

2 SUELO, AGUA y MANEJO

Ing Agr (Dra, MSc) Margarita M Alconada Magliano
Prof Edafología, Fac Cs Ag y Fs, UNLP

2.1 Suelo y agua: Indicadores de calidad y degradación

Problemática de la región en producción intensiva_ El manejo de los suelos con cultivos intensivos es frecuentemente realizado utilizando procedimientos que en líneas generales se repiten año tras año desde hace décadas. Si bien, se introducen algunas modificaciones el criterio es semejante y en general erróneo: *“las disminuciones de rendimiento y/o degradaciones observadas, se revierten con el uso de más insumos, en tipo y cantidad”*.

En todos los casos, aunque en tiempos variables, se producen **degradaciones del suelo** que generan disminución del rendimiento, aumento de enfermedades y plagas. Estas degradaciones y consecuencias se intentan revertir con el agregado de fertilizantes, abonos orgánicos (estiércoles), biocidas en planta y en el suelo, y recientemente mediante la aplicación de un número importante de productos cuyo origen y efectividad no ha sido debidamente probada, tal como son los denominados genéricamente *“bioestimulantes”*. Si bien en algunas ocasiones aparentemente se obtienen efectos benéficos, en general no son permanentes ni solucionan la situación planteada ya que no se aborda el problema. Por el contrario, *se aumentan los costos con menor margen bruto, se contaminan los productos de cosecha y el ambiente en general*, principalmente el agua de consumo humano. Por ejemplo, en Colonia Urquiza, La Plata, Miguel Auge (UBA) señala la presencia de nitratos en el agua en cantidad suficiente como para generar serios problemas de salud debido al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados.

Cabe entonces plantearse ¿cuando se **originan los problemas?**

Puede afirmarse que **se inician al no considerar las particularidades naturales del suelo y del agua de riego**, que varían incluso dentro de la región del Gran La Plata. Sin embargo, es frecuente que se apliquen **“recetas”** que se generaron para otras regiones del mundo y esquemas productivos (por ejemplo, hidroponía, enarenados). En el Gran La Plata, uno de los insumos que frecuentemente se aplican en exceso son los **fertilizantes inorgánicos**, que son agregados en dosis que superan la capacidad productiva de las plantas (potencial rendimiento). Asimismo, los **abonos orgánicos** son fuente de nutrientes y sales, e incluso contaminantes, y son también agregados sin control y en exceso. Estos excesos en abonos inorgánicos y orgánicos favorecen la

salinización de los suelos y **deficiencias de otros nutrientes**. En la región es frecuente la deficiencia inducida **de calcio** en frutos de tomate y pimiento, asociada al manejo del suelo, abonos y del riego. Los suelos tienen naturalmente un elevado contenido de calcio.

Si bien en algunos casos, previo al manejo de la nutrición **se analizan los suelos**, esto generalmente se hace sobre algunas propiedades del horizonte superficial, sin considerar que dicho horizonte funciona como parte de un suelo mucho más profundo (perfil con diferentes horizontes) que se vincula con el agua subterránea. Así, el suelo de un sitio funciona en un paisaje donde todos sus elementos se relacionan. Consecuentemente, todo lo que se hace en superficie incide en profundidad y a su vez determina que efectivamente el suelo continúe siendo apto para los cultivos, así como que el agua subterránea continúe siendo potable para consumo humano.

Suelos y Agua en su condición natural_. Los **suelos** de la región si bien presentan variaciones en algunas propiedades, describiéndose diversos tipos de suelo (Hurtado y colaboradores, 2006), en términos generales en su **condición natural** tienen como principal limitante una **permeabilidad** (pasaje vertical del agua) restringida por la presencia de una gran cantidad de arcillas desde superficie (Figura 5), y un bajo contenido de **fósforo**. El resto de las variables químicas se encuentran en niveles adecuados. Sin embargo, al agregar fósforo en cantidades elevadas y en forma continua se generan “**hiperfertilizaciones**” que favorecen otras deficiencias nutritivas. Así por ejemplo, si bien son diversos los motivos por los cuales el **calcio** disminuye en su contenido, disponibilidad y movilidad, tiene un rol importante el exceso de fósforo. El fósforo como **ácido fosfórico** es también agregado en la región para disminuir el pH de los suelos alcalinizados, resultando esta práctica inconducente a resolver el problema, por el contrario, agudiza la situación planteada de hiperfertilización con fósforo.

El **agua de riego**, aún con diferencias según las localidades y sitios dentro de estas, prevalecen las que contienen elevado contenido de **sodio** y **bicarbonato**. Esto conduce a un aumento de sodio y pH (**alcalinización** del suelo), generando también una disminución del calcio para el consumo de las plantas y como para asegurar la circulación del aire y agua debido a que es el elemento que asegura una buena estructura y porosidad del suelo (calcio floclula y sodio dispersa). Consecuentemente, al perder calcio y aumentar el sodio, se pierde estructura, se compacta, se acumula el agua, y esto favorece otros procesos degradativos.



Figura 5 Principales suelos donde se realiza la producción flori-hortícola en el Gran La Plata

Respecto al aumento de sales, **salinización**, aún cuando el agua posea baja concentración se va acumulando con los sucesivos cultivos, tanto más cuanto mayor es la pérdida de estructura. La agricultura con riego en todo el mundo conduce a la alcalinización y salinización de los suelos, **su control depende** del tipo de suelo y agua, y **principalmente del manejo**.

Degradaciones principales del suelo en la región. La **compactación** del suelo se debe al manejo, **laboreo excesivo, falta de rotaciones, pérdida de materia orgánica, y alcalinización**. Esto favorece la **salinización** que es debida a la acumulación de sales de variado origen, y que se aprecia en superficie por la presencia de halos de color blanquecino alrededor del bulbo de riego y del suelo en general. Ambos procesos generan un ambiente desfavorable (excesos de humedad o sequedad) para las plantas, microflora y fauna benéfica del suelo, propiciando el desarrollo de los microorganismos patógenos, plagas, decaimiento general de la vegetación (toxicidad, sequías fisiológicas).

En la Figura 6 se presentan diferentes bulbos húmedos del riego por goteo: a) con **mal manejo** y formación de **halos salinos (izquierda)**; b) en situaciones extremas de salinización y alcalinización que favorece el **encharcamiento (centro)**, y c) **sin sales** debido a un **manejo ajustado** a las condiciones del medio (derecha).



Figura 6 Bulbos húmedos del riego: a) mal manejo con halo salino) (izq); b) con sales, compactación y encharcamiento (centro); y c) manejo ajustado a las condiciones del medio, sin sales (derecha)

En la Figura 7 y 8 se compara para dos tipos de suelos de la región del Gran La Plata (EE Gorina y EE Hirschhorn respectivamente), su condición natural sin degradar y degradado por un uso intensivo en invernáculos. Se aprecia pérdida de materia orgánica (color claro) y pérdida de estructura, y consecuentemente compactación desde superficie que llega a impedir la circulación del agua en sentido vertical. En el caso del suelo de Gorina (Figura 7) el agua de riego se acumula sobre el horizonte Bt (muy arcilloso) generando un horizonte de degradación E (color blanquecino) entre el horizonte superficial Ap y dicho Bt. En superficie, aumenta el agrietamiento natural de estos suelos debido a la alta proporción de arcillas que se expanden y contraen conforme a los periodos húmedos y secos respectivamente. Estas grietas conducen a una distribución irregular del riego y productos que se aplican.



Figura 7 Perfil de suelo en la EE Gorina (suelo Serie Gorina) en invernáculo con detalle de agrietamiento en superficie (izquierda) e igual suelo en su condición natural con detalle de estructura granular (derecha)

En el suelo de la EE Hirschhorn dado el menor contenido de arcillas expansivas las degradaciones son menores, sin formación de horizonte E y agrietamiento superficial manifiesto.

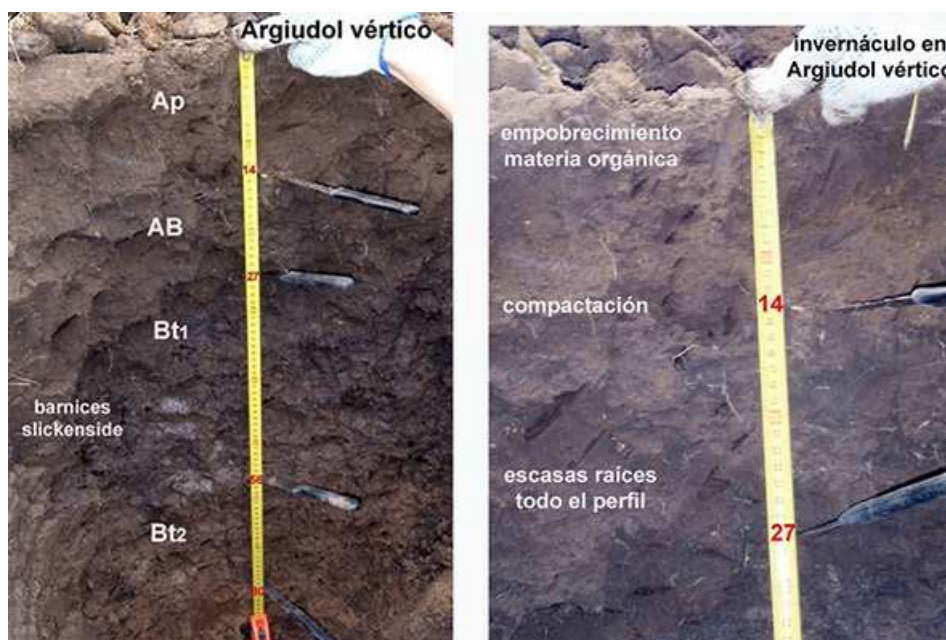


Figura 8 Perfil del suelo en la EE Hirschhorn (suelo Serie Estancia Chica) en invernáculos (derecha) y el mismo suelo en su condición natural (izquierda)

En síntesis:

Principales degradaciones_. salinización, alcalinización, disminución de materia orgánica, con pérdida de porosidad (estructura) que se agrava por el laboreo excesivo, ausencia de rotaciones y exceso de abonos (orgánicos e inorgánicos). Como consecuencia, el suelo se compacta y se favorece el encharcamiento, desarrollo de plagas, enfermedades, y desbalances nutritivos (excesos de algunos nutrientes y déficit de otros).

Principales consecuencias_. disminución de la producción, aumento de costos por mayor uso de agroquímicos e insumos en general, disminución del beneficio económico, contaminación del ambiente y de los productos de cosecha.

Las consecuencias del mal manejo de los suelos, agua e insumos, se suman a la problemática de la región en aspectos socio-económicos y político-administrativos comentados en punto anterior (punto I, Mierez y Vega).

2.2 Manejo: control de la salinidad, alcalinidad y drenaje

Prácticas de manejo que favorecen las degradaciones_. Tal como se analizó en punto precedente (punto 2.1), los problemas que se generan en los suelos imperfectamente drenados por el riego con aguas ricas en sodio y bicarbonato, son fuertemente agravados por la elevada aplicación de *fertilizantes y abonos orgánicos* sin control y sin una calidad adecuadamente definida.

Respecto a los *abonos orgánicos*, en todos los casos los estiércoles frescos o sin estabilizar, aportan sales, nutrientes, contaminantes y microorganismos de variado tipo, destacándose los patógenos. Asimismo, los abonos orgánicos conforme se aplican en la región, en general no generan humus (materia orgánica transformada) en cantidad suficiente como para mejorar la estructura y porosidad (disminuir la compactación). El humus se forma principalmente a partir de residuos vegetales. Las mejoras que temporalmente se observan al agregar grandes cantidades de abonos orgánicos tal como estiércoles en cama de pollo fresco o con escasa maduración, muy posiblemente se deba a la remoción del suelo, aporte de un material voluminoso y en algunos a casos al exudado de una microflora que aumenta y que favorecería cierta agregación temporal del suelo. Si bien muchos de los nutrientes que contienen son benéficos estos se suman al aporte total que se le suministra a un cultivo a través de la fertirrigación y del propio suelo, favoreciéndose así los desbalances nutritivos mencionados y la salinización. Asimismo, los fertilizantes inorgánicos agregados en el riego, son fuente importante de sales, y favorecen la salinización edáfica.

La roturación excesiva del suelo con herramientas que destruyen la estructura (rotovacter), e inundaciones para facilitar el laboreo y preparación de lomos, son también prácticas que agravan la situación descrita.

Recomendaciones_. Los suelos de la región del Gran La Plata que se incorporan a la producción intensiva necesitan ajustar los niveles de fósforo en forma paulatina sin llegar a superar aproximadamente 40-50 ppm de P por Bray Kurtz, dependiendo del sistema productivo y cultivo. Posteriormente si es necesario, según cultivo y potencial de rendimiento, sólo se requieren dosis de mantenimiento al igual que para el resto de los nutrientes. Respecto al fósforo es de destacar que en general en la región, se miden valores que superan 200 ppm y alcanzan 1000 ppm (hiperfertilización), esto como se comentó, indefectiblemente genera desbalances en otros nutrientes tal como el calcio. Asimismo, aportes elevados de otros nutrientes como el K pueden conducir a

deficiencias de calcio entre otros. En todos los casos (cultivos, rendimientos, manejos) debe mantenerse una relación adecuada entre los nutrientes que se aportan a fin de evitar desbalances nutritivos (nutrientes compiten en su absorción por la planta).

Los tipos y dosis de fertilizantes a aplicar deben resultar del balance entre lo que la planta es capaz de consumir para un rendimiento potencial dado y lo que el medio provee a través del suelo y por el agregado de abonos orgánicos. Se destaca que incluso el **agua** aporta nutrientes que podrían ser considerados en dicho balance. Controlar el *aporte de sales y pH* que generan los fertilizantes.

Abonos orgánicos que se aplican deben estar estabilizados y maduros, asegurando su inocuidad biológica, y controlando el aporte de elementos *contaminantes, sales, pH y nutrientes benéficos*.

Compost y lombricompostos elaborados a partir de diferentes materiales pueden ser una alternativa válida si se controla su calidad y la cantidad aplicada. Se analiza en punto 3.

Riego ajustado a las necesidades del cultivo, y salinidad presente. Evitar pérdidas de agua desde los sistemas de riego y/o excesos de riego que favorezcan sectores encharcados y con esto, el desarrollo de algas, moho, plagas y enfermedades. Asegurar que el bulbo húmedo generado por los goteros tenga una dimensión suficiente como para evitar que en el caso de la presencia de sales estas lleguen a la base de la planta. Sin embargo, cabe reafirmar que es posible que las sales no se acumulen si es que se asegura el drenaje y se controla el aporte de sales (Figura 6, c).

Mantener la estructura y mejorar la infiltración del agua (drenaje). Asegurar un contenido de materia orgánica en el suelo (rotación de cultivos, abonos verdes, residuos vegetales secos). Si se ha llegado a una situación donde la dureza del suelo dificulta la preparación del terreno, humedecerlo en forma paulatina y/o permitir la entrada de agua de lluvia, evitando inundarlo ya que esto conduce a una mayor compactación, es como batir y amasar el suelo. Evitar una roturación excesiva que llegue a pulverizar el suelo. Implantar otros cultivos previos al cultivo principal son alternativas promisorias que además de incorporar materia orgánica capaz de formar humus han sido ensayados con éxito en el control de plagas y enfermedades (abonos verdes, biofumigaciones). Se analiza en punto 4 y 5.

En Figura 9 se comparan dos manejos en el suelo Argiudol degradado de la Figura 8 en dos invernáculos contiguos: a) manejado con laboreo intensivo, pulverizando el suelo conforme se realiza en la región, y b) con incorporación de abonos verdes, control de fertilización, rotaciones, entre otras prácticas de recuperación del contenido de materia orgánica, estructura, y disminución de la salinidad.



Figura 9 Suelo Argiudol de la EE Hirschhorn en invernáculos contiguos con dos manejos: pulverización del suelo conforme se realiza en la región (izquierda) vs laboreo y prácticas de recuperación (abonos verdes, rotaciones, etc) (derecha)

Aumentar la profundidad de enraizamiento (profundidad efectiva) y mejorar la circulación del agua. Pueden indicarse 3 prácticas que han tenido éxito en la región: *drenes de PVC*, *subsolado*, y en menor medida el *laboreo con cincel*.

En los casos en que la acumulación de sales se ha producido y/o las condiciones productivas aportan sales pueden instalarse **drenes subsuperficiales** en el horizonte más arcilloso (denominado Bt) ubicado en la región a aproximadamente 20-30 cm de profundidad. Con estos drenes se impide que se acumule agua en superficie y el ascenso de sales cuando se seca el suelo entre dos riegos consecutivos. Se analiza en punto 2.3.2 (Figura 12 y 13). El **cincel y subsolado** aunque sus efectos favorables sobre la circulación del agua es por menor tiempo, resultan promisorios.

Respecto al **encalado**, práctica habitual en la región, si bien pueden generar mejoras temporales, en general las dosis son insuficientes para el objetivo propuesto (reemplazar sodio por calcio y mejorar la estructura), debiéndose además, mejorar la permeabilidad subsuperficial para asegurar su eficiencia (punto 2.3.1, Figura 10 y 11).

Puede considerarse la aplicación de yeso en el agua de riego en bajas concentraciones, asegurando un adecuado balance de nutrientes.

2.3 Experiencias en el manejo del drenaje

2.3.1 Subsulado y Cincel

Ing Agr (Dra) Cecilia Cerisola
Prof. Manejo de Suelos, Fac Cs Ag y Fs, UNLP

En el suelo de la Estación Experimental A Hirschhorn (Argiudol vértico Serie Estancia Chica) degradado por producción intensiva en invernáculos, tal como se presentó en la Figura 8, se realizaron labores de cincelado y subsulado a fin de disminuir la compactación, aumentar la permeabilidad y mejorar la producción de un cultivo de tomate. En la Figura 10 y 11 se presentan las labores de cincelado y subsulado respectivamente.



Figura 10 Labor de cincel en suelo degradado de EE AH



Figura 11 Labor de subsulado en suelo degradado de EE AH

La destrucción de la compactación mediante labores verticales profundas, permitió un mayor almacenamiento de agua, una menor densidad aparente y una mayor producción. Las mejoras en el suelo y rendimiento del cultivo fueron significativamente mayores con la práctica de subsulado respecto a la de cincelado. En el cultivo de tomate temprano el rendimiento en el suelo subsulado fue mayor a un 50% respecto al cincel, siendo la diferencia algo menor en el cultivo tardío. El efecto mejorador del suelo con el subsulado continúa luego de dos cultivos de ciclo corto. El riego, como factor de consolidación del suelo, afectó más al tratamiento cincelado.

2.3.2 Drenes corrugados, PVC.

Ing Agr (MSc)
Marisol V Cuellas
INTA, AMBA.

Ing Agr (Dra, MSc) Margarita M Alconada Magliano
Prof Edafología, Fac Cs Ag y Fs, UNLP

En la **EE Gorina** sobre suelo degradado (Figura 6 y 7) con cultivo de tomate y en igual suelo en **campo de productor** con cultivo de pimiento, se estudio el efecto sobre el suelo y el cultivo de la instalación de drenes de diferente diámetro (10 a 15 cm), respecto a enmienda cálcicas (yeso), yeso con drenes y un testigo. Los manejos fueron los tradicionales en la región del Gran La Plata en relación al cultivo, abonado y fertirriego. Los drenes se instalaron sobre el techo del horizonte Bt (arcilloso) en una zanja de 0,4 m de ancho, 30 m de longitud y con pendiente del 0,3%. Aproximadamente la profundidad en un extremo y otro de los drenes es de 50 -60 cm respectivamente. El distanciamiento entre drenes del ensayo en la EE Gorina fue de 3 m y en el campo de productor de 5 m. Se utiliza un nivel de albañil en toda la extensión del dren a fin de garantizar la uniformidad de la zanja y pendiente (Figura 12, derecha). Los drenes presentan orificios de 3-4 mm distribuidos en forma helicoidal, por lo cual para evitar que se obstruyan se cubrieron con material filtrante de piedra granítica de 1-2 cm de diámetro, en un espesor de 5 cm en todo el perímetro. Una vez instalados los drenes, se cubrió con tierra del horizonte A, desechando la parte extraída del horizonte Bt.

Ensayo EE Gorina_. En la Figura 12 se presentan los drenes utilizados en la EE Gorina y en la Figura 13 el efecto sobre el suelo. Se aprecia una disminución significativa de sales con los drenes. No hubo efectos significativos en la alcalinidad. Esto último se atribuye al aporte continuo de agua de riego de tipo bicarbonatada sódica. En los casos en que se agregó yeso se produjo una acumulación de sales, incluso cuando este se combinó con los drenes. En el testigo la salinidad resultó mayor aunque menor que la que se producía en años previos (Figura 6 imagen izquierda y central), por lo cual el efecto de los drenes distanciados a 3 m tuvo al final del cultivo un efecto favorable en todo el suelo del invernáculo. Inicialmente hubo diferencias en los rendimientos de tomate a favor de los drenes haciéndose menores estas diferencia a partir del segundo año.



Figura 12 Drenes instalados en la EE Gorina subsuperficialmente sobre el techo del horizonte Bt, cobertura con piedra granítica (izquierda) y uso de nivel para mantener pendiente (derecha)



Figura 13 Efecto en el suelo de los drenes, yeso, yeso mas yeso, respecto al testigo

Ensayo campo de productor_. En la Figura 14 se presentan los drenes en campo de productor y en Figura 15 el efecto sobre el suelo. El uso de drenes condujo a una disminución de la salinidad, aumento del rendimiento del cultivo de pimiento protegido, con independencia del diámetro del dren utilizado (10-15 cm). El tratamiento con yeso, presentó un comportamiento variable, siendo en ocasiones semejante a lo observado en drenes y en otras se asemejó al testigo. Hacia el final del ensayo, al igual que lo comentado para el ensayo en EE Gorina, el efecto de drenes alcanza también al testigo, con una mejora general de la salinidad en todo el invernáculo.



Figura 14 Drenes instalados en campo de productor

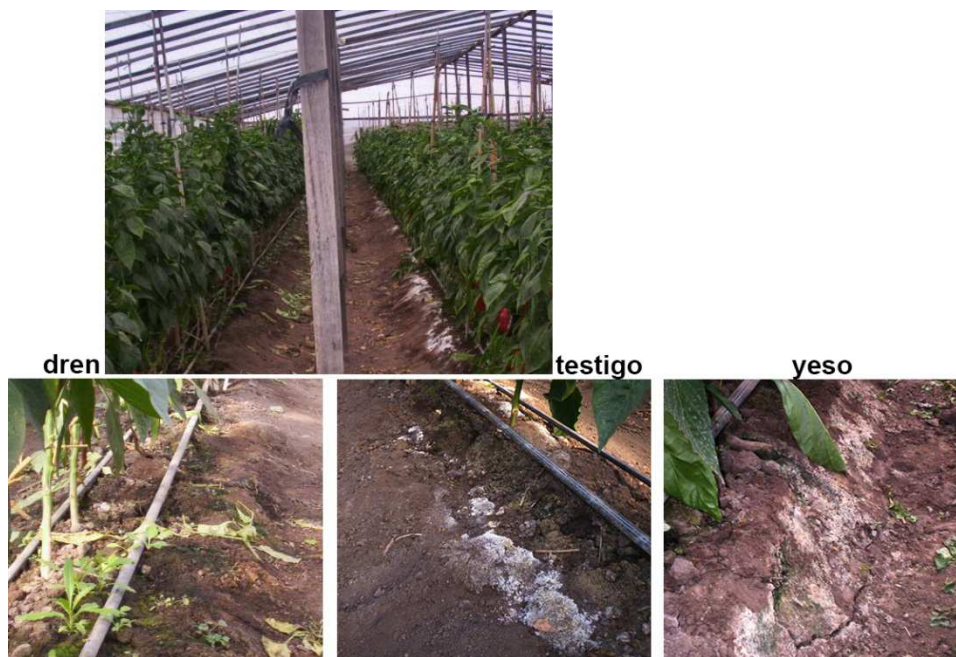


Figura 15 Efecto sobre el suelo de los drenes, yeso y testigo de campo de productor