



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

DESCOMPACTADORES ANGULADOS LATERALES. EFICIENCIA DEL LABOREO CON DIFERENTES DISEÑOS Y ARREGLOS ESPACIALES

PONCE¹, MARIANO JULIO; MUR¹, MATILDE; PALANCAR¹, TELMO CECILIO; VAZQUEZ¹, GUILINO¹, FACUNDO; VICTOR MERANI¹ & ROBERTO H. BALBUENA¹

1 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata; Calle 60 y 119 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

* mponce@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave. Paratill, área trabajada, resistencia a la penetración.

Resumen

El proceso de compactación del suelo es una de las formas de degradación física más comunes, que se presenta mediante la densificación y reducción de la porosidad del mismo. Frente a la problemática planteada existe como alternativa desde la mecanización, la utilización de descompactadores con diferentes características de diseño. El objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia de reducción de la compactación del suelo de dos diseños de montantes, angulado lateral de lámina curva (AC) y angulado lateral de lámina recta (AR) en un suelo Argiudol típico, en dos disposiciones: mismo plano de acción (MPA) y distinto plano de acción (DPA). Las variables evaluadas fueron: resistencia a la penetración (RP) y área trabajada (AT). Para el AT los AC obtuvieron un 40% más, con diferencias significativas respecto a los AR. Para la RP los resultados fueron más variables, pero ambos tratamientos y subtratamientos se diferenciaron de la situación testigo. La roturación del suelo con montantes angulados laterales posee una fuerte simetría lateral con respecto a la posición de la reja, similar a la que caracteriza a los implementos de montantes rectos. Además se encontraron efectos de roturación por debajo de la profundidad de labor.

Introducción

Los sistemas productivos de carácter extensivo han experimentado en los últimos años, un cambio en los procesos de mecanización tanto para la producción de granos como de forrajes. La siembra directa, la presencia de maquinaria agrícola cada vez de mayor peso, el tránsito en condiciones de suelo húmedo, la falta de rotación, el alto contenido de limo en algunos suelos y el bajo porcentaje de materia orgánica del horizonte superficial del suelo, generan un aumento en la compactación superficial y sub-superficial del mismo (Elisei et al., 2012). Si bien en los suelos en producción bajo siembra directa frecuentemente ofrecen una mayor capacidad portante (Domínguez et al., 2000), se reducen las acciones que permitan atemperar periódicamente sus efectos, principalmente a nivel subsuperficial, por lo cual la compactación se convierte en un proceso acumulativo (Claverie & Balbuena, 2005).



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

La compactación del suelo es una de las formas de degradación física más comunes (Casagrande et al., 2009) que se presenta mediante la densificación y reducción de la porosidad, asociado con cambios en su estructura y, generalmente, un aumento de la resistencia mecánica y una reducción en la conductividad hidráulica (Raper & Mac Kirby, 2006). Esto genera un ambiente poco propicio para el desarrollo y el crecimiento radical, una reducción de la infiltración (Raper & Mac Kirby, 2006) y de la disponibilidad y movilidad del agua y del oxígeno en el perfil (Koostra & Stombaugh, 2003). A ello se suma el incremento de la intensidad de tráfico producto de los ciclos productivos consecutivos a los cuales son sometidos los suelos y la reducción en profundidad de los ciclos de humectación-deseccación, congelamiento-descongelamiento, de la actividad biológica y la generación de poros por acción de raíces, (Jorajuría, 2005).

Frente a la problemática planteada existe como posible solución desde la mecanización, la utilización de escarificadores o descompactadores con diferentes características de diseño, principalmente en lo que se refiere al montante y a la reja. Los principios de trabajo y roturación del suelo de los escarificadores fueron descritos por Spoor & Godwin (1978) y por Spoor & Fry (1983). Más recientemente, Spoor et al. (2003) afirman que la labor debe fisurar el suelo para aliviar la capa compactada, sin modificar en forma importante las unidades estructurales del suelo, dejando a los procesos naturales y biológicos, estabilizar la condición resultante, lo cual permitiría minimizar los procesos de recompactación (Spoor, 2006).

En el trabajo con escarificadores se produce el proceso de interacción entre órganos activos en el que, según Willat & Willis (1965), existe un aumento del AT, resultado que no ocurre cuando los mismos se encuentran demasiado distanciados o cercanos. Al respecto, Godwin et al. (1984), obtuvieron valores mínimos de resistencia específica al laboreo (RE) y uniformidad en el laboreo con espaciamientos entre órganos activos del orden de 1,4 +/- 25% veces la profundidad de trabajo (PT).

En lo que respecta a AT, Raper (2005) evaluó montantes AR y AC, sin encontrar diferencias significativas. Elisei (2013) trabajando con AC y AR, remarca la baja interacción que existe entre dos montantes que trabajan con la disposición de la angulación lateral hacia el mismo lado. Como consecuencia, el AT en la zona entre los montantes es menor, debido a una menor PT efectiva. Vallejos et al. (2010) trabajando con cuatro AR en forma convergentes hacia el centro cuantificaron 0,48 m² de AT. Balbuena et al. (2003) trabajaron con dos AC, en forma convergente por pares y determinaron un AT de 0,2112 m². Balbuena et al. (1997), trabajando con montantes rígidos, con ángulos de ataque de 32°, 38° y 45°, sobre un suelo Argiudol vértico arcilloso obtuvieron los mayores valores de AT para los menores ángulos (32° y 38°).

La RP es frecuentemente usada para la evaluación de los efectos de la labranza. En relación a este parámetro, se indica que valores de 1,5 MPa, disminuyen el crecimiento



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

de raíces y valores de 2 MPa lo impiden (Threadgill, 1982; Dexter, 1987).

Simoës et al. (2009) evaluaron montantes AR y AC, alcanzando una reducción significativa de la RP hasta los 0,5 m para ambos diseños de montantes con respecto al testigo. Karlen et al. (1991) evaluaron la condición mecánica del suelo luego del trabajo con montantes AR. La RP fue significativamente menor para cada tratamiento con respecto al testigo hasta 0,40 m de profundidad. Elisei et al. (2012) trabajando con AR y AC a una profundidad de 0,32-0,35 m encontró diferencias significativas en los valores de RP respecto al testigo, hasta 0,45 m para los AR pero solo hasta 0,20 m para los AC. Asimismo, encontró valores significativamente menores para AR con respecto a AC entre los 0,15 - 0,30 m de profundidad. Cholaky et al. (2009), trabajando con escarificadores de rejas aladas, encontraron que la RP fue estadísticamente menor en todos los tratamientos con descompactación, respecto a los no descompactados.

Además, mediante la técnica de perfil cultural lograron apreciar efectos de roturación por debajo de la profundidad de la reja. En relación a ello, Fielke (1996) evaluó los efectos de rejas afiladas y desafiladas encontrando que las rejas desafiladas produjeron modificaciones de la estructura hasta 0,05 m por debajo de la PT. Resultados similares fueron informados por Colareda (2013) para montantes AC y por Hilbert&Pincu (2000) para AR pero hasta 0,15 y 0,12 m por debajo de la reja respectivamente.

Actualmente, se han desarrollado equipos comerciales en los cuales para la configuración por pares, los órganos activos trabajan desplazados unos con otros en el sentido de avance, cambiando las características del proceso de interacción. Ello implica que puedan modificarse los parámetros de prestación tractiva, pero no se encuentran antecedentes científicos que justifiquen los diseños.

Por lo expuesto, son escasos los estudios comparativos entre distintos diseños y configuraciones de los descompactadores de montantes angulados.

El objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia de roturación de dos diseños de montantes y caracterizar la incidencia de la disposición de los órganos activos en el trabajo de montantes dispuestos por pares.

Materiales y Métodos

El ensayo tuvo lugar en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la U.N.L.P., 34° 55 S, 57° 57 W, sobre un suelo Argiudol típico (Soil Taxonomy, 1999). El ensayo se llevó a cabo en un lote con pasto natural luego de la henificación de la biomasa. El estado mecánico del suelo se caracterizó, midiendo la RP, obteniendo valores que variaron entre 1,2 MPa y 5 Mpa, en el rango 0-0,60 m, sin diferencias entre los distintos sitios de muestreo en cada estrato de medición.



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

Se establecieron 2 tratamientos en correspondencia con el diseño de los órganos activos: 1) Montante Angulado Recto (AR, Figura 1); 2) Montante Angulado Curvo (AC, Figura 2), ambos con disposición por pares en forma convergente, y como subtratamientos a la disposición espacial de los mismos: A) Mismo Plano de Acción (MPA); B) Distinto Plano de Acción (DPA). Para ambos tratamientos y subtratamientos la distancia entre puntas de reja fue 0,35 m para alcanzar una PT teórica de 0,22 - 0,24 m, de acuerdo con la relación distancia entre rejas de 1,5 veces la PT, para alcanzar la mínima RE (Godwin et al., 1984). Para el ARDPA y ACDPA, los montantes estuvieron distanciados en 1,10 m entre planos de acción..

Se utilizó un tractor de tracción asistida (FWA), de 73,5 kW y un peso total de 44,9 kN y bastidor de arrastre, sobre el que se acoplaron los distintos órganos activos y cuchillas lisas de 0,4 m de diámetro, a una PT de 0,06 m en la línea de cada montante. Se transitó a una velocidad teórica de 2 m/s, iniciando el trabajo 15 m antes del comienzo de las parcelas para recorrerlas a la misma velocidad y profundidad.

Para la determinación del AT se realizaron 3 calicatas, cada una con su repetición, por cada tratamiento/subtratamiento. Se removió el suelo laboreado de forma manual para luego colocar un perfilómetro (Figura 7, Figura 8) similar al descrito por Stafford (1979). En gabinete se determinaron las AT a través del CorelDraw X3 y CobCal 2 Versión 2.1.

La RP se determinó mediante un penetrómetro de cono RIMIX CP20, construido bajo Norma ASAE S312.2 (1992). Se empleó un cono de 30°, con diámetro de 0,01283 m. Se tomaron lecturas desde la superficie hasta 0,60 m. y la humedad por el método gravimétrico, en estratos de 0,10 m hasta 0,40 m de profundidad. Para cada estación de medición, se realizaron 9 perfiles de RP, uno por fuera de cada montante, uno en la línea de cada montante, uno en correspondencia con la punta de cada reja y tres entre rejas. A partir de los datos de RP se realizaron mapas de curvas de iso-resistencia a la penetración mediante el software Surfer 12 (Golden Software, Inc.)

El diseño experimental fue en bloques aleatorizados, con 2 repeticiones para cada tratamiento y subtratamiento. Cada parcela tuvo una dimensión de 30 m de largo y 8 m de ancho, dividida en dos sub-parcelas. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA y las medias se compararon por el test de LSD ($P \leq 0,05$). Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Análisis y discusión de resultados

Área trabajada

En la Figura 3 se visualizan los resultados de AR y AC, en MPA y DPA. En la misma se aprecia una significativamente mayor AT, aproximadamente 40% superior, a favor de los



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

AC, sin que existiera significancia de la interacción entre tratamientos y subtratamientos. Estas diferencias podrían atribuirse a las características de diseño del montante. Sin embargo, durante el procesamiento y análisis de las perfilometrías, se detectaron variaciones en la PT que pudieron afectar el AT.

En virtud de ello, se determinó la PT efectiva a partir de las perfilometrías realizadas para cada tratamiento y subtratamiento. La PT a nivel de la reja (Figura 4) se tomó como promedio de las medidas correspondientes a cada montante utilizado, mientras que la PT entre los 2 montantes, se calculó a partir del promedio de los 3 valores centrales, con una equidistancia de 0,06 m a partir de la medición central (Figura 5). El análisis indica que la PT alcanzada por los AC fue significativamente mayor que la de AR, sin que se registraran efectos de la disposición entre montantes.

En la Figura 4 se observa que en ambos montantes, en DPA, resultó en una mayor PT media. Ello podría atribuirse a que el escarificador quedó ligeramente desnivelado, en sentido antero posterior, clavándose en mayor medida en la parte delantera que en la trasera. La menor PT correspondió a los AC en el MPA y la mayor a la disposición DPA del AC. Las diferencias en profundidad pueden atribuirse a la mayor capacidad de penetración de los AC ocasionada por una mayor succión ya que presentan una reja de mayores dimensiones, de sección rectangular, con corte angulado y bisel dirigido hacia el centro, con un ángulo de ataque algo menor al del AR (Figura 1 y Figura 2). Debe entenderse, al respecto, que la mayor o menor succión que presente un diseño sobre el otro puede afectar la PT por las modificaciones de la carga vertical que soportan las ruedas del equipo, a la cual se oponen a través de la presión de inflado, pudiendo las mismas sufrir una mayor deflexión y en consecuencia producir variaciones en la PT.

Las principales diferencias, significativas, de la PT se encuentran entre el AC en DPA y el AR en MPA. Si se calculan las AT en función del modelo propuesto por Willat y Willis (1965) a partir de los patrones de roturación establecidos por los mismos (Figura 6), pueden explicarse en gran medida las diferencias en AT entre los distintos montantes; por lo cual, se supondría que el AT debería presentar un ordenamiento de menor a mayor ARMPA, ARDPA, ACMPA, ACDPA, en función de las profundidades alcanzadas por cada uno. Sin embargo, se produjeron variaciones en las AT medidas, resultando invertido el ordenamiento para ARMPA que fue mayor a ARDPA. Esto indicaría, que además de la PT como determinante del AT existiría algún factor asociado a la disposición y al diseño del equipo.

Si se eliminan los posibles efectos de la PT, los resultados en un análisis general serían coincidentes con los informados por Raper (2005) quien trabajando con AR y AC no encontró diferencias estadísticamente significativas entre sus AT. Los resultados del ensayo, al igual que los de Raper (2005) guardan relación con lo encontrado por Willat & Willis (1965) para el trabajo con escarificadores rectos, ya que el AT calculada a partir



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

de la PT, teniendo en cuenta un ángulo de roturación del suelo de 45° en forma lateral, resulta adecuadamente predicha por el cuadrado de la PT de la reja. Para los resultados de Raper (2005) la estimación es de 0,1089 m², para una PT de 0,33 m, cercano a los registros de 0,1028 m²montante⁻¹ AR y 0,1075 m²montante⁻¹ AC. Sin embargo, cuando se realiza el análisis de regresión de los datos del ensayo, sin tener en cuenta tipo de montantes y disposición, el R² es de 0,23, indicando una alta variabilidad y escasa correlación, que podría ser explicado en parte por la propia variabilidad en la roturación del suelo y los procesos de interacción entre órganos activos.

En relación a ellos, los efectos de interacción pueden ser valorados, en parte, a través de la PT efectiva en la zona central roturada por cada par de órganos activos. Los valores medios de profundidad en dicho sector, se visualizan en la Figura 5. La misma fue significativamente mayor para los AC, pero también fue significativa la interacción entre diseño de montantes y disposición, lo cual indica que los distintos diseños no tuvieron la misma respuesta para este parámetro. En los AC, en DPA alcanzó una PT de 0,25 m, ligeramente inferior a la PT alcanzada por las rejas para ese mismo subtratamiento, con diferencias significativas con el AR para cualquiera de sus disposiciones. En forma contraria, para los AR, la disposición MPA alcanzó una mayor PT, sin diferencias significativas con DPA. Esto marca, en parte, una diferencia con lo que se registró para la PT de las rejas, para este subtratamiento. A su vez, en el AC las diferencias entre DPA y MPA resultaron mayores que las medidas para la PT de las rejas. Lo expuesto indicaría que independientemente que el AT se relacione inexorablemente con la PT, existen otros factores de diseño y disposición que inciden sobre las características del perfil trabajado por el descompactador. Lo antedicho tiene importancia en función de la eventual necesidad de roturar capas compactadas, puesto que aquellos diseños con menores diferencias de profundidad entre los sectores correspondientes a las rejas y el lomo, permitirán trabajar a una menor profundidad para alcanzar el aflojamiento de la misma. En la Figura 7 y Figura 8 se muestran las características de roturación de los AC y AR.

Respecto al AT, Vallejos et al. (2010) calcularon 0,48 m² para cuatro AR, es decir, que para dos el área es de 0,24 m², más del doble al determinado en este ensayo, pero con una PT máxima para las rejas de 0,35 m. Si se estima el AT, en función del cuadrado de la PT, se tendrá nuevamente una adecuada aproximación entre valores predichos y medidos.

Esto implica que a nivel técnico, es posible validar en acuerdo con los resultados de AT, que independientemente de su diseño AC o AR, los descompactadores de montantes angulados, roturan el suelo de manera similar a la de los escarificadores de montante recto, pese a las diferencias de diseño de sus órganos activos y cabría efectuar arreglos espaciales de distanciamiento entre órganos activos de 1,5 veces la PT, si es que se mantiene una adecuada eficiencia desde el punto de vista energético.



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

Pese a ello, en los gráficos presentados por Vallejos et al. (2010), se visualiza claramente que existen diferencias entre la roturación de aquellos montantes que trabajan en un mismo plano apareados hacia el centro, con aquellos que trabajan por detrás y al costado con la misma disposición que su predecesor. En el primer caso, el AT es mayor, con una menor altura del lomo, con respecto a lo que ocurre con los de la segunda disposición. Similares consideraciones realiza Elisei (2013) para el trabajo con AC, por diferencias en la RP en los sectores centrales y laterales. Por otra parte, los resultados obtenidos por Balbuena et al. (2003) con AC, indican diferencias en las características de roturación según la configuración sea por pares hacia el centro en un mismo plano o en diferentes planos en conjunto hacia el centro. Para el primer caso detallan una mayor PT efectiva en el sector central entre las rejas y una mayor uniformidad en ese parámetro, llegando a un 72% de la medida para las rejas. En este caso, para los AC se registró en promedio un 85% aproximadamente en el sector medio con respecto a las rejas, mientras que en los AR dicha relación fue del 78%, algo mejor en conjunto que lo establecido por Balbuena et al. (2003).

Resistencia a la penetración

En la Figura 9 se visualizan los valores de RP en función de la profundidad para la situación testigo del ensayo. Los contenidos de humedad promedio fueron 28,67% para el tratamiento ARMPA, 26,41% ARDPA, 27,43% ACMPA y 25,18% ACDPA.

En la Figura 9 se observa que a escasa profundidad, los registros de RP superan los valores de 2 MPa indicados por Dexter (1987) para reducir el crecimiento radical o impedirlo según Threadgill (1982). Asimismo, a profundidades menores a los 0,10 m ya se supera el límite de 1,5 MPa que reduce la tasa de crecimiento de las raíces (Threadgill 1982; Zou et al. 2001). Resultados similares de RP, en tratamiento testigo, fueron hallados por Simoes et al. (2009), Balbuena et al. (2003), Karlen et al. (1991), los cuales justifican la necesidad de intervenir mecánicamente el suelo para atemperar las limitaciones encontradas.

El análisis de los resultados de RP para los distintos tratamientos y subtratamientos indicó la interacción entre los factores de variación, montantes, disposición, sectores de medición y profundidad, por lo cual se efectuaron las particiones correspondientes y se analizaron los efectos sobre la RP para cada uno de los factores a cada profundidad.

No obstante, en un análisis general, surge que la RP tuvo una marcada disminución para ambos montantes y para cada disposición a nivel de la reja (Figura 14) por debajo de la profundidad de labor, con respecto a la situación original. Los resultados encontrados resultan relevantes, puesto que situaciones similares han sido escasamente informadas y menos aún discutidas. Los mismos son en parte



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

coincidentes con lo encontrado por Hilbert & Pincu (2000) para montantes de diseño similar a AR ya que registran que la RP disminuyó por debajo de la PT, hasta aproximadamente 0,45 m, cuando la profundidad media alcanzó 0,31 m. También se determinó en el mismo ensayo un efecto cuantificable hasta los 0,28 m, cuando la profundidad de trabajo fue de 0,17 m. En la evaluación de los AR y AC de este ensayo, la PT varió entre valores mínimos de 0,23 m y máximos de 0,28 m para los distintos diseños y disposiciones, por lo que los efectos también se habrían extendido aproximadamente entre 0,12 m y 0,17 m por debajo de la profundidad media. También resultan semejantes a los resultados obtenidos por Simoes et al. (2009), ya que la labor a 0,38 m de profundidad se extendió hasta más de 0,5 m, independientemente del diseño del órgano activo utilizado en la descompactación, en el primer año de ensayo, mientras que en el segundo los efectos en profundidad disminuyeron, pero siempre se detectó una reducción de la RP por debajo de la PT de la reja. Aspectos similares se interpretan en el trabajo de Elisei et al. (2012) donde la PT fue de 0,32 a 0,35 m y la incidencia en la RP llegó a los 0,4 m en el trabajo con AC. También Cholaky et al. (2009) a través de la técnica del Perfil Cultural muestran la existencia de aflojamiento del suelo por debajo de la PT, al igual que Colareda (2013). Tal como fuera hipotetizado por el mismo, estos efectos pueden atribuirse en parte a las características del filo de las rejas utilizadas. Habitualmente, el mismo es cementado sin afilado, lo que implica que una superficie roma es la que ataca, tensionando el suelo. En relación con ello, Fielke (1996) estableció la existencia de procesos de roturación y desplazamiento del suelo, por debajo de la PT de las rejas cuando se encuentran desafiladas. Estos procesos se manifestaron en los primeros 0,05 m por debajo de las mismas. En este caso, las rejas de los descompactadores no presentan filo y por el contrario poseen una superficie cementada, gruesa, que podría haber incrementado dicho efecto. Además, podría sumarse a ello el estado de compactación del suelo que, al trabajar el subsolador sometiendo a la tensión a una masa de suelo relativamente dura y uniforme en profundidad, habría favorecido tanto la rotura con el modelo de fallas crecientes, como también que los efectos de tensión y fractura del suelo se expandieran hacia adelante y hacia abajo. Dicha situación también se visualiza en el testigo bajo siembra directa de Simoes et al. (2009).

El perfil roturado bajo el patrón de falla creciente, en acuerdo con lo establecido por Spoor & Fry (1983), es el frecuentemente desplazado a mano para la identificación del patrón de roturación (Spoor & Godwin, 1978) y surge de la acción de la cara superior angulada de los órganos activos sobre el suelo. Dicha metodología no permite evaluar los límites reales del aflojamiento, en los sectores por debajo de la máxima PT alcanzada por la reja y menos aún en los sectores intermedios entre las mismas. La evaluación aleatoria de la RP en parcelas descompactadas por escarificadores tampoco brinda una adecuada resolución de la problemática analizada, ya que terminan promediándose valores correspondientes a sectores ubicados sobre la línea de acción de la reja y sectores distanciados de la misma e intermedios entre el trabajo de 2



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

órganos activos contiguos. Por ello, la realización de una transecta en forma sistemática es la única que facilita dicha evaluación y la determinación de hasta qué profundidad el suelo, aunque firme, modificó su estado mecánico y qué posibilidades de colonización radical se generaron.

En el sector correspondiente a las rejillas se encontraron diferencias de RP entre los montantes y disposiciones utilizados en diferentes PT, lo cual puede relacionarse a las características de diseño y configuración de los mismos.

Tal como se dijo anteriormente la labor de descompactación tuvo efectos significativos con respecto al testigo en todas las profundidades hasta el estrato de 0,35 m a 0,4 m para ambos diseños de montante y disposiciones. Por debajo de dicha profundidad, también existieron diferencias con respecto al testigo hasta los 0,5 m, salvo en el ARDPA. Por lo tanto al igual que lo ocurrido con AT, el subtratamiento de ARDPA fue el de mayor ineficiencia en la roturación en este aspecto.

A nivel superficial, todos los tratamientos y subtratamientos fueron capaces de reducir la RP a valores menores a 1 MPa hasta los 0,10 m y desde la superficie hasta los 0,20 m ARMPA fue significativamente menor a los demás. Por debajo de esa profundidad, hasta los 0,35 m ARMPA tuvo los menores valores, pero no alcanzó a diferenciarse de ACDPA, mientras que por debajo de los 0,35 m tuvo valores similares a ACMPA, sin diferenciarse en forma constante de ACDPA. En general, todas las labores redujeron la RP por debajo de 1,5 MPa hasta los 0,20 m y no superaron los 2 MPa (Threadgill, 1982) por encima de los 0,3 m, salvo el ARDPA.

Los menores valores de los tratamientos de AR en los primeros estratos del terreno pueden asociarse a las características de diseño del montante, con menor separación lateral entre el mismo y la posición de la rejilla, lo que hace a mayores efectos de interacción entre la lámina oblicua y la rejilla y posiblemente mayor grado de roturación en dicho sector. La ausencia de diferencias entre ARMPA y ACDPA entre los 0,25 y 0,30 m de profundidad puede en parte explicarse por la mayor superficie de trabajo de la rejilla del AC, que favorecería una mayor intensidad de roturación en el área circundante a la misma.

En la Figura 15 se observan los perfiles de RP para el sector medio entre las rejillas. En esta posición, promedio de los tres valores centrales de RP, se encontraron diferencias significativas en la totalidad de los tratamientos y subtratamientos con respecto al testigo hasta los 0,25m, estrato en el cual el ARDPA tuvo valores similares al mismo y diferentes al resto de los tratamientos y subtratamientos. Por otra parte, ARDPA presentó los mayores valores, sin ser significativos, con respecto a las demás alternativas de diseño y configuraciones, desde la superficie y hasta los 0,55 m de profundidad. Las configuraciones que lograron un mayor grado de roturación, fueron



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

ARMPA y ACDPA, las cuales tuvieron valores de RP significativamente menores desde 0,10 m a 0,30 m con respecto al resto; así también, ARMPA se diferenció del ACMPA en los primeros 0,10 m. Entre las configuraciones ARMPA y ACDPA se alcanzaron diferencias significativas, con menores valores para ACDPA entre los 0,35 m y los 0,45 m y en general sin mayores diferencias con ACMPA. Al respecto vale recordar que la RP se relaciona al grado de roturación del apero sobre el suelo. Bajos valores de RP indicarían alto grado de roturación, condiciones muy favorables para la germinación de semillas y para el crecimiento y desarrollo del sistema radicular, pero desfavorables, para el tránsito de la maquinaria agrícola, con altos riesgos de recompactación en acuerdo con Spoor et al. (2003).

Los registros, a diferencia de lo acontecido en la posición reja, superan los valores de 1,5 MPa a partir de los 0,10 a 0,20 m y los 2 MPa a partir de 0,20 a 0,30 m. Por debajo de dicha profundidad, si bien pueden detectarse diferencias entre las distintas configuraciones, los valores resultan en su totalidad restrictivos del crecimiento radical.

En una evaluación general, ARDPA fue el de menor eficiencia de, aflojamiento del suelo. La condición mecánica del suelo lograda es suficiente en el sector cercano al trabajo de las rejas y el montante, pero insuficiente para el adecuado desarrollo radical en el sector intermedio entre las rejas, desde estratos relativamente superficiales. En el otro extremo, las configuraciones ARMPA y ACDPA fueron las que alcanzaron una mayor eficiencia de roturación, con escasas diferencias entre sí, con mejor prestación para los ARMPA en el área cercana a la reja y mayor roturación y menores valores de RP, para ACDPA en profundidad en el sector central trabajado entre las rejas. No obstante, el aflojamiento del suelo por el mismo no fue lo suficientemente grande como para favorecer procesos de recompactación a nivel subsuperficial, en acuerdo con los recaudos manifestados por Spoor et al. (2003) y Spoor (2006). En la Figura 10 y Figura 11 pueden observarse los perfiles de isoresistencia a la penetración de los AR en MPA y DPA, en los cuales se incluyeron la totalidad de las posiciones de la transecta.

Es interesante destacar, que por debajo y hacia el sector externo de la línea del montante (entre 0 a 0,1 m y entre 0,7 y 0,8 m sobre el eje de las abscisas) se detectan sectores en los cuales existe un incremento de los valores de RP con respecto a la situación original. Esto puede interpretarse en función de que la parte externa del montante que no realiza trabajo sobre el suelo, es la que soporta las fuerzas laterales generadas en los órganos activos asimétricos y el suelo es el medio que compensa a las mismas, lo cual puede originar un incremento de la RP del suelo en esos sectores.

En la Figura 12 y Figura 13 se muestran los mapas de isoresistencia a la penetración para los AC. Sus características de diseño, parecieran limitar los efectos de incremento de RP hacia los laterales como consecuencia del radio de curvatura de los sectores cercanos a la reja. Asimismo, en ACDPA, se visualiza la escasa diferencia en la



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

roturación de los sectores cercanos a la reja y los sectores centrales, brindando una labor más homogénea en el total del perfil trabajado.

Conclusiones

- La roturación del suelo por los montantes AC y AR posee una fuerte simetría lateral con respecto a la posición de la reja, similar a la que caracteriza a los implementos de montantes rectos.
- El área de suelo roturada es principalmente una función exponencial de la profundidad de trabajo, independientemente de las características particulares del diseño del montante y de la reja.
- Los implementos de montantes rígidos causan aflojamiento de suelo por debajo de la profundidad de trabajo de la reja, independientemente de su diseño y disposición.
- Tanto el diseño del montante como la configuración espacial de los montantes inciden sobre las características de roturación del suelo en los sectores correspondientes a la reja e intermedios entre las mismas, correspondiendo a ARMPA y ACDPA la mayor eficiencia.
-