

## **TRÁNSITO CONTROLADO: UNA ALTERNATIVA PARA RECUPERAR LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS**

**Culasso, Julián**

*Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral*

*Director/a: Imhoff, Silvia*

Ingeniería

Palabras claves: Tránsito controlado, Compactación, Fertilidad física

### **INTRODUCCIÓN**

La compactación de suelos es uno de los principales problemas que condiciona la producción de granos y forrajes en la actualidad. En un suelo compactado la estructura se degrada, disminuye la estabilidad de los agregados y se incrementa la resistencia al corte de los mismos, causando problemas en la infiltración, aireación y crecimiento de las raíces. La práctica de tránsito controlado surge como una alternativa viable para mejorar la fertilidad física de los suelos. Esta práctica consiste en determinar sendas de tránsito permanente de la maquinaria (STP) (10 - 15% del lote) con el objetivo de mejorar la estructura y agregación del suelo en la superficie no transitada (ACP) (85 - 90% del lote). El estudio de los agregados puede ser útil para evaluar las propiedades físicas de los suelos bajo tránsito controlado y determinar si es una práctica efectiva para mejorar la salud de los suelos.

### **OBJETIVOS**

El objetivo de este trabajo fue evaluar la estabilidad y resistencia al corte y deformación de los agregados en suelos Argiudoles típicos cultivados bajo sistema de siembra directa (SD) y tránsito controlado (TC) de la maquinaria, comparativamente entre STP, borde de senda (BS) y ACP.

Título del proyecto: "TRANSMISIÓN DE LA COMPACTACIÓN EN EL SISTEMA DE TRÁNSITO CONTROLADO DE LA MAQUINARIA: CONSECUENCIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DINÁMICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS EN LAS SENDAS DE TRÁNSITO PERMANENTE Y ÁREAS ALEDAÑAS"

Instrumento: PIP

Año convocatoria: 2021

Organismo financiador: CONICET

Director/a: Dra. Imhoff, Silvia del Carmen

## METODOLOGÍA

El experimento se llevó a cabo en un suelo Argiudol típico de textura franco-limosa ubicado en el centro de la provincia de Santa Fe, próximo a la localidad de Videla (30°54'41.46" S y 60°37'35.26" O), perteneciente a la Serie San Justo. Se realizó sobre parcelas experimentales que llevan 7 años de tránsito controlado de la maquinaria (TC), con siembra directa (SD) y rotación agrícola. Previo al establecimiento del experimento, se descompactó el suelo con un paratill. Luego se delimitaron 9 parcelas en las que se aplicó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados con parcelas divididas y tres tratamientos: T0: la senda de tránsito permanente (STP) se estableció por el paso del tractor con la sembradora; T1 y T2: previo al paso del tractor con la sembradora, se procedió a pasar una cosechadora hasta que la resistencia mecánica del suelo alcanzó un valor de 2 MPa y 4 MPa, respectivamente. De esta forma, se definieron inicialmente tres niveles de compactación en las STP, permaneciendo libre de compactación el resto de la superficie de las parcelas, que constituyeron el área de cultivo permanente (ACP). La diferencia de compactación inicial en las STP se estableció para estudiar el efecto acumulativo del pasaje de la maquinaria sobre la distribución vertical y lateral de la compactación. A partir de ese momento todos los tratamientos recibieron el mismo manejo, respetando las STP.

Luego de 7 años bajo el sistema de TC, se colectaron muestras no disturbadas con pala (0-20 cm) para determinar las propiedades de los agregados del suelo en la STP, BS y ACP. Las muestras se llevaron al laboratorio donde se acondicionaron para su procesamiento. Cada palada se dividió en dos fracciones para evaluar la estabilidad de los agregados según la técnica propuesta por Henin y Monnier (1972) y la resistencia al corte y deformación de los agregados propuesta por Semmel et al. (1990).

Para determinar la estabilidad de los agregados se tomó una de las fracciones de la muestra secada al aire y se la tamizó entre 2 y 0,2 mm. Posteriormente, se pesaron 10 gramos de agregados por duplicado y 10 gramos para determinar el contenido hídrico. Cada muestra se sometió a 2 pre-tratamientos: i) Humectación rápida por inmersión en agua (HR) y ii) Disgregación mecánica luego de la humectación con etanol (DM); el etanol es utilizado en esta técnica debido a que presenta menor tensión superficial, viscosidad y ángulo de contacto que el agua por lo que disminuye el "estallido" de los agregados y evita que las partículas tiendan a re-agregarse durante el secado. Para el pretratamiento HR se sumergieron los 10 gramos de agregados en un recipiente con 250 ml de agua desmineralizada durante 30 minutos. Posteriormente el material se transfirió a un matraz de Erlenmeyer y se agitó 20 veces realizando una rotación de 180°. Luego el contenido se traspasó a un tamiz de 0,2 mm el cual se colocó en un agitador Feodoroff durante 30 ciclos de rotación dentro de un recipiente con agua destilada. Se traspasó todo el contenido a un recipiente y se llevó a estufa a 105° hasta peso constante. Finalmente, se pesaron los agregados secos para obtener la proporción de agregados estables. Para el pre-tratamiento DM se colocaron 10 gramos de agregados en un vaso de precipitado de 250 ml. Se agregaron 10 ml de etanol y se dejó humectar durante 5 minutos. Posteriormente se enrasó el recipiente con 240 ml de agua desmineralizada. Luego de 25 minutos, se procedió a realizar el mismo procedimiento que en el pre-tratamiento i).

Para determinar la resistencia al corte y deformación de agregados, se tomó la segunda fracción de la muestra secada al aire y se tamizó para obtener agregados de 16 mm de diámetro promedio. Se tomaron 30 agregados por posición y tratamiento (n=810) y se

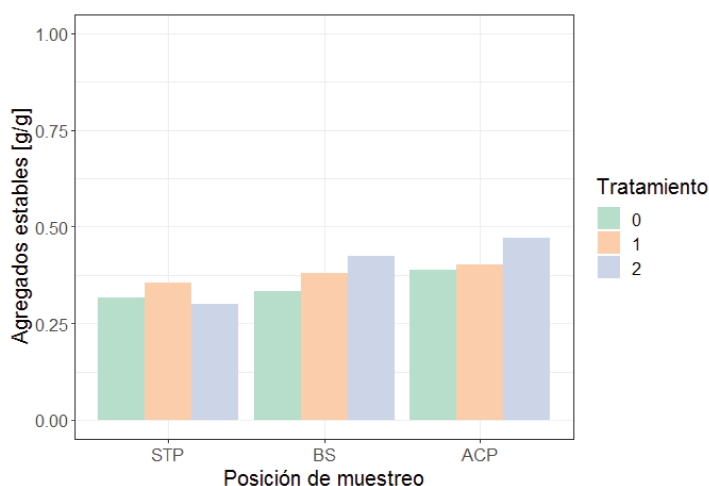


midió la fuerza necesaria para fracturarlos utilizando un penetrómetro electrónico con punta cónica. El equipo penetró en el agregado a una velocidad de 4 mm/min; cuando el penetrómetro llegó a la mitad del agregado o lo fracturó (lo que ocurrió primero) se tomó el valor de fuerza correspondiente. La fuerza se pasó a medida de presión dividiéndola por el área proyectada por el cono (60° de ángulo y 4 mm de diámetro basal).

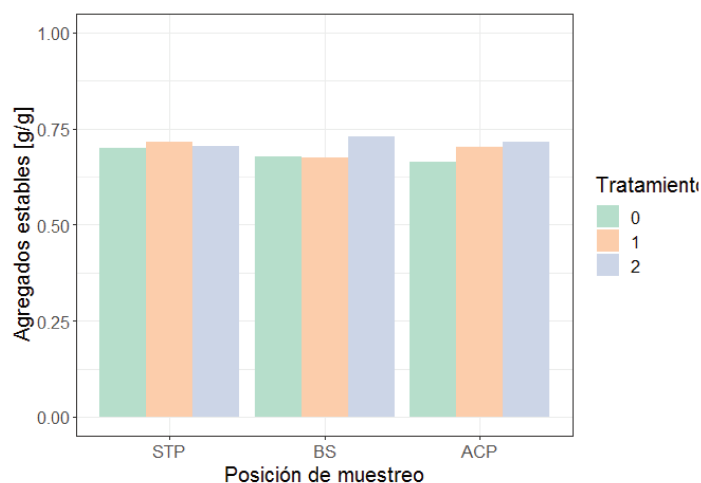
Los resultados fueron analizados estadísticamente con el software Rstudio (Team RC, 2013). Las diferencias de medias se analizaron mediante ANOVA y se compararon mediante el test LSD de Fisher al 5% de significancia.

## RESULTADOS

En cuanto a la estabilidad de los agregados, en el pre tratamiento de humectación rápida (HR) hubo diferencias significativas entre las posiciones de muestreo, independientemente de los tratamientos (Imagen 1). La estabilidad de los agregados



**Imagen 1.** Estabilidad de agregados por humectación rápida



**Imagen 2.** Estabilidad de agregados por disagregación mecánica

fue significativamente mayor en el ACP y BS en comparación con la STP ( $p < 0,05$ ) (Imagen 1). En general la estabilidad de los agregados en la STP fue baja, variando entre el 30-35% en todos los tratamientos; mientras que aumentó en el BS y en el ACP variando entre 34-47%.

En cuanto a la estabilidad de los agregados en el pre-tratamiento de disagregación mecánica con alcohol (DM) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y posiciones de muestreo. Sin embargo, la estabilidad de los agregados se incrementó marcadamente en comparación con el pre-tratamiento de HR. La proporción de agregados estables fue cercana a 75%, lo que indicaría que el principal problema de la estabilidad de los agregados en este suelo es debido al estallido de los mismos, lo que sucede en suelos compactados cuando la interconexión entre los poros del suelo es escasa (Imagen 2).

En cuanto a la resistencia al corte y deformación de agregados (RC) esta difirió significativamente entre posiciones de muestreo ( $p < 0,05$ ), independientemente de los tratamientos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resistencia al corte y la penetración de agregados

Posición de muestreo	RC*
STP	2,88 a
BS	2,34 b
ACP	1,91 b

\*Letras diferentes indica que hubo diferencias significativas en el test LSD de Fischer ( $p < 0,05$ )

La RC fue significativamente mayor en la STP en comparación con el BS y el ACP ( $p < 0,05$ ). Mientras que entre el ACP y BS no se detectaron diferencias significativas (Tabla 1). La RC alcanzada en la STP y BS es elevada y puede considerarse restrictiva para el crecimiento de las raíces de la mayoría de los cultivos agrícolas.

## CONCLUSIÓN

En las sendas de tránsito la compactación causada por la maquinaria influyó en la fertilidad física de los suelos causando menor estabilidad y condiciones de resistencia a la penetración restrictivas para el crecimiento de las raíces. Sin embargo, en el ACP se incrementó la estabilidad de los agregados y disminuyó la resistencia al corte y penetración de los mismos en el área libre de compactación. En el borde de la senda de tránsito se encontraron situaciones similares a las áreas libres de compactación. En general, se puede concluir que el tránsito controlado es una alternativa de manejo viable para mejorar la salud física de los suelos en el 85-90 de su superficie (ACP), restringiendo las condiciones limitantes a pequeñas áreas que corresponden a las sendas de tránsito permanente.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

**Henin, G.R., & Monnier, G. 1972.** El perfil cultural. El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 342 pp.

**Semmel, H., Horn, R., Hell, U., Dexter, A. R., & Schulze, E. D. 1990.** The dynamics of soil aggregate formation and the effect on soil physical properties. Soil Technology, 3(2), 113-129.

**Team, R. C. 2013.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.

