

POTENCIA DEMANDADA POR UN ESCARIFICADOR EN UN SUELO ARGIUOL TÍPICO

SMITH, Jorge¹; Mario, AUCANA¹; Jorge, HILBERT¹

¹ Ing.Agr. Instituto de Ingeniería Rural – CIA – cc 25 1712 Castelar. Email: jsmith@cni.inta.gov.ar

¹ Tec. Agr. Instituto de Ingeniería Rural – CIA – cc 25 1712 Castelar. Email: maucana@cni.inta.gov.ar

¹ Ing.Agr. Instituto de Ingeniería Rural – CIA – cc 25 1712 Castelar. Email: hilbert@cni.inta.gov.ar

RESUMEN

El incorrecto dimensionamiento de los equipos agrícolas, sumado al tránsito no ordenado de los mismos durante los trabajos de cosecha, la adopción de técnicas de cultivo que no disturban el suelo, las presiones incorrectas de inflado de los neumáticos y los trabajos realizados sobre suelos con excesivo contenido de humedad, crean las condiciones para que se produzca una paulatina compactación de los suelos. Los objetivos planteados en el desarrollo del cultivo están íntimamente relacionados con la compactación de los suelos y la recuperación y el mantenimiento de las condiciones físicas del perfil explorado por las raíces de los cultivos, por lo que se estimó conveniente en este estudio analizar por un lado la demanda energética de un escarificador tipo cultivo y por otro el grado de descompactación producido midiendo dicho efecto a través del índice de cono mediante penetrometría a diferentes profundidades. Estos ensayos se vienen realizando desde el año 2002, en este trabajo se analiza la demanda energética de los últimos tres años, complementada con un estudio de la descompactación desde el año 2002.

Se demarcaron físicamente y mediante un GPS las parcelas a tratar de 300 metros de largo. La descompactación se realizó con un subsolador de hoja curva, "Cultivie", de cuatro láminas descompactadoras hasta 0.35-0.40 m de profundidad. La velocidad de trabajo se estableció entre los 3 y 5 km/h. La descompactación se determinó por medio de un penetrometro electrónico midiendo el índice de cono (kPa), sobre diez repeticiones por parcela.

La potencia demandada en la barra de tiro del tractor trabajando a una velocidad de 3 km/h y a 0.35 m de profundidad osciló entre los 12.05 y 22.27 kW dependiendo fundamentalmente del contenido de humedad del suelo; trabajando a la misma profundidad pero a 5 km/h el consumo varió entre los 38.9 y 40.29 kW. El trabajo realizado por el implemento cubrió con las expectativas provocando un adecuado disloque del suelo en profundidad, dejando en la superficie del mismo suficiente cantidad de rastrojo protegiendo a este de posibles procesos de erosión.

La potencia necesaria para su tracción guarda relación directa con la velocidad de trabajo, la humedad del suelo y el grado de compactación de este.

Palabras Clave Compactación – Escarificador - Potencia

Introducción

En general el rendimiento de un cultivo depende de su desarrollo radicular, contenido y accesibilidad de nutrientes, aireación y disponibilidad de agua. Los últimos dos parámetros dependen de la continuidad de poros. Si las raíces pueden penetrar el suelo y tomar la cantidad suficiente de nutrientes y agua como para alcanzar un razonable coeficiente de transpiración, puede concluirse que el estado de compactación existente es apropiado (Horn, 1990).

Causas que generan compactación: El tráfico de neumáticos por el campo, ha sido reconocido por la mayoría de los autores, como el principal causante de una indeseable compactación del suelo. Solo bajo circunstancias excepcionales, los suelos agrícolas tienen suficiente resistencia como para soportar las cargas aplicadas sobre su superficie sin exceder su límite elástico, lo cual produce un deterioro físico cuyo carácter y extensión

depende de las propiedades del suelo, del neumático y de las complejas interacciones existentes entre ellos. (Soane et al., 1981a,b, y 1982; Taylor & Gill, 1984; Taylor & Burt, 1984; Soane, 1985; Burt & Bailey, 1975, 1985; Ashmore et al, 1987; Wood and Burt, 1987 a, b).

Manejo y corrección de la compactación: Los suelos compactados pueden recuperarse naturalmente, si las fuerzas que los generaron no fueron aplicadas durante mucho tiempo. La recuperación natural es un proceso lento y depende de las condiciones ambientales. Los procesos que generalmente intervienen para revertir este fenómeno son humedecimiento/secado, congelado/descongelado, la actividad biológica y la labranza (Hakansson & Reeder, 1994).

Dos técnicas básicas son utilizadas para el manejo y el control de la compactación:

La primera es subsolar a una profundidad de 0,3 a 0,5 m La segunda es prevenir su ocurrencia. Para ello puede recurrirse al control del patrón del tráfico en el campo. técnica conocida como Tráfico Controlado (CT) .

La tendencia hacia un aumento del índice de cono a medida que aumenta el tiempo sin labranza, sugiere que los suelos cultivados bajo este sistema de manejo, como el caso de la siembra directa pueden presentar resistencia al desarrollo radicular, con contenidos hídricos superiores que los que han sido roturados .

Las *operaciones de labranza* y el manejo de los factores que afectan la compactación, pueden acelerar la recuperación de las propiedades físicas favorables de los suelos. Sistemas de labranza y siembra efectivos crean condiciones de suelo favorables para la infiltración del agua, la germinación de las semillas, emergencia de plántulas y su posterior desarrollo y el crecimiento de las raíces. (Al Adawi, 1995).

La labranza profunda es a menudo recomendada para revertir la compactación del subsuelo. Pidgeon (1983) sostiene que el paraplow como máquina de labranza, puede ser utilizado para extender los sistemas conservacionistas a suelos que son naturalmente inapropiados para técnicas de mínima y no labranza. El paraplow provoca el desmenuzamiento del suelo, con una mínima alteración de la superficie del suelo, dejando abundante cobertura sobre su superficie (Mallet & Lang, 1987). Sin embargo los beneficios encontrados en las condiciones creadas para el crecimiento de las raíces y para la infiltración, fueron posiblemente compensados por el efecto en la menor temperatura del suelo y el menor índice de establecimiento de plantas debido a la gran cantidad de rastros presentes (Erbach et al., 1986; Kaspar et al., 1990)

Schuler & Wood (1992) establecen que el subsolado puede ser utilizado para remover capas compactadas, cuando éstas limitan el rendimiento. Ellos recomiendan tener presentes los siguientes puntos: (1) Subsolar solamente cuando el suelo se encuentre seco a fin de que sea correctamente fracturado y (2) subsolar un poco por debajo de la zona compactada.

Erbach et al. (1992) evalúan no-labranza, labranza con cincel, con arado de rejas y con paraplow., sobre suelos pobremente drenados de textura franca y fina. Los resultados muestran que con todas las máquinas de labranza, se obtienen reducciones en la densidad aparente y en la resistencia a la penetración, hasta la profundidad de trabajo. Sin embargo después de la siembra, solamente el suelo arado con paraplow mantenía una menor densidad aparente. Efectos residuales en la descompactación ocasionada por la labranza con paraplow, fueron perceptibles hasta el otoño del siguiente año

No obstante, la respuesta de los cultivos a la mejor condición física del suelo, resulta variable. Estudios que informan acerca del rendimiento de los cultivos presentan variaciones en sus resultados en función del tipo de tráfico. En general solo se obtienen mejores rindes relativos, cuando las condiciones atmosféricas durante su ciclo de desarrollo provocan déficit hídrico, presumiblemente debido a que el mayor desarrollo radicular mejora la resistencia a la sequía

Raper et al. (1994) estudian los efectos del tráfico y de distintos sistemas de labranza conservacionistas sobre la condición del suelo. Ellos encuentran que el efecto del tráfico es

perjudicial, especialmente cuando no se realiza el subsolado anual en la línea, práctica que atempera los efectos negativos del tránsito, sobre el índice de cono y la densidad aparente. La demanda de energía al sistema, no sugiere que se obtengan beneficios, al eliminar el efecto del tránsito.

Los objetivos planteados en el desarrollo del cultivo están íntimamente relacionados con la compactación de los suelos y la recuperación y el mantenimiento de las condiciones físicas del perfil explorado por las raíces de los cultivos, por lo que se estimó conveniente en este estudio analizar por un lado la demanda energética de un escarificador tipo cultivo y por otro el grado de descompactación producido midiendo dicho efecto a través del índice de cono mediante penetrometría a diferentes profundidades. Estos ensayos se vienen realizando desde el año 2002, en este trabajo se analiza la demanda energética de los últimos tres años, complementada con un estudio de la descompactación desde el año 2002.

Materiales y Métodos

En un suelo franco limoso del N. de Buenos Aires (argiudol típico), con un prolongado período de agricultura continua, y que actualmente están en el sistema de siembra directa, se tomó un lote testigo ubicado Latitud sur 34 18 962; Longitud Oeste 59 56 584.

Se demarcaron físicamente y mediante un GPS las parcelas a tratar de 300 metros de largo. La información de los límites así como la toma de muestras posteriores fue incorporada a un sistema de información geográfico de manera de establecer correlaciones con el posterior mapa de rendimiento a lo largo de todas las parcelas.

La descompactación se realizó con un subsolador de hoja curva, "Cultivie", de cuatro laminas descompactadoras de 15 mm de espesor, con un distanciamiento de 0.50 m entre sí al que se adaptó un dosificador para aplicar enmiendas. Se estableció una parcela testigo sin subsolar, una segunda subsolada a 0.30/0.40m sin aplicación de enmienda y una tercera subsolada y aplicando una cantidad de 1 t/ha de calcáreo granulado (Granucal). La descompactación se realizó hasta 0.35-0.40 m de profundidad, donde el dosificador agregó el producto desde la superficie hasta el fondo de la brecha producida por la hoja. La velocidad de trabajo se estableció entre los 3 y 5 Km /h en función de las recomendaciones dadas por el fabricante. El peso aproximado del equipo fue de 2600 kg.

El equipo fue traccionado por un tractor Valmet 1380 S 4WD de 95.58 kW (130 CV) a la toma de potencia. Cada tratamiento se realizó sobre parcelas de 300 metros de largo, el esfuerzo demandado se registró en cuatro pasadas consecutivas del implemento, mediante un dinamómetro electrónico con celda de carga de 10000 Kg., al mismo tiempo se registró la velocidad de avance por medio de radar y régimen de motor mediante cuenta vueltas adosado a la toma de potencia del tractor. Complementariamente se registraron los valores de resistencia a la penetración expresados en kPa entre 0 y 0.50 m de profundidad por medio de un penetrometro electrónico midiendo el índice de cono (kPa), sobre diez repeticiones por parcela, en la que se registró la posición por medio de GPS. Además se determinó el coeficiente de labranza en cada uno de los tratamientos a fin de independizar la demanda de potencia con la profundidad de trabajo, el mismo resulta de dividir el nivel de esfuerzo medio por el frente de labor efectivo.

Resultados y Discusión

Los valores obtenidos del esfuerzo de tracción estuvieron influenciados en gran medida por el contenido de humedad del suelo al momento del ensayo. La densidad aparente promedio observada fue de 2.1 gr/cm³ entre 0-10 cm. y 2.6 gr/cm³ entre 20-30 cm. de profundidad. El contenido de humedad en el suelo varió entre el 11 y 16 % según el año de ensayo. En el cuadro 1 se resumen los resultados obtenidos.

Cuadro 1: Valores medios de esfuerzo de tracción, potencia demandada y coeficientes de labranza registrados

C/Yeso	% humedad	E.T kg (kN)	Vel (km/h)	Pot CV (kW)	CL N/cm ²
2004	11	1798 (17.67)	3.1	20.9 (15.36)	0.179
2005	16	2604 (25.54)	3.1	30.3 (22.27)	0.260
2006	12	2664 (26.13)	5.4	53 (38.9)	0.266
Cultivie					0.157
2004	11	1575 (15.45)	3.4	20.0 (14.70)	0.129
2005	16	1297 (12.72)	3.4	16.4 (12.05)	0.247
2006	12	2742 (26.89)	5.3	54.8 (40.2)	

Los valores de resistencia a la penetración fueron influenciados por el contenido de humedad en el suelo al momento de la toma de muestras, por lo que los valores que se pueden observar en el cuadro 2 se obtuvieron el mismo día en todos los tratamientos y expresan la media de 10 repeticiones en cada uno de ellos.

Cuadro 2: Valores medios de resistencia a la penetración expresada en kPa

	Profundidad/cm	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Testigo											
2002		1347	2270	2303	1755	1416	1111	1287	1661	2012	2364
2003		1638	1954	2036	1416	1439	1310	1322	1685	2106	2217
2004		1720	2609	3101	2012	1463	1685	1732	1907	1931	1993
2005		1509	2745	2247	1745	1544	1135	1299	1380	1486	1498
Cultivie											
2002		1147	1498	1533	1954	1814	1720	1521	1907	1802	1825
2003		1697	1708	1088	842	877	760	1100	1299	1697	1849
2004		760	1556	1662	1755	1685	1497	1416	1462	1802	1673
2005		912	2106	2153	1755	1896	1861	1533	2001	2270	2118
Cultivie/Yeso											
2002		1252	1673	1650	2083	1638	1613	1563	1814	047,7	2247
2003		1334	1989	1228	1065	1088	924,	1416	1591	1989	2106
2004		737	1099	1743	1697	1861	1403	1334	1427	1521	1626
2005		1486	1568	1486	1755	1509	866	889	1334	1532	1720

Conclusiones

El trabajo realizado por el implemento cubrió con las expectativas provocando un adecuado disloque del suelo en profundidad, dejando en la superficie del mismo suficiente cantidad de rastrojo.

La potencia necesaria para su tracción guarda relación directa con la velocidad y profundidad de trabajo.

Bibliografia

- AL-ADAWI, S. S. 1995. The long term effect of compaction and subsoiling on crop yield and soil physical properties. Unpubl M.S. Thesis. Columbus, Ohio: The Ohio State University.
- ASHMORE, C.E., E.C. BURT AND J.L. TURNER. 1987. An empirical equation for predicting tractive performance of log skidder tires. Transaction of the ASAE 30 (5): 1231-1236.
- BURT, E.C. AND A.C. BAILEY. 1975. Thrust-dynamic weight relationship of rigid wheels. Transaction of the ASAE 18(5): 811-813, 817.
- ERBACH, D. C., R. M. CRUSE, T. M. CROSBIE, D. R. TIMMONS, T. C. KASPAR AND K. N. POTTER. 1986. Maize response to tillage induced soil conditions. Transactions of the ASAE 29(3):690-695.
- ERBACH, D. C., J. C. BENJAMIN, R. M. CRUSE, IM. A. ELAMIN, S. MUKHTAR AND C. H. CHOI. 1992. Soil and corn response to tillage with paraplow. Transactions of the ASAE 35(5): 1347-1355
- GERIK, T. J., J. E. MORRISON, JR. AND F. W. CHICHESTER. 1987. Effects of controlled-traffic on soil physical properties and crop rooting. Agron, J. 79:434-438
- HÄKANSSON, I. REEDER, C.R. 1994. Subsoil compaction by vehicles with high axle load - extent, persistence and crop response. Soil & Tillage Research, 29 (2-3) 277-304
- HORN 1990. Aggregate characterization as compared to soil bulk properties. Soil and Tillage Research
- KASPAR, T. C., D. C. ERBACH AND R. M. CRUSE. 1990. Corn response to seed-row residue removal. Soil Sci. Sec. Amer. J. 54(4): 1112-1117
- PIDGEON, J. D 1983. Paraplow - A new approach to soil loosening. ASAE Paper No. 83-2136. St. Joseph, MI: ASAE.
- MALLET, J. B. AND P. M. LANG. 1987. The use of a slant leg plough to relieve compaction in directly drilled maize. Applied Plant Sci. 1(1):49-51.
- RAPER R.L., D.W.REEVES, E.C.BURT AND H.A.TORBERT. 1993. Conservation tillage and traffic effects on soil condition. Transaction of the ASAE 37 (3): 763-768
- SCHULER, R. T. AND R. K. WOOD. 1992. Soil compaction. In Conservation Tillage Systems and Management, Ch~ 9, 42-45. Ames, Iowa: MidWest Plan Service.
- SOANE, B. D., P.S. BLACKWELL, J.W. DICKSON AND D.J. PAINTER. 1981a, Compaction by agricultural vehicles: A review. I. Soil and Wheel characteristics. Soil and Tillage Research 1(3):207-237.
- SOANE, B.D., J.W. DICKSON AND D.J.CAMPBELL. 1982, Compactation by agricultural vehicles : A review. III. Incidence and Control of Compaction in crop production. Soil and Tillage Research 2(1):3-36.
- SOANE, B. D., P.S. BLACKWELL, J.W. DICKSON AND D.J. PAINTER. 1982b, Compactation by agricultural vehicles: A review. Compactation under Tyres and other running gear. Soil and Tillage Research 1(4):373-400
- SOANE, B. D., 1985. Traction and Transport systems as related to cropping systems. International Conference on Soil Dynamics Proceedings. Auburn University, 5:863-935. 17-19 June 1985, Auburn AL.
- TAYLOR, J. H. & W. R. GILL, 1984. Soil Compaction: State of art report. Journal of Terramechanics 21(2): 195-213.
- TAYLOR, J.H. AND E.C. BURT 1984. Flotation tires and subsurface compaction. Proceedings of 8th. International Conference of Terrain Vehicle Systems. Cambridge, England. 6-10 Aug. 1984, Vol II: 751-759
- WOOD, R. K. AND E. C. BURT, 1987a. Soil tires interface stress measurements. Transaction of the ASAE 30(5): 1254-1258.
- WOOD, R. K. AND E. C. BURT, 1987b. Thrust and motion resistance from soil tire interface stress measurements. Transaction of the ASAE 30(5): 1288-1292.