



CARACTERIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGREGADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS BAJO 7 AÑOS DE TRÁNSITO CONTROLADO

Oggero, Eugenia

ICiAgro Litoral – CONICET– UNL– Facultad de Ciencias Agrarias, Esperanza, Santa Fe

Directora: Imhoff, Silvia del Carmen

Área: Ingeniería

Palabras claves: agregados, compactación, tránsito controlado.

INTRODUCCIÓN

La estructura de los suelos es una propiedad muy importante ya que tiene un gran impacto en la fertilidad física de los suelos y, por lo tanto, en la productividad. La compactación provocada por el tránsito al azar de la maquinaria causa un deterioro en la estructura, afectando la agregación y disminuyendo la disponibilidad de aire, agua y nutrientes para los cultivos. El tránsito controlado (TC) de la maquinaria es una práctica de manejo que surge con el objetivo de mejorar las propiedades físicas del lote; consiste en establecer sendas de tránsito permanente (10-15%) mientras que el resto de la superficie se mantiene libre de compactación (85-90%). La re-agregación del suelo y mejora de la estructura en las zonas libres de tránsito incrementa la conductividad hidráulica, disponibilidad de aire y penetración de las raíces en el suelo, aumentando finalmente la productividad global a nivel de lote. Sin embargo, es necesario estudiar cómo se propaga la compactación desde el centro de las sendas de tránsito permanente hacia zonas libres de tránsito y cómo evolucionan las propiedades físicas en suelos bajo TC a lo largo del tiempo.

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



OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es identificar cómo se distribuye horizontalmente la compactación causada por la maquinaria, evaluando la distribución de los agregados comparativamente entre sendas de tránsito permanente, áreas aledañas y zonas libres de compactación, en parcelas bajo 7 años de Tránsito Controlado (TC) y Siembra Directa (SD) continua.

METODOLOGÍA

Descripción del área experimental

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 Aurelia (31°29'06.67"S - 61°07'25.29"O). Sobre lotes bajo siembra directa (SD) y rotaciones agrícolas, se descompactó el suelo con un Paratill y posteriormente se delimitaron 9 parcelas en las que se aplicó un diseño experimental en 3 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: 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 T2: previo al paso del tractor con sembradora, se procedió a pasar una cosechadora hasta que la resistencia mecánica del suelo alcanzó un valor de 4 MPa. La diferencia de compactación inicial en las STP se estableció para estudiar el efecto acumulativo del pasaje de la maquinaria sobre la distribución lateral de la compactación.

De esta forma, se definieron inicialmente tres niveles de compactación en las Sendas de Tránsito Permanente (STP), permaneciendo libre de compactación el resto de la superficie de las parcelas, que constituyen el área de cultivo permanente (ACP). A partir de ese momento todos los tratamientos recibieron el mismo manejo, siguiendo un sistema de Tránsito Controlado con circulación de la maquinaria respetando las STP y rotaciones agrícolas.

Determinación de la distribución de los agregados

Luego de 7 años bajo sistema de TC y SD continua, muestras no disturbadas de suelo se extrajeron con palas, de 0-20 cm, estando el suelo en estado friable. El muestreo se realizó en 3 posiciones respecto a la STP: centro de la huella, borde de la huella y área libre de tránsito ($n = 3 \text{ tratamientos} * 3 \text{ posiciones} * 3 \text{ repeticiones} = 27$). Se determinó la distribución de agregados utilizando la técnica descrita en Imhoff et al. (2000). Para ello, se tomaron 500 gramos de suelo y se dejaron secar al aire. Luego las muestras fueron sometidas a una fuerza equivalente a una labranza convencional dejándolas caer al suelo desde una altura de 2,5 metros. A continuación, cada muestra se zarandeó en una serie de tamices consecutivos de 13,4; 7,93; 4; 2; 1 y 0,5 mm durante 120 segundos a 40 rpm.

La fracción retenida por cada tamiz se pesó y luego secó hasta peso constante en estufa a 105°C para corregir la masa en función de la humedad. Con los datos obtenidos se calcularon dos índices utilizados para caracterizar la distribución de agregados: Diámetro Medio Geométrico (GMD) y Diámetro Medio por Peso (WMD).

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

La distribución de los agregados varió significativamente con la posición de muestreo en relación a la STP: centro de la huella (A), borde de la huella (B) y área de cultivo permanente (C) ($p < 0,05$). Sin embargo, no hubo efecto de los niveles iniciales de compactación ni interacción entre este factor y la posición de muestreo ($p > 0,05$).

Analizando el % de agregados retenido en cada clase podemos ver que hubo diferencias en las clases 13,4-7,93 mm, 2-1mm y <0,5 mm (Tabla 1). La posición C tuvo significativamente una mayor proporción de agregados grandes (13,4-7,93 mm), en comparación con las otras 2 posiciones. Mientras que las posiciones A y B tuvieron una mayor concentración de agregados de menor tamaño (<2 mm) (Tabla 1). Mientras que las clases >13,4; 7,93-4; 4-2 y 1-0,5 mm no fueron afectadas por la compactación causada por el tránsito de la maquinaria (Tabla 1).

La fracción de agregados importantes agrónomicamente se encuentran entre los 2-10 mm. En general, se observa que hubo una elevada proporción (entre 31 y 37 %) en todas las posiciones, aunque fue en la zona libre de tránsito donde se encontró la mayor cantidad de este grupo de agregados, alcanzando hasta un 5% más (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de agregados en % de peso para cada posición.

Efecto	Clases de Distribución de Agregados (mm)						
	>13.4	13.4-7.93	7.93-4	4-2	2-1	1-0.5	<0.5
Posición	% de Agregados en Peso*						
A	4,50 a	10,23 a	12,91 a	13,08 a	19,53 a	17,90 a	21,84 a
B	4,37 a	11,78 a	13,17 a	12,02 a	17,40 ab	18,78 a	22,48 a
C	5,97 a	16,76 b	15,36 a	12,54 a	14,92 b	16,89 a	17,56 b

* Letras iguales en una misma columna indica que no hubo diferencias significativas en el test LSD de Fischer al 5% de significancia.

Analizando el Diámetro Medio Geométrico (GMD) y el Diámetro Medio por Peso (MWD) se observó que ambos fueron mayores en la zona libre de tránsito, diferenciándose estadísticamente de las posiciones de centro y borde de la huella (Tabla 2). En las posiciones A y B el Diámetro Medio Geométrico no alcanzó a ubicarse dentro del rango de agregados importantes agrónomicamente (2-10 mm).

Tabla 2. Diámetro medio geométrico (GMD) y Diámetro Medio por Peso (WMD) para cada posición de muestreo.

Efecto	GMD*	MWD*
Posición		
A	1,57 a	3,64 a
B	1,57 a	3,74 a
C	2,13 b	4,67 b

* Letras iguales en una misma columna indica que no hubo diferencias significativas en el test LSD de Fischer al 5% de significancia

CONCLUSIONES

Los agregados pequeños encontrados en la huella y área aledaña se asocian a mayor microporosidad, mayor tortuosidad del sistema poroso, menor cantidad de agua disponible para los cultivos y mayor resistencia a la penetración de las raíces. Este efecto es causado por el tránsito de maquinarias con alta carga por eje que, como consecuencia, disminuyen el tamaño de los agregados, al compactar el suelo (Botta et al., 2002). La compactación incrementa el tamaño de microporos afectando la capacidad del suelo para que el agua infiltre y se mueva a través del perfil, por esta razón las huellas siempre se encuentran más secas en comparación con el área de cultivo permanente.

Otro factor que contribuye a la presencia de agregados muy pequeños es la menor incorporación de residuos orgánicos, debido a que en las sendas de tránsito el desarrollo de los cultivos es menor e inclusive nulo. El agregado de materia orgánica mejora la agregación y contribuye a la unión de agregados pequeños formando agregados de mayor tamaño y porosidad. Por lo tanto, el manejo con rotaciones que contribuyan a aumentar la cobertura del suelo, que incorporen cultivos de servicio y especies con una alta proporción de raíces es necesario para incrementar el carbono orgánico del suelo y consecuentemente mejorar la estructuración.

La tendencia de aumento del MWD desde las zonas compactadas hacia zonas libres de compactación evidencia una mejora a través del tiempo de la estructura del suelo al no estar sometida al tránsito de la maquinaria. La mayor proporción de agregados importantes agrónomicamente en esta área es indicativa de una mejor fertilidad física, ya que son los agregados que proveerán agua, aire y nutrientes a los cultivos al permitir una mejor infiltración del agua de lluvia, una adecuada aireación, mayor disponibilidad de nutrientes y baja resistencia a la penetración para las raíces.

Por lo tanto, podemos concluir que el sistema de TC es una alternativa de manejo que contribuye a mejorar la fertilidad física de los sistemas productivos actuales, ya que la propagación de la compactación causada por el tránsito de la maquinaria queda limitada solamente a las STP (10 a 15 % de la superficie del lote) permitiendo la mejora en el resto de la superficie de los lotes.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Botta, G. F., Jorajuria, D., & Draghi, L. M. 2002. Influence of the axle load, tyre size and configuration on the compaction of a freshly tilled clayey soil. *Journal of Terramechanics*, 39(1), 47-54.

Imhoff, S., da Silva, A. P., & Tormena, C. A. 2000. Spatial heterogeneity of soil properties in areas under elephant-grass short-duration grazing system. *Plant and Soil*, 219(1).

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