

COMPACTACIÓN PRODUCIDA POR LAS LABORES DE PREPARACIÓN DEL LECHO DE SIEMBRA: SU EFECTO SOBRE LA EMERGENCIA DE MALAS HIERBAS EN UN CULTIVO DE CEBADA

Núñez S., San-Martín C., Campos D., Martín J.M.,
Fernández-Quintanilla C., Dorado J.*

*Instituto de Ciencias Agrarias (CSIC), Serrano 115B,
28006 Madrid, España.*

**jose.dorado@csic.es*

Resumen: El objetivo principal de este trabajo fue evaluar los efectos de la compactación producida por la frecuencia de pases y el tipo de apero utilizado en la siembra del cereal, sobre la emergencia de las malas hierbas. Se utilizó un diseño en parcelas subdivididas con 4 repeticiones, con la labor primaria (fresa vs. cultivador) en parcelas principales y el pase de rulo (liso vs. pratenses) en subparcelas. Se tomaron datos de malas hierbas (densidad, biomasa) y de propiedades físicas del suelo (compactación, densidad aparente). Los resultados no han mostrado diferencias debidas a la labor primaria en ninguna de las variables analizadas, pero sí en función del tipo y frecuencia de pases de rulo, observándose menor densidad y biomasa de malas hierbas cuanto mayor era el número de pases de rulo, especialmente el liso, coincidiendo con los suelos más compactados. Sin embargo, parece existir un límite en el cual dejan de producirse efectos significativos debido a una sobrecompactación (e.g. doble pase de rulo y zona de rodada).

Palabras clave: Propiedades del suelo, operaciones primarias, tratamientos postsiembra, rodada del tractor.

Summary: *Compaction caused by soil tillage and seedbed preparation: effects on weed emergence in a barley crop.* The main objective of this work was to evaluate the effects of the compaction produced by the frequency of passes and the type of implement used in seedbed preparation, on weed emergence. A split-plot design with 4 replications was used, with the primary tillage (cultivator vs. rotary tiller) in main plots and rolling (flat roller vs. Cambridge roller) in subplots. Weeds data (density, biomass) and soil physical properties (compaction, bulk density) were assessed. The results showed no differences due to the primary tillage in any of the analyzed variables. However, the type

and frequency of roller passes resulted in significant differences in weed abundance, with lower weed density and biomass when the number of roller passes was greater (especially flat roller), which coincided with the higher compaction. However, it seems to be a limit at which significant effects no longer occur due to an overcompaction (e.g. double roller pass and tractor wheel traffic).

Keywords: Compaction, primary operations, post-planting treatments, tractor track, weeds.

INTRODUCCIÓN

La compactación del suelo que ocurre durante la preparación del lecho de siembra está relacionada con los aperos utilizados y la huella provocada por la rodada del tractor (Soane et al., 1982). Este estado de compactación afecta directamente a las propiedades físicas del suelo tales como el contenido de humedad, densidad aparente y temperatura (Dorado, 1995), y con ello, a la germinación de la flora arvense. Una compactación moderada del suelo permite un movimiento más rápido del agua hacia las semillas, mejorando el contacto con las mismas (Raghavan & McKyes, 1978; Voorhees, 1979; Soane et al., 1982; Liebig et al., 1993). Por otro lado, la aireación que hace posible la oxigenación en torno a las semillas, dependerá de la cantidad de poros en el suelo y de su tamaño, de la mayor o menor ocupación de los mismos por agua, de la presencia de estratos de diferente naturaleza y de capas impermeables o suelas de labor (Márquez, 2004).

Otro de los factores importantes que pueden potencialmente modificar la distribución de las malas hierbas en el campo, es la compactación generada por la rodada del tractor en el momento de realizar las distintas operaciones de cultivo (Longchamps et al., 2012). Pudiera parecer que el efecto de la rodada quedaría limitado a una pequeña parte del campo de cultivo. La realidad no es ésta, ya que del 30 al 80% de la superficie del campo es transitada por lo menos una vez al año por los vehículos agrícolas, llegando a soportar en algunas zonas del campo entre 3 y 9 veces este efecto. En cualquier caso la zona de rodada, supera entre 0,05 y 0,20 g/cm³ el límite superior óptimo de densidad aparente y existe un efecto acumulativo que tarda años en desaparecer (Márquez, 2004). Existen referencias bibliográficas que afirman que la compactación del suelo, originada por la rodada del tractor, no ha supuesto un impedimento físico para la emergencia, sino que altera las condiciones micro-ambientales del suelo de tal forma que estimulan la germinación y emergencia de malas hierbas (Jurik & Zhang, 1999).

El objetivo de este estudio fue relacionar la compactación producida por la frecuencia de pases y el tipo de apero, con la emergencia de malas hierbas en un cultivo de cebada de invierno, diferenciando además las zonas con rodada y sin rodada ocasionadas por el tractor.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la finca experimental del CSIC "La Poveda" (Arganda del Rey, Madrid), en una parcela que durante los últimos 4 años se había sembrado de cebada. Durante este experimento, no se realizó ningún tipo de tratamiento químico. La parcela experimental de 90 m × 30 m se diseñó en parcelas subdivididas con 4 repeticiones (bloques), con la *labor preparatoria* (fresa vs. cultivador) como tratamiento principal y el *pase de rulo* (liso vs. pratenses) en postsiembra como tratamiento secundario (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental en parcelas subdivididas.

Labor preparatoria	Labor postsiembra 1	Labor postsiembra 2	Nº pases tractor
Cultivador	ninguna	ninguna	2
	rulo pratenses	ninguna	3
	rulo liso	ninguna	3
	rulo pratenses	rulo pratenses	4
	rulo liso	rulo liso	4
Fresa	ninguna	ninguna	2
	rulo pratenses	ninguna	3
	rulo liso	ninguna	3
	rulo pratenses	rulo pratenses	4
	rulo liso	rulo liso	4

Cada bloque (15 m × 30 m) se dividió en 2 grupos, cada uno de ellos dedicado a una labor preparatoria, que a su vez se dividieron en 5 subparcelas (15 m × 3 m, esta última dimensión coincidiendo con el ancho de los aperos), para estudiar la frecuencia de labores en postsiembra (uno o dos pases). Adicionalmente, se tomaron los datos en dos zonas diferenciadas de cada subparcela, separando la rodada del tractor del suelo sin rodada. En la Tabla 1 se detalla el número de pases totales en cada tratamiento.

La evaluación de las malas hierbas (densidad de cada especie y biomasa total) se llevó a cabo en abril, utilizando en cada uno de los tratamientos dentro de cada bloque 3 marcos de 0,2 m² tanto en la rodada como en la zona de no rodada. Además, se registraron datos sobre las características físicas del suelo (compactación, densidad aparente y humedad). Los análisis estadísticos se realizaron con un Modelo Lineal General mixto

en SPSS versión 22.0 (SPSS, 2013), utilizando el test no paramétrico de Mann-Whitney para el contraste de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados no han mostrado diferencias significativas en las valoraciones de malas hierbas debidas a la labor primaria, es decir fresa vs. cultivador (datos no mostrados), pero sí en función del tipo y frecuencia de pases de rulo en postsiembra, observándose mayor densidad de plantas y biomasa total de malas hierbas cuando no se utilizó rulo y cuando se utilizó el rulo de pratenses, disminuyendo la incidencia de malas hierbas con el rulo liso y a medida que aumentaba la frecuencia de pases de rulo, independientemente del tipo de rulo (Figura 1 izquierda). Estos datos están relacionados con el grado de compactación del suelo, al coincidir la menor abundancia y producción de biomasa en parcelas con doble paso de rulo con los suelos más compactados (Figura 1 derecha).

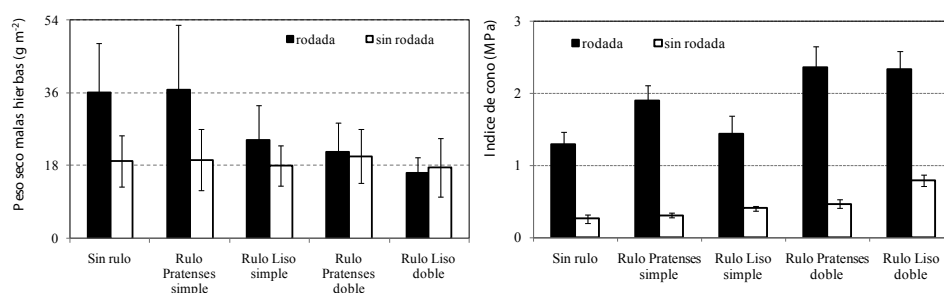


Figura 1. Izquierda) biomasa total de malas hierbas, y derecha) compactación del suelo (Índice de cono) a 3 cm de profundidad, en parcelas con diferente tipo y frecuencia de pases de rulo en postsiembra de cultivo de cebada. Las barras de error indican la desviación estándar de las medias.

Sin embargo, no parece existir una relación lineal entre el nivel de compactación y la abundancia de malas hierbas. En suelos con un nivel bajo o moderado de compactación (i.e. ningún o un solo pase de rulo), es evidente el efecto de la compactación adicional que produce en el suelo la rodada del tractor, ocasionando un incremento de malas hierbas (Figuras 1 y 2). Por el contrario, en suelos sobrecompactados (i.e. doble paso de rulo), no se observaron efectos significativos sobre las malas hierbas debidos a la rodada (Figuras 1 y 3).

En relación a las especies arvenses mayoritarias (*Anagallis arvensis* L., *Chenopodium album* L., *Lolium rigidum* Gaudin, *Papaver rhoeas* L. y *Polygonum aviculare* L.), todas ellas han mostrado el mismo comportamiento, registrándose los valores más altos de densidad y biomasa en parcelas donde solo se dio un pase de rulo respecto de aquellas con doble pase.

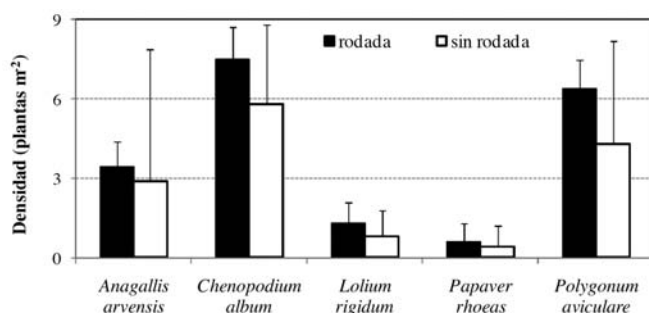


Figura 2. Densidad de las especies mayoritarias en la zona de rodada y fuera de ella. Las barras de error indican la desviación estándar de las medias.

La Figura 3 muestra los datos de densidad de *C. album*, la especie más abundante del estudio, sobre todo en tratamientos cuya labor primaria se realizó con cultivador (dato no mostrado) y la labor secundaria con un solo paso de rulo, independientemente que fuera liso o de pratenses. Una sobrecompactación del suelo, observada de forma particular en parcelas con doble pase de rulo y zona de rodada, pudo limitar la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono necesarios para llevar a cabo los procesos metabólicos durante la germinación (Dexter, 1988). La baja disponibilidad gaseosa es provocada, en general, por la sobredisponibilidad de agua en el medio y por la baja solubilidad de los gases al aumentar la temperatura y disminuir el tamaño de los poros (Boyd & Van Acker, 2004). En este sentido, Kaspar y Parkin (2011) encontraron un menor flujo de CO₂ en zonas afectadas por la rueda de la maquinaria. Por otro lado, la sobrecompactación puede producir un aumento de fuerzas mecánicas que impidan la emergencia de la plántula.

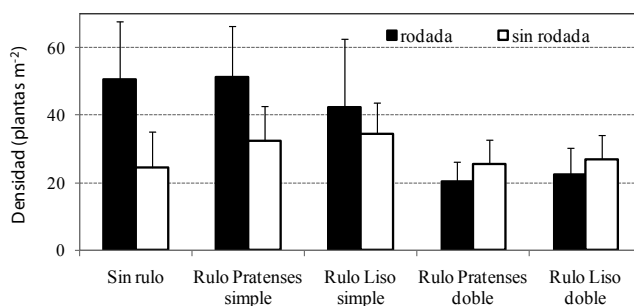


Figura 3. Densidad de plantas de *Chenopodium album* en parcelas con diferente tipo y frecuencia de pases de rulo en postsiembra. Las barras de error indican la desviación estándar de las medias.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de este estudio, la labor primaria (cultivador vs. fresa) no produjo diferencias en la emergencia de las malas hierbas en un cultivo de cebada. Si se observaron diferencias en función del tipo y frecuencia de pases de rulo, disminuyendo la densidad de malas hierbas al incrementar el número de pases de rulo, especialmente el liso, coincidiendo con suelos más compactados. Sin embargo parece existir un límite en el cual la disminución de la densidad de malas hierbas deja de producirse por efecto de la compactación debido a las labores. En nuestro caso, este límite se ha observado en las parcelas con doble pase de rulo y zona de rodada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la CICyT a través del proyecto con referencia: AGL2014-52465-C4-1-R.

BIBLIOGRAFÍA

- BOYD N & VAN ACKER R (2004) Seed and microsite limitations to emergence of four annual weed species. *Weed Science* 52, 571-577.
- DEXTER AR (1988) Advances in characterization of soil structure. *Soil and Tillage Research* 11, 199-238.
- DORADO J (1995) *Influencia de los sistemas de manejo del suelo en la productividad y flora arvense presente en un cultivo tipo en ambientes semiáridos de la submeseta sur*. PhD tesis, Universidad Politécnica, Madrid, España.
- JURIK TW & ZHANG S (1999) Tractor wheel traffic effects on weed emergence in Central Iowa. *Weed Technology* 13, 741-746.
- KASPAR TC & PARKIN TB (2011) Soil carbon dioxide flux in response to wheel traffic in a no-till system. *Soil Science Society of America Journal* 75, 2296-2304.
- LIEBIG MA, JONES AJ, MIELKE LN & DORAN JW (1993) Controlled wheel traffic effects on soil properties in ridge tillage. *Soil Science Society of the American Journal*, 57, 1061-1066.
- LONGCHAMPS L, PANNETON B, SIMARD MJ & LEROUX GD (2012) Could weed sensing in corn interrows result in efficient weed control? *Weed Technology* 26, 649-656.

- MÁRQUEZ L (2004) *Maquinaria Agrícola*, B&H ediciones, Madrid, España.
- RAGHAVAN GSV & MCKYES E (1978) Effect of vehicular traffic on soil moisture content in corn (maize) plots. *Journal of Agricultural Engineering Research* 23, 429-439.
- SOANE BD, DICKSON JW & CAMPBELL DJ (1982) Compaction by agricultural vehicles - a review. 3. Incidence and control of compaction in crop production. *Soil and Tillage Research* 2, 3-36.
- SPSS (2013) *SPSS® v. 22.0 User's Guide. IBM SPSS Statistics for Windows*, Armonk, NY, USA.
- VOORHEES W (1979) Soil tilth deterioration under row cropping in the northern Corn Belt: influence of tillage and wheel traffic. *Journal of Soil Water Conservation* 39, 184-186.