

**Taller: “Compactación de suelos y tránsito controlado de maquinarias”**

Guillermo Gerster (AER INTA Roldán) y Silvina Bacigaluppo (EEA INTA Oliveros)

En la cosecha de la reciente campaña de soja y maíz la región pampeana fue afectada por un evento climático de características extraordinarias. En muchas regiones sólo se había cosechado, en buenas condiciones de piso, menos de un 30 % del área. La duración del fenómeno y el deterioro creciente de los cultivos sin cosechar, generó la necesidad de hacerlo en condiciones de alta humedad de los suelos y escasa capacidad portante de los mismos, lo que provocó un problema de compactación superficial y sub-superficial en gran cantidad de lotes de la región.

Resulta necesario definir estrategias para la recuperación de la capacidad productiva de los lotes afectados, para lo cual analizaremos aspectos relacionados al tránsito de maquinarias y sus efectos sobre el suelo y los cultivos.

**Efectos del tránsito de maquinarias sobre el suelo y los cultivos**

Si bien el uso extensivo de la SD en la región pampeana permitió reducir los procesos erosivos, la degradación física provocada por el tránsito en húmedo asociada al monocultivo de soja se convirtió en el factor de mayor riesgo en estos sistemas. La degradación física se manifiesta como una pérdida de la porosidad de los suelos y está asociada a la textura, contenido de materia orgánica y al peso y presión de la maquinaria utilizada (Jorajuría, 2005). Por otra parte, con el avance tecnológico de la agroindustria metalmeccánica, se incorporaron al mercado equipos de mayor capacidad de trabajo con un incremento de su peso. Esto sumado a un mayor número de pasadas asociados a tratamientos de fertilización y protección del cultivo contra malezas, plagas y enfermedades, generalizaron el problema.

La superficie transitada por los rodados de los equipos agrícolas, en soja de primera, supera el 60 % del área total en cada campaña, considerando la maquinaria usual en el sur de la provincia de Santa Fe (Gerster, datos inéditos). La siembra y pulverización para el control de malezas, requieren que el suelo posea niveles de humedad elevados, coincidiendo en muchos casos con el intervalo de máxima susceptibilidad a la compactación. A su vez, el desplazamiento de cultivares de soja de ciclo largo (grupos de maduración VI y VII) por cultivares de ciclos más cortos (grupos III y IV) produjo un adelanto de la cosecha concentrándose en el mes de marzo, coincidiendo con un periodo de abundantes lluvias.

Cuando un rodado se desplaza sobre un suelo desnudo produce efectos diferentes a los generados en uno cubierto. La presencia de una abundante cobertura de rastrojos amortigua parcialmente el efecto del tránsito, dado que el esfuerzo mecánico se realiza sobre un intermediario, que disminuye sus efectos negativos sobre el suelo. En lotes destinados a monocultivo de soja en cambio, la escasa cobertura agrava el problema. La ausencia de gramíneas en la rotación, sumada a la escasa actividad biológica de estos sistemas contribuyen a que los sectores compactos generados por el tránsito perduren varios años.

Gerster y Bacigaluppo (2004), trabajando en Argiudoles típicos sobre huellas generadas por el paso de tolvas autodescargables, observaron que los sectores transitados presentaban un incremento en la densidad aparente, reducción de la infiltración básica, menor exploración de raíces y una disminución en los rendimientos de soja y maíz de un 28 % y de 15 %, respectivamente, respecto a zonas sin tránsito. También observaron una

merma en la presencia de nódulos en las raíces del cultivo de soja, tanto en su peso como en su cantidad.

Algunas alternativas para reducir o limitar los efectos negativos del tránsito, consisten en utilizar maquinarias de menor peso por eje y/o adecuar los rodados para reducir su presión específica sobre el suelo. Respecto al primer aspecto, es preocupante la tendencia de los últimos años a la utilización de cosechadoras y tolvas con mayor capacidad de trabajo y mayor peso, por lo cual, el uso de neumáticos de mayor superficie de apoyo aparece como la alternativa para reducir o limitar los efectos negativos del tránsito de maquinarias. La ventaja de este tipo de rodados consiste en que permiten reducir la presión específica sobre el suelo ya que distribuyen la carga en una mayor superficie de contacto.

Con el objeto de evaluar el uso de rodados alternativos en tolvas auto-descargables Gerster y Bacigaluppo (2012), realizaron un experimento sobre un suelo Argiudol típico serie Armstrong, con más de veinte años de agricultura y ocho años en siembra directa continua, comparando el tránsito con rodados convencionales y radiales.

Algunos resultados observados luego del paso de ambos rodados, mostraron que el rodado convencional presentó valores más elevados de resistencia mecánica a la penetración en estratos superiores del perfil del suelo (10 - 20 cm), mientras que con el rodado radial los valores más elevados se encontraron a mayor profundidad (20 - 30 cm). Estas observaciones coinciden con las realizadas por Voorhess *et al.*, 1986; Jorajuría 2005 quienes determinaron que superficialmente el efecto negativo del tránsito está asociado a la presión ejercida por el neumático, mientras que a nivel sub-superficial depende más del peso total del equipo utilizado.

También se observó que la presencia de densificaciones superficiales por tránsito con rodado convencional limitó el crecimiento de raíces en todo el perfil, con rodado radial en cambio, hubo un mejor enraizamiento en profundidad incluso en estratos con valores más elevados de resistencia mecánica a la penetración. Sin dejar de tener en cuenta que el área sin tránsito, siempre presentó mayor abundancia de raíces en todo el perfil.

Si bien los neumáticos radiales favorecieron el desarrollo radical de los cultivos (en relación a los convencionales), su efecto para atenuar la degradación física del suelo es limitado, ya que generan densificaciones a mayor profundidad que los neumáticos convencionales. Su uso continuo podría generar compactación más profunda y difícil de revertir, aspecto que requiere la realización de estudios complementarios.

### **Efectos de la rotación de cultivos sobre el suelo.**

La siembra anual de un solo cultivo de verano y el uso de barbechos químicos que mantienen el área libre de malezas el resto del tiempo, genera una sub-utilización de los recursos disponibles (agua, radiación, nutrientes), ya que durante el barbecho no es aprovechada la energía solar para generar moléculas orgánicas. La inclusión de un cultivo invernal permite utilizar en forma más eficiente estos recursos, que además de producir granos, genera con los residuos un efecto de cobertura y contribuye a mejorar el balance de la materia orgánica del suelo. Las gramíneas de invierno, como el trigo, normalmente encuentran durante su implantación el suelo húmedo por periodos prolongados, teniendo por lo tanto, mayores posibilidades de crecer en los sectores compactados. Este hecho está asociado a las características de las lluvias otoñales que al ser de baja intensidad y de larga duración permite humedecer todo el perfil, incluso los sectores compactos. Este aspecto tiene ventajas sobre el cultivo de maíz que no siempre se desarrolla con buenas condiciones de humedad en el perfil, si bien presenta la capacidad de generar poros de

mayor diámetro, que son los que contribuyen a lograr una mayor velocidad de infiltración de agua.

Estas características explican por qué los suelos en siembra directa, con una adecuada rotación de gramíneas, mediante el efecto de las raíces y de la actividad biológica, asociado a procesos de humectación y desecamiento, tienen la capacidad de recuperar la estructura. Este proceso, que depende de las características de cada lote (cobertura, materia orgánica, etc.), puede demorar varios años.

Los suelos de nuestra región adecuadamente manejados en siembra directa, son capaces de recuperar la estructura y porosidad afectada por el tránsito. La intensificación con gramíneas con una adecuada fertilización, en siembra directa, constituye un sistema que permite mantener altos niveles de cobertura y porosidad mejorando el balance de materia orgánica y nutrientes.

Resulta necesario reducir el impacto de la compactación mediante una estrategia que combine el tránsito controlado y el uso de rodados de mayor superficie de apoyo y menor presión específica. Para la remediación de lotes ya afectados por el tránsito, es recomendable la siembra de gramíneas, tanto de invierno como de verano a los efectos de que sus raíces permitan recuperar la estructura de los suelos.

## **Bibliografía**

- Gerster G. y Bacigaluppo S. 2004. Consecuencias de la densificación por tránsito en Argiudoles del sur de Santa Fe. Actas XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo – Paraná.
- Gerster G. y Bacigaluppo S. 2012. Manejo del suelo. Capítulo 9 libro El cultivo de soja en Argentina. Ed Agroeditorial, 175:188.
- Jorajuría D. 2005. Compactación del Suelo Agrícola inducida por tráfico vehicular. Reología del suelo Agrícola bajo tráfico. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata: 39-56
- Vorhess W.; Nelson W. and Randall G., 1986. Extend and persistence of subsoil compaction with heavy axle loads. Soil Science Society of America Journal, Madison. 50: 428-433