

NOTA DE INVESTIGACIÓN

**DESCOMPACTACIÓN DE SUELO MEDIANTE DIFERENTES SISTEMAS DE
LABRANZA: SU EFECTO SOBRE LA EMERGENCIA
Y RENDIMIENTO DE SOJA**

Soza, Eduardo¹; Agnes, Diego¹; Botta, Guido¹; Tourn, Mario¹; Hidalgo, Ramón²

¹Cátedra de Maquinaria Agrícola, Facultad de Agronomía (UBA) esoza@agro.uba.ar

²Cátedra de Mecanización Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE)

RESUMEN

La siembra directa tiende a preservar los recursos, pero su aplicación generó problemas como: compactación del suelo y cantidades importantes de rastrojo, los que reducen la eficiencia de implantación y rendimientos. Este estudio evaluó los parámetros antedichos en un cultivo de soja sobre tres sistemas de labranza y siembra directa, en un suelo Hapludol típico. El lote presentaba 20 años de producción con alternancia de trigo en invierno y soja en verano, los últimos cinco bajo siembra directa. Los tratamientos realizados fueron: cincel + rastra de casquetes + rastra de dientes (T1), rastra de casquetes (dos pasadas) + rastra de dientes (T2), rastra de casquetes + rastra de dientes (T3) y siembra directa (SD); los cuales presentan la misma remoción desde la campaña anterior. Se evaluaron: el rastrojo presente al momento de la implantación; el desempeño de la sembradora y la respuesta del cultivo a través de la eficiencia de implantación, la uniformidad de distribución y de los rendimientos. En el tratamiento SD y en terreno natural (TN) se analizó la compactación del suelo mediante la densidad aparente y su humedad. Se realizaron 16 parcelas, con 10 estaciones de muestreo por parcela y por tratamiento, con los datos obtenidos se efectuó ANVA – Tukey. La siembra directa continua requiere de tareas correctivas para mantener rendimientos equivalentes a la producción con labranza previa.

Palabras clave: siembra directa, eficiencia de implantación, densidad aparente, humedad actual.

SUMMARY

There is evidence that direct drilling is a more sustainable system but this technique have effect on soil compaction and cumulative high volume of stubble. This effect produces implantation efficiency reductions and crop yields lost. The soil compaction, implantations efficiency and soybean yields were evaluated on typical Hapludol soil for three tillage systems. The previous soil manage-

ment history of the site included, 20 years, of a very common regional crop rotation, wheat (*Triticum aestivum L.*) in winter, followed by soybean (*Glycine max L.*), in summer. During last five years the soil was managed under a direct drilling system. The tillage treatments were: chisel plow + disks harrow + spike-tooth harrow (T1), disks harrow (two passes) + spike-tooth harrow (T2), disks harrow + spike-tooth harrow (T3) and no-till (SD), which presents the same soil removing from last crop. Soil bulk density and stubble mulch were measured (at implantation moment) for treatments SD and undisturbed site (TN). Seeding machine performance was evaluated to comparison whit two parameters: implantation efficiency and distribution uniformity. Crop response was evaluated across the soybean yields. Sixteen plots were made whit ten samples sites for plot and treatments, an analysis of variance (ANOVA) was carried out on the data and means were analyzed by Tukey multiple range test. After several years of continuous direct drilling the yields tended to decrease, but this tendency to be possible revert with minimum tillage application.

Key words: No-Till, Implantation Efficiency, Bulk Density, Gravity Humidity.

INTRODUCCIÓN

La difusión de la técnica de siembra directa y del cultivo de soja debido a la adaptabilidad y al mejoramiento genético, aporta aumentos de rendimiento; pero su repetición sistemática trae aparejado consecuencias poco beneficiosas como: selección de malezas, reducción de los niveles de materia orgánica, cobertura y deterioro de las condiciones físicas del suelo.

La compactación del suelo incide sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos; por lo que su conocimiento resulta clave para un efectivo manejo de la condición física del suelo en la producción agrícola (Schafer *et al.*, 1992). Pidgeon (1983) concluye que las plantas requieren un sistema poroso

continuo, adecuado para un buen drenaje y desarrollo radicular, mientras que el suelo debe tener una estructura que no colapse ante el pasaje de la maquinaria o por procesos naturales.

Numerosos autores hallaron mayor compactación en suelos bajo siembra directa comparado con labranzas reducida o convencional. Mc Farland *et al.* (1990) reportan incrementos en la resistencia a la penetración y de la densidad aparente, en los primeros 300 mm de suelo, luego de periodos agrícolas prolongados, atribuyéndole condiciones restrictivas para el desarrollo radicular. Potter & Chichester (1993), trabajando en suelos molisoles informan que sus propiedades fueron alteradas, luego de 6 a 10 años de cultivo sin labranza. Ferreras *et al.* (2000) observan mayor resistencia mecánica, como indicador de la compactación del suelo, bajo siembra directa y por la falta de disturbación. Botta *et al.* (2002) encontraron que la presión en la zona de contacto rueda/suelo puede influir en la compactación superficial, dato relevante en siembra directa debido al alto peso de las sembradoras y reducción del crecimiento de la soja por compactación superficial (Botta *et al.*, 2004).

Respecto al beneficio de la descompactación sobre el desempeño de las sembradoras de cultivos, Erbach *et al.* (1992) al evaluar durante tres años la emergencia de plántulas de maíz mediante diferentes sistemas de implantación, hallaron diferencias significativas a favor de la labranza convencional en comparación con la siembra directa; al igual que Ceriani *et al.* (1998) trabajando con un cultivo de sorgo granífero en un suelo Argiudol, con características de degradación de moderadas a severas, encontró respuesta favorable en los rendimientos frente a los sistemas de labranza que generaron mayor remoción de suelo. Tourn *et al.* (1997) encuentran mayor eficiencia de implantación en maíz con labranza previa y con los trenes de distribución de siembra directa que produjeron mayor remoción de la línea de siembra. En la implantación de trigo sobre un lote de cuatro años de siembra directa, Soza *et al.* (2003) informan que ésta generó más compactación del suelo hasta la profundidad de labor de las máquinas para labranza y la siembra con labranza previa presentó mejores condiciones de cama de siembra. Tourn *et al.* (2004), en siembra directa de girasol, expresan que la incorporación del escarificador cuyo trabajo supere la profundidad de siembra, junto a la cuchilla labrasurco, genera mejores condiciones de cama de siembra.

La cobertura vegetal en siembra directa contribuye a la disminución de los procesos erosivos (Lafren *et al.*, 1981), pero existen antecedentes sobre la obtención de menores rendimientos por reducción del stand de plantas obtenido (Cuomo *et al.*, 1999). Esto puede explicarse por una disminución en la velocidad de

emergencia y en el crecimiento temprano por efectos de la temperatura del suelo (Swan *et al.*, 1996), la interferencia física (Cuomo *et al.*, op. cit.) y al lugar donde es depositada la semilla (Kaspar y Erbach, 1997). Al respecto, Tourn *et al.* (2003) al estudiar la respuesta de la emergencia en maíz sobre diferentes cantidades de rastrojo, incorporando barredores en la sembradora, observan que su reducción en la línea labreada mejora el cubrimiento de la semilla, el contacto semilla/suelo y su emergencia.

Los conceptos enunciados, destacan la importancia asignada al tren de distribución de las máquinas para siembra directa, que alistadas convenientemente permiten obtener altas tasas de emergencia, al igual que trabajando en siembra convencional (Soza *et al.*, 2000). Soza *et al.* (2005) indican la factibilidad de la implantación del cultivo de soja en siembra directa ante un antecesor pradera, donde se pone de manifiesto la importancia de una correcta regulación del tren de distribución y un manejo adecuado de la cobertura y Soza *et al.* (2006) en la eficiencia de implantación, distribución y rendimiento ante tres sistemas de labranza y siembra directa.

La mayoría de los trenes de distribución poseen una cuchilla circular de eje horizontal y normal a la dirección de avance, para el corte del rastrojo y labranza de la línea de siembra, seguida por conjuntos surcadores de doble disco y ruedas compactadoras-cubridoras con cubiertas de goma (Gargicevich, 1995; Martínez Peck, 1998). Entre las cuchillas labrasurco se encuentran las denominadas turbo, las cuales generan una mayor remoción del suelo (Tourn *et al.*, 2003); y junto a un escarificador rígido favorecerían la eficiencia de implantación por mayor remoción y cubrimiento de la semilla (Baumer 1999).

Ante los antecedentes revisados, el objetivo del trabajo fue evaluar la independencia del efecto de diferentes labranzas previas y la siembra directa continua en un cultivo de soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un lote de producción comercial ubicado en el partido de Junín, provincia de Buenos Aires (34° 40' sur y 60° 50' oeste).

La zona se caracteriza por poseer planicies onduladas de relieve eólico medianoso y por tener un elevado porcentaje de microdepressiones y pendientes suaves (0-1 %). El suelo es un Hapludol típico, perteneciente a la serie Junín, caracterizado por materiales de texturas gruesas con escaso tenor de arcilla. Es un suelo oscuro, profundo y bien a algo excesivamente drenado. Se caracteriza por tener un horizonte superficial A₁ de unos 30 cm de espesor bien provisto de materia orgánica, seguido por un horizonte sin incremento de arcilla, pero que muestra evidencias de una formación incipiente

de barnices iluviales (horizonte B₂). A los 125 cm aproximadamente, se pasa al substrato (horizonte C) suelto y desprovisto de calcáreo. Estos suelos son susceptibles a la erosión y es común encontrar perfiles con el A₁ más corto que lo normal (Carta de Suelos de la República Argentina).

El régimen de precipitaciones es de buena distribución anual, concentrándose en el período estival y decreciendo en el invernal, por lo que las lluvias satisfacen las demandas hídricas, se observa un exceso desde febrero a noviembre y solamente déficit entre los meses de diciembre y enero (Fuente: Estación Meteorológica de Junín. SMN-FAA.). El período libre de heladas se extiende desde el 16 de septiembre hasta el 1 de junio, con una variación de 15 días para ambas fechas.

El efecto de los sistemas de laboreo se evaluó a través de la eficiencia de implantación y el rendimiento del cultivo, implantado mediante una sembradora con un tren de distribución compuesto por cuchilla labrasurco turbo, escarificador vertical y doble disco encontrado.

El lote seleccionado se trabajaba en forma convencional, donde en los últimos cinco años se introdujo la siembra directa, de los cuales a los últimos tres corresponden soja para cosecha.

Previo a la siembra se verificó, sobre la superficie normalmente cultivada (SD) y bajo el alambrado donde el suelo se encuentra en estado natural (TN), la densidad aparente y humedad actual a tres profundidades: 8, 15 y 25 cm, las dos primeras correspondientes al trabajo de las máquinas de labranza secundaria y primaria respectivamente, y la tercera a la posible presencia de piso de arado.

La cobertura vegetal al momento de la implantación se cuantificó, utilizando un marco de 0,25 m², tomando 10 muestras al azar de cada tratamiento. Posteriormente y durante el ciclo del cultivo, todos los tratamientos recibieron los mismos controles de malezas y plagas.

Los tratamientos realizados y su secuencia, identificados en orden decreciente al grado de disturbación del suelo, fueron los siguientes: cincel + rastra de casquetes + rastra de dientes (T1); rastra de casquetes (dos pasadas) + rastra de dientes (T2); rastra de casquetes (una pasada) + rastra de dientes (T3) y siembra directa (SD).

Se realizaron cuatro parcelas de 5,60 m de ancho y 20 m de longitud por tratamiento, resultando dieciséis parcelas distribuidas aleatoriamente. Para la obtención de los datos se descartaron los 5 m iniciales y finales y los surcos laterales extremos, para evitar el efecto de cabeceras y bordes.

El recuento de las plantas se efectuó a los 10, 15 y 20 días de la implantación, en 10 estaciones de muestreo por parcela, resultando 40 observaciones por tratamiento. La uniformidad de distribución se evaluó midiendo la distancia entre plantas, realizándose 50 observaciones en cada tratamiento. Similar metodología se aplicó en la recolección de las muestras para la cuantificación del rendimiento, llevándose a cabo manualmente. Con los datos obtenidos se realizó ANVA con medidas repetidas para estudiar diferencias entre tratamientos y se aplicó el Test de Tukey de comparaciones múltiples.

Las eficiencias del tren de distribución y de la sembradora en su conjunto, se obtuvieron referenciando las plantas emergidas al tercer recuento, respecto a las semillas viables descargadas en el terreno y a las semillas viables a sembrar respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad aparente y los valores de humedad gravimétrica medidas en TN y SD, a las profundidades propuestas, se detallan en la Tabla 1. En ambos parámetros la siembra directa, luego de cinco años de aplicación, no presenta diferencias significativas respecto al terreno natural.

Estos resultados son indicadores del mantenimiento de estas condiciones físicas del suelo en situación productiva y consecuencia de la interacción entre las máquinas utilizadas, las condiciones climáticas que se presentaron durante ese período y a la desaparición del efecto de las labranzas realizadas con antelación a la implementación de la técnica de siembra directa, en disenso con las apreciaciones de Potter & Chichester (1993), Mc Farland *et al.* (1990) y Ferreras *et al.* (2000).

El rastrojo presente (Tabla 2) muestra valores esperables, siendo significativamente mayor en SD y observándose una tendencia a su disminución en correspondencia al mayor laboreo con la rastra de doble acción. Del análisis de los tratamientos labrados (Tabla 3) surge que la utilización la rastra

Tabla 1. Densidad aparente y humedad actual en terreno natural (TN) y en suelo bajo cinco años de siembra directa (SD).

Profundidad	Densidad aparente (gr.cm ⁻³)		Humedad actual (%)	
	TN	SD	TN	SD
8 cm	1,21	1,32	26,29	24,79
15 cm	1,23	1,34	27,39	25,73
25 cm	1,28	1,28	27,98	29,17
Promedio	1,24 a*	1,31 a	27,22 a	26,56 a

*Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas (p<0,05)

de doble acción con mayor intensidad, presentó significativamente la menor cantidad respecto a la aplicación del cincel. La inexistencia de significancia entre T1 y T3 indica que la incorporación del cincel, herramienta de labranza vertical considerada conservacionista, no modifica la cantidad de cobertura por lo que su utilización no incrementaría los procesos erosivos (Lafren *et al.*, 1981).

Se observó en la implantación de SD, que la cantidad de rastrojo del cultivo antecesor no interfirió en el desempeño del tren de distribución de la sembradora, indicando la factibilidad de su utilización (Soza *et al.* 2005), al realizar un correcto trabajo la combinación de la cuchilla turbo, en coincidencia con Tourn *et al.* (2003), y el escarificador vertical como órganos labrasurco, sin necesidad de la incorporación de barredores de rastrojo para la cantidad y tipo de rastrojo presente en esta situación (Tourn *et al.*, 2004).

Transcurridos los días propuestos desde la implantación, se realizaron los recuentos de plantas nacidas, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4. Hay que remarcar que el correcto alistamiento y regulación de los componentes del tren de distribución de la sembradora permitió que durante la tarea no se produjeran atoraduras ni se observaran semillas descubiertas.

La emergencia obtenida por SD superó significativamente a los restantes tratamientos, en las tres fechas de recuento. El efecto depresor de la emergencia originado por la interferencia física del rastrojo en planteos de siembra directa (Swan *et al.*, 1996 y Cuomo *et al.*, 1999), no se comprobó en el presente ensayo.

Los retrasos observados en los tratamientos con laboreo constituyen un efecto no deseable en la implantación de cultivos. Los resultados en T1 y T2 se atribuyen a que la secuencia de laboreo empleada dificultó el desempeño de la sembradora reflejando

en la menor cantidad de semillas en condiciones de emergencia. La diferencia a favor de T3 sugiere que la reducción del laboreo generó una cama de siembra más firme, siendo éste uno de los requisitos a cumplir para una buena implantación.

A lo antedicho, se debe agregar que entre la siembra y el primer recuento se registró una lluvia intensa que generó encostramiento superficial en los tratamientos T1 y T2; este hecho sugiere su responsabilidad en el menor número de plantas logradas frente a la siembra directa, donde la cobertura presente evitó el encostramiento.

Surge entonces, que una correcta elección y regulación de los componentes del tren de distribución de la sembradora permite lograr altas eficiencias de implantación en siembra directa, no manifestándose en este ensayo los inconvenientes citados por Erbach *et al.* (1992), por lograrse un buen contacto semilla-suelo.

Dado que la mayor remoción del suelo no generó condiciones favorables para la germinación, este trabajo aporta a los antecedentes que indican la posibilidad de obtener altas tasas de emergencia en siembra directa con cuchillas labrasurco que generan buena remoción de la línea de siembra (Soza *et al.*, 2000), y en especial a la combinación de la cuchilla turbo y escarificador como órganos labrasurcos (Baumer, 1999; Tourn *et al.*, 2003).

Las eficiencias del tren de distribución y de la sembradora se presentan en la Tabla 5; obtenidas a partir de 25 semillas descargadas por metro de surco, del análisis de la viabilidad de la semilla dosificada y sin dosificar, referenciadas a las plantas emergidas en el tercer recuento (Tabla 4). Sus magnitudes indican que, ante una población deseada, es importante conocer las condiciones de suelo sobre el que trabajará la sembradora, en especial cuando se laboree previamente, ya que las eficiencias obtenidas muestran una tendencia a su disminución ante

Tabla 2. Cuantificación del rastrojo previo a la implantación.

Tratamiento	Promedios	
	gr.0,25m ²	kg.ha ⁻¹
T1	25,721 a	1.028,84
T2	16,623 a	664,93
T3	23,330 a	933,20
SD	70,735 b	2.829,42

*Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas (p<0,05)

Tabla 3. Análisis del rastrojo presente.

Diferencias de rastrojo presente	Diferencia entre promedios	Intervalo de confianza	Significancia
T1 - T2	9,098	± 4,331	p<0,05
T1 - T3	2,391	± 5,062	NS
T2 - T3	-6,707	± 4,795	NS

NS significa diferencia no significativa (p>0,05)

incremento de la disturbación del suelo. La uniformidad de distribución (Tabla 5), cuantificada sobre las plantas obtenidas a los 20 días de la implantación, muestran que en siembra directa se logra el valor más aproximado al propuesto y a medida que la máquina transitó sobre suelo más removido éste fue aumentando, sugiriéndose la existencia de un mayor patinamiento de las ruedas motrices de la sembradora como responsable de la menor cantidad de semillas descargadas, siendo que la velocidad operacional y la regulación de los componentes del tren de distribución fue la misma. Surge entonces la necesidad de la verificación y cuantificación del patinamiento, cuando se debe transitar sobre distintas condiciones de suelo y en especial cuando fue sometido a diferentes tipos de labranzas, siendo otro factor de corrección a tener en cuenta para el logro de un distanciamiento predeterminado en las siembras de precisión. Encontrándose en este trabajo una dependencia del método de preparación del suelo en la distribución de las semillas, en cuanto a que la velocidad fue constante y no se transitó a valores extremos. Los rendimientos (Tabla 6) no presentaron diferencias entre los tratamientos con laboreo, pero significativamente mayores a la siembra directa. Esto

indica que el desarrollo posterior del cultivo respondió a la descompactación de los sistemas propuestos, al considerar que todos los tratamientos recibieron el mismo manejo desde la implantación. La descompactación permitió la exploración de un mayor volumen de suelo por las raíces, que junto al mayor distanciamiento entre plantas en las hileras, contribuyó a mejorar el aprovechamiento de luz, agua y nutrientes, permitiendo compensar el menor número de plantas emergidas. También surge que la mínima labranza (T3) fue suficiente para el logro de estos efectos, sin necesidad de mayor disturbación e incrementos sustanciales en el uso, ni desgaste de la maquinaria.

Si la siembra directa continua conlleva a una disminución de los rendimientos, la introducción de un mínimo laboreo o una labranza del tipo conservacionista, sería suficiente para corregir los factores adversos citados en los antecedentes.

CONCLUSIONES

La repetición sistemática de la siembra directa puede generar disminución de los rendimientos, la descompactación con mínima labranza permitiría revertir ese efecto, por lo que una producción sostenible requiere de la alternancia de métodos y

Tabla 4. Plantas nacidas en los distintos tratamientos a los 10, 15 y 20 días posteriores a la implantación.

Tratamiento	Promedio (pl.m ⁻¹)		
	10 días	15 días	20 días
T1	7,85 a*	8,87 a	9,52 a
T2	9,85 a	11,20 a	11,92 a
T3	13,45 b	14,75 b	15,45 b
SD	20,95 c	21,55 c	21,65 c

*Letras diferentes en sentido vertical indican significancia (p<0,05)

Tabla 5. Plantas nacidas (P) a los 20 días; semillas viables distribuidas (SVD) y a sembrar (SVS); eficiencias del tren de distribución (E_p) y de implantación (E_i) de la sembradora y uniformidad de distribución entre ellas (UD).

Tratamientos	P pl.m ⁻¹	E _i	SVD sem.m ⁻¹	E _p	SVS sem.m ⁻¹	UD cm
T1	9,52 a	0,40	23,19	0,41	23,37	10,48 a
T2	11,92 a	0,51		0,51		8,66 ab
T3	15,45 b	0,66		0,66		7,84 ab
SD	21,65 c	0,92		0,93		5,12 b

*Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas (p<0,05)

Tabla 6. Rendimientos medios obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Promedio g.m ⁻²	Intervalo de confianza g.m ⁻²	Promedio kg.ha ⁻¹
T1	486,91 a	± 27,478	4869,10
T2	487,45 a	± 27,478	4874,50
T3	454,56 a	± 27,478	4545,60
SD	407,55 b	± 27,478	4075,50

Letras diferentes en sentido vertical indican significancia (p<0,01)

sistemas de implantación para mantener o incrementar los rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Baumer C. 1999. Sembradoras y fertilizadoras para siembra directa. INTA – AAPRESID. 345 pp.
- Botta, G.; D. Jorajuría y L. Draghi. 2002. Influence of the axle load, tyre size and configuration on the compaction of a freshly tilled clayey soil. *Journal of Terramechanics*. Ed. ELSEVIER 39(1):47-54.
- Botta, G.; D. Jorajuría; R. Balbuena and H. Rossatto. 2004. Mechanical and cropping behavior of direct drilled soil under different traffic intensities: effect on soybean yields. *Soil and Till. Res.*, 76 : 53 – 58.
- Ceriani, J.; J. Torella; R. Introcaso; J. Guecaimburu y E. Wasinger. 1998. Efecto de sistemas de manejo sobre el cultivo de sorgo granífero y algunas propiedades del suelo. *Avances en el manejo del suelo y agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana*. La Plata, Provincia de Buenos Aires. 212-218.
- Cuomo, G. J.; D. Redfearn; J. Beatty; R. Anders; F. Martin and D. Blouin. 1999. Management of warm-season annual grass residue on annual ryegrass establishment and production. *Agronomy Journal*, 91(4):666-671.
- Erbach, D. C.; J. G. Benjamin; R. M. Cruse; M. A. Elamin; S. Mukhtor and C. H. Choi. 1992. Soil and corn response to tillage with paraplow. *Transaction of the ASAE*, 35: (5) 1347-1354.
- Ferreras, L.; J. Costa; F. García y C. Pecorari. 2000. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern “Pampas of Argentina”. *Soil Till. Res.* 54:31-39.
- Gargicevich, A. L. 1995. Sembradoras de siembra directa y su efecto sobre la cobertura. PAC II. Serie Experiencias. N° 14, 4 pp.
- Kaspar T. C. and D. Erbach. 1997. Improving stand establishment in no-till with residue-clearing planter attachments. *Transactions of the ASAE*. 41(2):301-306.
- Lafren, J. M., W. C. Moldenhauer, and T. S. Colvin. 1981. Conservation tillage and soil erosion on continuously row-cropped land. In *Proc. Conf. Crop Production with Conservation in the 80's*, 121-133. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Martínez Peck, R. 1998. Máquinas para la siembra directa. En: *Siembra directa* (E. Satorre coordinador), AACREA, Cuaderno de actualización técnica N° 59, pp 38 - 50.
- Mc Farland, M. L.; F. M. Hens and R. G. Lemon. 1990. Effects of tillage and cropping sequence on soil physical properties. *Soil & Tillage Res.*, 17:77-86.
- Pidgeon, J. D. 1983. Paraplow – A new approach to soil loosening. ASAE Paper N° 83-2136. St. Joseph, Mi. ASAE.
- Potter K. N. and F. W. Chichester. 1993. Physical and chemical properties of a vertisol with continuous controlled-traffic no till management. *Transaction of the ASAE* 36(1):95-98.
- Schafer, R. L.; C. E. Johnson; A. J. Koolen; S. C. Gupta and R. Horn. 1992. Future research needs in soil compaction. *Transactions of the ASAE* 35(6):1525-1531.
- Soza, E. L.; M. C. Tourn; F. del Olmo y D. Gitard. 2000. Eficiencia de implantación de la secuencia anual trigo-soja mediante los sistemas de siembra directa y con labranza previa. *Revista FAUBA*, 20(2):181-186.
- Soza E.; M. Tourn; G. Botta y J. Smith. 2003. Siembra directa y convencional de trigo (*Triticum aestivum L.*): eficiencia de implantación con relación a la compactación del suelo al momento de la siembra. *Revista Agro-Ciencia*. Universidad de Concepción. Campus Chillán. 19(2) 121-128.
- Soza, E.; E. Pezzoni; M. Tourn; G. Botta; D. Agnes. 2005. Eficiencia de la implantación en siembra directa de soja (*glycine max (L.) Merr.*), sobre una pastura plurianual con diferente distribución de rastrojo y profundidad de siembra. *Avances en Ingeniería Agrícola 2003-2005 CADIR 2005, Manejo de aguas y suelos*. Editor Ing. Agr. Osvaldo A. Barbosa, San Luis, Argentina. 112-117.
- Soza, E.; M. Tourn; D. Agnes; G. Botta; C. Ferrero y D. Rivero. 2006. Implantación y rendimiento de soja sobre distintos sistemas de labranzas y siembra directa. *Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y 1° Reunión de Suelos de la Región Andina*. Salta – Jujuy, Argentina.
- Swan, J. B., T. C. Kaspar, and D. C. Erbach. 1996. Seed-row residue management for corn establishment in the northern US corn belt. *Soil Tillage Res.* 40:55-72.
- Tourn, M. C.; E. Soza; G. Botta and A. Mete. 2003. Direct corn seeding. Effects of residue clearance on implant efficiency. *Spanish Journal of Agr. Res.*, 1(3):99-103.
- Tourn, M. C.; E. L. Soza; L. A. Larrosa; J. C. Pollacino. 1997. Efecto del conjunto labrasurco – abresurco en la eficiencia de implantación de maíz (*Zea mays L.*) mediante siembra directa. *VI Congreso Nacional de Maíz / Pergamino (BA) Argentina*. III – 196; III – 200.
- Tourn M. C.; E. L. Soza; G. Botta y R. Hidalgo. 2004. Siembra directa de girasol: efecto del sistema de corte y remoción sobre la emergencia del cultivo. *XV Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas*, UNNE. Prov. Corrientes. En sustento magnético.