

NOTA DE INVESTIGACION

EMERGENCIA DE SOJA DE SEGUNDA SOBRE TRIGO EN SIEMBRA DIRECTA. PARTE II: EFECTO DE LA VELOCIDAD DE AVANCE.

Tourn, Mario⁽¹⁾; Soza, Eduardo⁽¹⁾; Hidalgo, Ramón⁽²⁾ y Di Marco, Rolando⁽¹⁾.

(1) Cátedra de Maquinaria Agrícola, Facultad de Agronomía (UBA)

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

RESUMEN

La cantidad de trabajo de las máquinas agrícolas se cuantifica a través de la capacidad de trabajo ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$), donde el ancho de labor y la velocidad de operación constituyen factores que inciden directamente en su valor. Con referencia al cultivo de soja de segunda, la necesidad de realizar la implantación con celeridad, luego de la cosecha de trigo, plantea el interrogante del efecto del incremento de la velocidad de avance de la sembradora sobre la emergencia del cultivo. En un suelo Hapludol típico ubicado en las cercanías de Agusín Roca, Partido de Junín (Buenos Aires) se evaluó en una sembradora de grano fino – soja, la cantidad de plantas obtenidas, ante cuatro velocidades de avance crecientes: 6, 7, 8 y 9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (V1; V2; V3 y V4 respectivamente). La máquina se alistó con un tren de siembra compuesto por doble cuchilla cortadora de rastros inclinada y abresurcos de doble disco desenchonado, conjunto que obtuvo la mayor emergencia en la Parte I de este trabajo. Sobre parcelas de 15 m de ancho por 100 m de longitud se distribuyeron aleatoriamente los 4 tratamientos velocidad y se cuantificó la emergencia de plantas de soja en tres fechas de recuento (15, 21 y 28 días de la siembra). Los resultados se contrastaron mediante análisis de varianza (Tukey, $p < 0,05$). No se produjeron diferencias originadas por los tratamientos en las dos primeras fechas de recuento. A los 28 días de la siembra V2 y V3 produjeron los mejores resultados; en V1 y V4 se verificó mortandad de plantas entre la primera y tercera fecha de recuento. Estos resultados contradicen la existencia de un efecto inverso de la velocidad de avance en la emergencia, razón por la cual se concluye la necesidad de obtener mayor información sobre la presunción de un rango de velocidades operativas óptimas que no incluye a las extremas.

Palabras clave: siembra directa, sembradoras de grano fino, velocidad de avance, eficiencia de implantación, soja.

SUMMARY

The quantity of work of the agricultural machines is quantified through the work capacity ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$), where the work width and the operation speed constitute factors that impact directly in its magnitude. With reference to soybean's second cultivation, the necessity to carry out the installation with velocity after the wheat crop, outlines the query of the effect of the increment of speed on the emergency. In a typical Hapludol soil, located in Agustín Roca proximities (Junín, Buenos Aires) its was evaluated in a drill, the quantity of plants obtained in the face of four growing advance speeds: 6, 7, 8 and 9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (V1; V2; V3 and V4 respectively). The machine enrolled with a distribution's train that obtained the biggest emergency in the previous evaluations: inclined coulters followed by double disks openers. On 16 parcels of 15 m of wide and 100m of longitude were distributed the four treatments speed aleatoritly and the emergency of soybean's plants was quantified in three recount dates (15, 21 and 28 days of sowing). The results was evaluated by ANOVA (Tukey, $p < 0,05$). Differences originated by the treatments in the first two recount dates didn't take place. V2 and V3 obtained the bests results to 28 days of sowing; in V1 and V4 plant's mortality was verified between the first and the last recount date. The results doesn't confirm the existence on an inverse effect of the advance speed on the emergency, but suggests the existence of a range of good operative speeds that doesn't include to the extreme ones.

Keywords: no-till; drills, operation's speed; implantation efficiency; soybean.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia operativa de las sembradoras se valora con los mismos criterios que las demás máquinas agrícolas: calidad y cantidad del trabajo cultural que ejecutan. La calidad de

trabajo requiere la maximización del índice de emergencia, dado por la relación entre la cantidad de plantas nacidas y las semillas sembradas (Peruzzi, et al., 1999). La cantidad de trabajo se cuantifica a través de la capacidad de trabajo (ha.h^{-1}), donde el ancho de labor y la velocidad de operación constituyen factores que inciden directamente en su valor.

En el caso particular del cultivo de soja de segunda, la necesidad de realizar la implantación con celeridad luego de la cosecha de trigo, hace que el productor recurra al incremento de la velocidad de avance como primer intento para alcanzar el objetivo. Sembrar más rápido permite incrementar la cantidad de hectáreas, pero no se debe descuidar la calidad de siembra.

La velocidad de avance de las máquinas para siembra directa es menor que la de las sembradoras convencionales. Características de diseño (tipo de abresurcos y espaciamiento entre ellos) y la situación de operación (volumen y tipo de rastrojo) son las variables que la condicionan (Baumer et al., 1994). Las altas velocidades de avance, con abundante rastrojo en superficie, favorecen las atoraduras y pueden afectar el cubrimiento de la semilla, efectos que determinan la sugerencia, por parte de los fabricantes, de operar a velocidades que no excedan los 6 km.h^{-1} (Maroni, 1994). No obstante Hernanz Martos (1990), expresa que la velocidad óptima se sitúa entre 8 y 10 km.h^{-1} .

La velocidad de trabajo afecta tanto a la dosificación como a la distribución, ya que trabajar por encima de 5 km.h^{-1} disminuye la densidad de siembra (Delafosse, 1985) e incrementa el daño a la semilla por parte de los dosificadores (Tourm et al., 1998; Tourm et al., 1999 y Soza et al., 2000), mientras que exceder los 8 km.h^{-1} provoca desuniformidad en la profundidad de siembra (Delafosse, 1982). El efecto de estos factores incide directamente en la población; Malinda, (1988), Baker, (1994) y Soza et al. (1997) coinciden en que las velocidades de avance crecientes disminuyen el stand de plantas logradas.

De lo expuesto surge que existe evidencia acerca de la responsabilidad de la velocidad en la emergencia; no obstante, a la luz de los antecedentes revisados, el rango óptimo genera expresiones divergentes. Por lo expuesto resulta de interés determinar, para una densidad propuesta, el índice de emergencia logrado por la máquina sembradora, así como la posibilidad de su mantenimiento ante velocidades de avance crecientes.

OBJETIVO

Comparar la eficiencia de implantación en el cultivo de soja de segunda sobre rastrojo de trigo, con cuatro velocidades de siembra.

Hipótesis:

La eficiencia de implantación es independiente de la velocidad de siembra en el rango de 6 a 9 km.h^{-1} .

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio

El ensayo se realizó en un establecimiento ubicado en las cercanías de Agustín Roca, Partido de Junín, Provincia de Buenos Aires. El suelo de la zona es un Hapludol Típico de la familia textural franco arenosa, correspondiente a la serie Junín. La permeabilidad es rápida y el paisaje presenta pendientes suaves. El perfil muestra un horizonte A de 30 cm de espesor, estructura de bloques subangulares finos y moderados que rompen a granular y 2 % de materia orgánica; el horizonte B finaliza a 70 cm de profundidad. Según la clasificación por capacidad de uso le corresponde la Clase I. La precipitación anual alcanza los 993 mm, distribuyéndose uniformemente en los meses de otoño, primavera y verano, ocurriendo la menor cantidad de las mismas en los meses de invierno. La temperatura media es de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ y el período libre de heladas 261 días. (Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3560 – 7 y 8 L. N. Alem – Junín). La historia previa del lote destinado para el ensayo consistía en un rastrojo de trigo realizado mediante siembra directa, al que precedió un cultivo de maíz implantado con labranza previa.

Materiales

- Tractor Zanello 230 CC (Potencia: 88,32 kW)
- Sembradora Agrometal GX3-21:
- Cuerpos: 11, distancia entre surcos: 4200 mm.
- Sistema de dosificación: roldana doble de capacidad fija
- Tren de siembra (Figura 1): doble cuchilla cortadora de rastrojos inclinada (1), abresurcos de doble disco desencontrado (2) y doble rueda cubridora – compactadora de caucho con discos escotados (3).
- Control de profundidad de siembra: una rueda lateral al conjunto surcador.
- Semilla: Nidera 5435 RR correspondiente al grupo V medio.

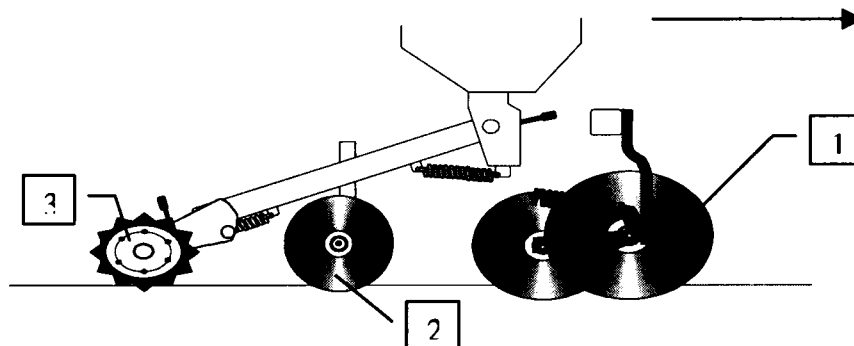


Figura 1.

del tren de distribución.

Esquema

Método

El ensayo consistió en la cuantificación del índice de emergencia de soja de segunda, a cuatro velocidades de avance (6, 7, 8, y 9 km.h⁻¹). El diseño del experimento consistió en ocho parcelas de 100 m de longitud y 15 m de ancho, en las que se distribuyeron aleatoriamente los tratamientos (dos repeticiones por tratamiento). La recolección de los datos (plantas emergidas) se realizó en tres fechas de recuento diferentes: 15, 21 y 28 días de la siembra. Para el primer recuento se efectuaron, al azar y por repetición, 40 observaciones de cantidad de plantas emergidas por metro lineal de surco. Estas unidades se individualizaron sobre el terreno para contabilizar en ellas los dos recuentos restantes. Los resultados provenientes de cada tratamiento se compararon mediante análisis de varianza (Tukey, p<0,05).

A través de la medición del tiempo transcurrido para recorrer una distancia prefijada, se procedió a la determinación de los regímenes del motor del tractor y las relaciones de transmisión que permitieran las velocidades efectivas con mayor ajuste a las propuestas. Las velocidades propuestas para cada tratamiento y las efectivas resultantes de esta medición se visualizan en la Tabla 1.

Tabla 1. Velocidades teóricas y efectivas de siembra.

Tratamiento	Velocidad teórica	Velocidad efectiva
V1	6 km.h ⁻¹	5,62 km.h ⁻¹
V2	7 km.h ⁻¹	6,67 km.h ⁻¹
V3	8 km.h ⁻¹	8,00 km.h ⁻¹
V4	9 km.h ⁻¹	9,73 km.h ⁻¹

La sembradora se reguló estacionariamente para una densidad de 80 kg. ha⁻¹. La verificación dinámica de la densidad de siembra entregó 23 semillas por metro lineal de surco distanciados a 420 mm (547.619 semillas.ha⁻¹, 79 kg. ha⁻¹). La regulación de profundidad de siembra fue de 2,5 cm.

En cada tratamiento se recogió la semilla dosificada y se evaluó el poder germinativo y rotura visible; idéntico tratamiento recibió la semilla original. Estos resultados permitieron conocer el tratamiento que el sistema de dosificación otorgó a la semilla y determinar su viabilidad. El índice de emergencia de los tratamientos surgió de la relación entre plántulas obtenidas y la cantidad de semillas viables sembradas, ambas por metro lineal de surco. Estas últimas se obtuvieron afectando a las semillas distribuidas por un coeficiente de viabilidad (Soza et al., 1998) integrado por el poder germinativo y la rotura visible de la semilla dosificada. Dicho coeficiente se calculó mediante la siguiente expresión:

Coeficiente de viabilidad (C_{vb}):

$$C_{vb} = \frac{PG (\%)}{100} \times \frac{100 - RV (\%)}{100} ;$$

donde:

- C_{vb} : coeficiente de viabilidad
- P.G.: poder germinativo;
- R.V.: rotura visible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Tratamiento de la semilla

Tabla 2. Poder germinativo y rotura visible

Tratamiento	Poder germinativo (%)	Rotura visible (%)
Testigo	95 a	1,15 a
V1	90 b	1,57 bc
V2	87 c	1,37 ab
V3	87 c	1,77 c
V4	88 c	1,62 bc

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

Nave y Paulsen (1979), Boller et al. (1991) y Fábregas (1995) al analizar el tratamiento que los dosificadores de flujo continuo otorgan a la semilla de soja, si bien detectan cierto porcentaje de daño, concluyen favorablemente sobre su posibilidad de utilización; no obstante Croce (1996) encuentra diferencias significativas al incrementar la velocidad del dosificador. En el presente ensayo, la mayor disminución del poder germinativo de la semilla dosificada con respecto al testigo fue del 8,4 %, en los tratamientos V2 y V3. Para similar especie y dosificador, ante diferentes regulaciones de velocidad tangencial, Tourn et al. (1999) encuentran un rango de variación del 1,25% al 12%.

Con respecto a la rotura visible, Klenin et al. (1986) asignan como aceptable un valor máximo atribuible a la dosificación del 1%. El conjunto dosificador que equipa a la máquina ensayada produjo una rotura inferior a la tolerancia.

Tabla 3. Coeficiente de viabilidad

Tratamiento	PG 100	100 - RV 100	Cvb
Testigo	0,950	0,988	0,94
V1	0,900	0,984	0,87
V2	0,870	0,986	0,86
V3	0,870	0,982	0,85
V4	0,880	0,983	0,86

El coeficiente de viabilidad muestra una disminución máxima, con respecto al testigo, de 9,6 % para el tratamiento V3. En coincidencia con Tourn et al. (1998), la mayor participación en la disminución del mencionado coeficiente correspondió al poder germinativo. El coeficiente de viabilidad constituye una herramienta que contribuye a la obtención de la población deseada; la evaluación previa de la variación de la capacidad de germinación de la semilla

dosificada, posibilita el ajuste de la densidad de siembra de la máquina sembradora.

Emergencia del cultivo

Plantas emergidas ante fechas de recuento crecientes desde la siembra

Los residuos superficiales, la mayor humedad y menor temperatura del suelo que se verifican en siembra directa originan retrasos en la emergencia (Stante, 1994). Por ese motivo, y ante una cobertura de rastrojo de 4150 kg. de materia seca por hectárea, se supuso una emergencia desuniforme. En virtud de ello se adoptaron tres fechas para el recuento de plantas: 15, 21 y 28 días de la siembra.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en la emergencia (plantas por metro lineal)

Tratamiento	15 días	21 días	28 días
V 1	15,446 a	15,045 a	14,598 bc
V 2	15,268 a	15,893 a	16,741 ab
V 3	15,536 a	15,446 a	17,813 a
V 4	14,955 a	13,393 a	12,232 c

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

La tabla 4 muestra que no se produjeron diferencias significativas originadas por los tratamientos en las dos primeras fechas de recuento, resultado que sí se verifica a los 28 días de la siembra. La obtención de un menor stand de plantas al sembrar a la mayor velocidad de avance (V4) constituía una respuesta esperada, de acuerdo con los antecedentes revisados (Malinda, 1988; Baker, 1994; Maroni, 1994; Soza et. al., 1997). Estos no encuentran su correlato en el presente ensayo ya que la emergencia del tratamiento V 1 es significativamente menor que V 3 y no presenta diferencias con V2 y V4. En ese sentido, el estudio realizado por Vaishnav et. al. (1982) permite analizar el trabajo de una cuchilla de corte de rastrojo e hipotetizar la explicación de estos resultados.

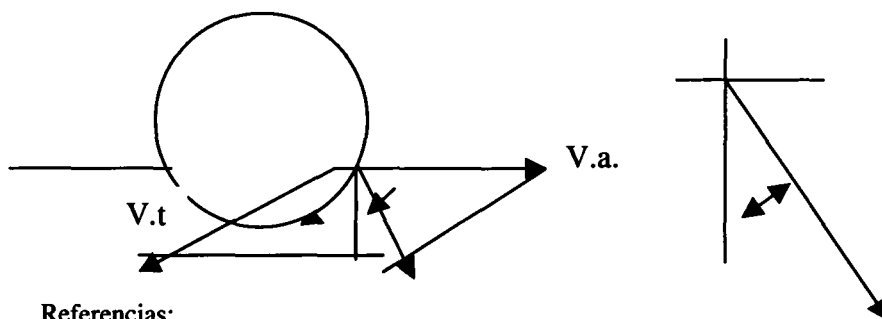
Según dichos autores, en una cuchilla circular que opera cortando el rastrojo superficial y abriendo un surco en suelo no arado, se verifica la existencia de dos vectores velocidad: uno de avance y otro tangencial al disco en el punto de contacto cuchilla - suelo. La composición de dichos vectores origina una resultante que conforma con la vertical un ángulo, denominado de velocidad absoluta (Figura 2). Cuando el ángulo de velocidad absoluta es de poca magnitud la cuchilla hunde el rastrojo afectando

el corte; si por el contrario dicho ángulo alcanza gran magnitud, el rastrojo es empujado.

En el caso particular del presente ensayo, la magnitud de la resultante de los vectores de velocidad descriptos, es función del avance y sugiere escasa habilidad de la cuchilla, a bajas velocidades, para cumplir sus funciones en planteos de siembra directa. Una pequeña magnitud en el vector resultante (Figura 3.1) encontraría el obstáculo del rastrojo superficial para la apertura del surco, lo que resultaría surcos abiertos de forma somera; de esta manera la ubicación y cubrimiento de la semilla se verían afectadas, provocando la germinación y posterior mortandad de plántulas. Esta circunstancia explicaría la disminución de la población, ante fechas de recuento crecientes, verificadas en el tratamiento V1.

Altas velocidades de avance originaran incrementos en la magnitud de los vectores

descriptos. Ante ello, es posible inferir un mayor y más profundo laboreo del suelo; los abresurcos, al encontrar menor resistencia, podrían haber profundizado en mayor medida, quedando las semillas en condiciones subóptimas (Figura 3.2). Por otro lado, y habida cuenta que el incremento de avance ejerce un efecto directo sobre la vibración de la máquina, el trepidar de la sembradora también podría haber provocado distribución a escasa profundidad de la semilla. En ese sentido, la ocurrencia de uno u otro fenómeno, así como también su interacción, sugieren su responsabilidad en los resultados, así como en la disminución progresiva del stand de plantas en el tratamiento V 4 en función de la fecha de recuento.



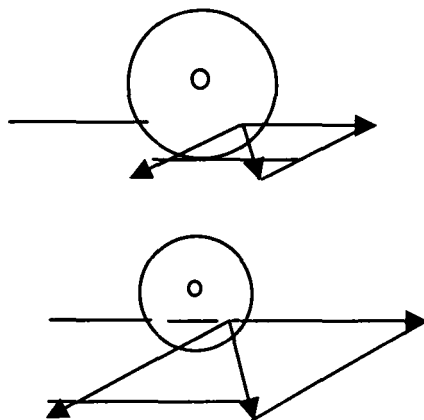
Referencias:

V.a: Velocidad de avance.

V.t: Velocidad tangencial.

: Ángulo de velocidad absoluta.

Figura 2: Determinación gráfica del ángulo de velocidad absoluta.



3.1 Efecto de baja velocidad de avance.

3.2 Efecto de alta velocidad de avance.

Figura 3: Efecto de la velocidad de avance sobre el vector responsable de la apertura del surco.

Determinación del índice de emergencia

Tabla 4. Índice de emergencia al día 28 del recuento.

Tratamiento	i_a	i_{ca}
V 1	0,63	0,72
V 2	0,72	0,83
V 3	0,77	0,90
V 4	0,53	0,61

Referencias:

i_a : Índice de emergencia absoluto
 i_{ca} : Índice de emergencia corregido por el coeficiente de viabilidad.

Bragachini et al.(1993) citan como aceptable una eficiencia de 0,7. En el presente ensayo, con el cultivo emergido a los 28 días de la siembra, dicha magnitud solamente la alcanzaron los tratamientos V2 y V3 (eficiencias absolutas). No obstante, la visualización de las eficiencias relativas donde se consideran las semillas distribuidas con capacidad para germinar muestran, para el tratamiento V1, un valor aceptable. Este hecho posibilitaría la obtención de la población deseada teniendo en cuenta la viabilidad de la semilla dosificada, en la regulación de la densidad de siembra de la máquina.

CONCLUSIONES

Para las condiciones ambientales y de operación, dadas y establecidas en el presente ensayo, la emergencia de plántulas de soja fue afectada por la velocidad de avance. El efecto de las velocidades extremas de avance (tanto las bajas como las altas) sobre la emergencia, en planteos de siembra directa, constituye una problemática que requiere la continuidad de la experimentación.

BIBLIOGRAFÍA

Baker, C. J. 1994. Sistema cross - slot: fundamentos científicos y experimentación. II Conferencia sobre Experiencias Internacionales en Siembra Directa. Agronomía 2000. 2 (5) 13 - 17.
 Baumer, C.; Devito, C. y González, N. 1994. Sembradoras directas de granos finos. Boletín de Extensión n° 9. PAC-BAN n°5. 24 p.
 Boller, W.; Gazola, O.; Severo, J. L.; Costa Beber, D. y Souillee, E.. 1991. Avaliacao de efeitos de mecanismos dosadores de sementeiras sobre danos mecanicos fisiologicos em sementes de soja. Anais do

XX Congresso Brasileiro de Engenharia Agricola. Londrina: 1180 - 1194.
 Bragachini, M.; Bonetto, L. y Bongiovanni, R. 1993. Siembra, cosecha secado y almacenaje de soja. INTA - EEA Manfredi, 191 p.
 Croce. 1996. Efecto del tratamiento sobre la semilla de soja que producen dos dosificadores de expulsión forzada presentes en sembradoras para cultivos en masa en hileras de fabricación nacional. Trabajo de intensificación final (FAUBA), 31p.
 Delafosse, R. 1982. Preparación para trabajo de sembradoras de grano fino. INTA. Departamento de Ingeniería Rural, Información Técnica, Serie Sembradoras n° 1, 5 p.
 Delafosse, R. 1985. Estudio comparativo de eficiencia de planteo entre dos sistemas mecánicos en siembra de trigo. Departamento de Ingeniería Rural, Información Técnica, Serie Sembradoras n° 20, 5 p.
 Fábregas G.; Tourn, M. y Raggio, J. 1995. Efecto provocado en la semilla de soja por el dosificador de rotor cilíndrico de eje horizontal, trabajando con cuatro distanciamientos diferentes entre hileras. I Congreso Nacional de Soja y II Reunión Nacional de Oleaginosos. AIANBA - Pergamino, 1: 1 - 8.
 Hernanz Martos, J. L. 1990. Maquinaria para el laboreo mínimo y la siembra directa. Hojas divulgadoras Núm. 5/90. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Investigación y Capacitación Agrarias. Madrid. 35 p.
 Klenin, N.; Popov, Y. and Sakun, U. 1996. Agricultural machines. A. Balkema, Rotterdam, 633 pp.
 Malinda, D.K. 1988. Optimization of broadacre seeder performance. Conference on Agricultural Engineering. Hawkesbury Agricultural College, N.S.W.: 457 - 459.
 Maroni, J. 1994. Máquinas sembradoras para siembra directa. Consideraciones para su puesta a punto. Artículos Técnicos PAC II. Serie Maquinaria Agrícola n° 3. 12 p.
 Nave, W.R. and Paulsen, M.L. 1979. Soybean seed quality as affected by planters meters. Transactions of the ASAE. 22 (4): 739 - 745.
 Peruzzi, A.; Michele, R. e Di Ciolo, S. 1999. Proposta di metodologia per la valutazione della qualità del lavoro svolto della machine per la lavorazione del terreno. Rivista do Ingegneria Agraria, XXX (3): 156 - 167.
 Raggio, J. B. 1997. Cómo y con qué en máquinas agrícolas. E. Ayosa Impresores, Buenos Aires. 146 p.
 Soza, E. L.; Tourn, M. C.; Pollacino, J. y Smith, J. 1997. Labranza en franjas: adaptación de una maquina intersembradora de pasturas

- para la implantación de sorgo. *Revista de la Facultad de Agronomía (U.B.A.)*, 17 (2): 231 - 235.
- Soza, E.L.; Tourn, M.C.; Croce, E.; Smith, J. y Amado M. 1998. Metodología para la determinación del daño a la semilla provocado por dosificadores de sembradoras. En: *Anales de la I Conferencia Latinoamericana de Técnicas y Equipamiento para Ensayos de Campo (IAMFE)*:101 - 105.
- Soza, E., del Olmo, F., Tourn, M., Croce, E. y Alvez, G. 2000. Efecto de dos trenes de siembra directa en la emergencia del cultivo de soja. *Agro Morón, Publicación de Información Técnica y Científica de la Facultad de Agronomía - Universidad de Morón*, 2 (1): 19 - 24.
- Stante, D. 1994. Tratamiento de semillas de soja en siembra directa. *Primer Seminario de Siembra Directa. CPIA - AAPRESID, Bs. As:* 167 - 174.
- Tourn, M.; Soza, E. y Solessio, R.. 1998. Efecto de dos dosificadores de expulsión forzada en semilla de soja. *Revista de la Facultad de Agronomía (U.B.A.)*, 18 (1 - 2): 123 - 126.
- Tourn, M. C.; Soza, E. L.; Amado, M., Mustafá, S. y Pollacino, J. C. 1999. Dosificación de semilla de soja mediante rotor cilíndrico de eje horizontal con estriado interno, de diferente material de construcción. *Memorias del III Congreso Chileno de Ingeniería Agrícola Chillán, Chile; Volúmen I, Trabajo 045.*
- Vaishnav, A.; Kushwham R. and Zoerbm G. 1982. Evaluation of disc coulters as affected by straw and cone index under zero till practices. *ASAE Paper n° 82-1517, St. Koseph, MI 49085.*