
- b) Evitar el sobrepastoreo y la compactación del suelo, manteniendo adecuados niveles de materia orgánica.
- c) Aumentar la capacidad de reservorio de bajos y lagunas efímeras mediante el bordeo perimetral de los mismos.
- d) Programar rotaciones con cultivos y pasturas que incrementen la tasa de evapotranspiración. Se trata de un " bombeo biológico " que se debe basar en la utilización de los cultivos más eficientes para el secado de los suelos (maíz, alfalfa, forestales).

Para mejorar la situación de las áreas afectadas se deberán combinar sistemáticamente prácticas agronómicas de manejo de suelos y cultivos, con obras hidráulicas destinadas exclusivamente a drenar los excedentes que no pueden ser almacenados en el suelo, bajo naturales y lagunas.

En conclusión, para mejorar en el mediano plazo la situación de las áreas afectadas por excesos hídricos de la Región Pampeana se deberán combinar sistemáticamente prácticas agronómicas de manejo de suelos y cultivos, con obras hidráulicas destinadas exclusivamente a drenar los excedentes que no puedan almacenarse en el suelo, bajos naturales y lagunas.

[\[arriba\]](#)

## Bibliografía

- CASAS, R.R. 2001 Empezar por el principio. Clarín, Suplemento Rural, Primera línea. 24 de noviembre.
- CASAS; R.R., A. PITTALUGA. 1984. Efecto de una pastura de Agropiro bajo clausura en la recuperación de suelos salinizados en el Partido de Carlos Tejedor. INTA; ACINTACNIA; año 1, Nº 12. Castelar.
- CASAS; R.R., A. PITTALUGA. 1990. Anegamiento y salinización de los suelos en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. EN: Manejo de tierras Anegadizas. PROSA, FECIC. Gráfica Guadalupe. Buenos Aires.
- FUSCHINI MEJÍA, M. 1994. El agua en las llanuras. UNESCO - Programa Hidrológico Internacional. 58 p. Montevideo.
- MEYER, B.S, ANDERSON, D.B. y R.H. BOHNING. 1996. Introducción a la Fisiología vegetal. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- PANTANO, e. 2001. Comunicación Personal.
- UNIDAD PROYECTO RÍO SALADO 2000. Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado. Gobierno de la Pcia. de Buenos aires. Ministerio de Obras y Servicios Públicos.

ZAMOLINSKI, A.F., CASAS, R.R. y A. PITTALUGA. 1994. Manejo de suelos salinos en el noroeste de la Provincia de Buenos Aires. INTA. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. Publicación Técnica N° 15.

ZAMOLINSKI, A.F.. 2001. Experiencias en recuperación de suelos salinizados. INTA, Estación Experimental agropecuaria General Villegas. Publicación técnica N° 31

[\[arriba\]](#)