



RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias
ISSN: 0325-8718
Revista.ria@inta.gob.ar
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Argentina

Principi, M.A.; Mattana, R.R.; Cardinali, O.P.; Colodro, J.L
Experimentación de un prototipo para siembra directa de grano fino de soja
RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 36, núm. 1, abril, 2007, pp. 83-96
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86436105>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

EXPERIMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA SIEMBRA DIRECTA DE GRANO FINO DE SOJA

PRINCIPI, M.A.; MATTANA, R.R.; CARDINALI, O.P. y COLODRO, J.L.¹

RESUMEN

En la siembra de soja (*Glycine max L.*), se comparó un prototipo para siembra directa de grano fino-soja, diseñado por la cátedra Maquinaria Agrícola de la Universidad Nacional de Río Cuarto, con una sembradora de marca reconocida y difundida en el país (testigo) y el sistema de labranza y siembra convencional de la región (labranza con rastra de discos y de dientes y siembra con sembradora de grano fino-soja). Todas vienen con distribuidor de semillas a chorillo y se efectuó la siembra sobre suelos con una labranza anticipada en septiembre y sin ella, respectivamente. En el prototipo diseñado, se logra la penetración de los órganos de apertura de la faja de siembra y colocación de la semilla por transferencia de peso (por lo cual no es necesario sobredimensionarlo, posee un peso total aproximadamente 50% menor que la máquina testigo). Se determinaron las poblaciones logradas y eficiencia de siembra, producción de granos, resistencia mecánica del suelo a la penetración (kPa), fuerza de tiro y energía consumida por cada tratamiento. En el primer año del ensayo (2002-2003), se comprobaron diferencias altamente significativas entre la población y eficiencia de siembra lograda, y la producción de granos a favor del prototipo y la máquina de siembra directa testigo. En ambos se hizo con labranza anticipada y sin ella, con respecto al sistema convencional; y con labranza anticipada y sin ella (por lluvias intensas después de la siembra, que afectaron las emergencias de plantas en estos últimos). En los ciclos 2003-04 y 2004-05, con precipitaciones normales para la época de siembra, no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Se constató una menor

¹ Docentes de la cátedra Maquinaria Agrícola, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC, ruta 36 km 601, (5800) Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Correo electrónico: mprincipi@ayv.unrc.edu.ar

compactación del suelo hasta 0,15 m de profundidad (resistencia a la penetración medida bajo las huellas de las sembradoras) con el prototipo al compararlo con la máquina testigo. La energía consumida en la barra de tiro del tractor fue significativamente menor en los tratamientos sin labranza anticipada con respecto a los que tuvieron labranza anticipada. Así mismo existieron diferencias significativas a favor del prototipo con respecto a la máquina testigo y, entre estas dos, con respecto al sistema convencional.

Palabras clave: *sembradoras, comparación, eficiencia.*

ABSTRACT

EXPERIMENTAL PROTOTYPE FOR SOYBEAN IN NO TILLAGE DRILLING

This study compares the use of a direct drill prototype in direct soybean (*Glycine max* L.) planting, designed by our research team, with a direct drill from a well-known trademark (control), and with the conventional tillage and seeding system of the region (harrow plow, disk harrow and small grain-soybean drill). All the planting techniques were carried out on soils treated with anticipated tillage and with no anticipated tillage. The designed prototype allows for the penetration of the opening kit in the planting strip and the colocation of the seed by transferring weight (as a result it is not necessary to overweight the prototype, which weighs approximately 50% less than the control machine). In each treatment, the populations obtained, planting efficiency, grain production, soil mechanical resistant (kPa), and the energy consumed in the tractor drawbar pull were determined. In the first year of the assay (2002-2003), there were significant differences in population, planting efficiency, and grain production obtained in favor of the prototype and the control direct drill with and without anticipated tillage compared to the conventional system with and without anticipated tillage (given the intense rain after planting that affected plant emergence in the conventional system). No significant differences were registered between the treatments in the periods 2003-2004 and 2004-2005, with normal rain records. A less packed soil, 0,15 meters deep, was registered in the use of the prototype (soil mechanical resistant measured under the planter tracks), as compared to the control machine. The energy consumed in the tractor drawbar pull was significantly less in the treatments that did not involve anticipated tillage compared to the treatments that did. Significant differences were observed in favor of the prototype compared to the control machine and this two machine compared to the conventional system.

Key words: *drill, comparison, efficiency.*

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de la agricultura sustentable en el ámbito mundial permiten controlar los problemas de erosión eólica e hídrica. En tal sentido, resulta de vital importancia el rastrojo que queda en superficie luego de las operaciones de labranza, ya que la pérdida de suelo es una función inversa al rastrojo que queda allí (Richey *et al.*, 1973).

Los aportes más significativos que el uso de equipos y sistemas de siembra directa traen aparejados respecto de los sistemas de labranza y siembra convencional fueron analizados detalladamente por Schuler (1990), Cook (1992), Kinsella (1992), Marelli y Arce (1995 a), Lattanzi (1998), Beck y Doerr (1998), Marelli (1998) y Ess (2000). En el caso particular de la soja, debido a la importancia que dicha oleaginosa posee como fuente proteica para la alimentación mundial, ha tenido en los últimos años, en nuestro país, una expansión de su superficie cultivada de significativa relevancia. Esto trae aparejada una intensificación de la faz investigativa tendiente a lograr una mayor eficiencia en su cultivo sin des- cuidar, por supuesto, el recurso natural suelo.

Con respecto al prototipo de siembra directa de grano fino-soja utilizado para la ejecución de este proyecto, cabe consignar que se diseñó y desarrolló en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) entre los años 1990 y 1995 (Principi *et al.* 2002 a y b). Su principal reivindicación es que, al lograrse una transferencia de peso hacia los órganos de apertura de la faja de siembra y fertilizantes de muy difícil penetración en el suelo, es factible disminuir su peso total en un 50%, con respecto a los equipos tradicionales de siembra directa. Esto redonda en una menor compactación del suelo en su tránsito. Además, al poseer una rueda auxiliar para la transmisión, se eliminan los embragues que poseen las máquinas convencionales. Éste fue experimentado individualmente y comparado con otros sistemas de siembra directa tradicionales, y otros de labranzas y siembras convencionales en siembra de trigo (*Triticum sp*). Los resultados obtenidos demostraron que este equipo, además de las ventajas enunciadas, permite igualar las poblaciones logradas y los niveles de producción respecto a los otros sistemas. Los trenes de siembra de las máquinas para siembra directa (grano fino y grueso) poseen mayoritariamente una cuchilla circular para el corte del rastrojo y labranza de la línea de siembra, seguida por conjuntos surcadores de doble disco y ruedas cubridoras-compactadoras con cubiertas de goma (Maroni, 1994; Gargicevich, 1995).

En lo relativo a la siembra directa de cereales, Erbach *et al.* (1983), Hauck y Fanning (1984), Debicki y Shaw (1996), Morrison *et al.* (1988), Molin y D'Agostini (1996), Molin *et al.* (1998), Baumer (1999), Romagnoli (1992) y Martínez Peck (1998) analizaron en sus trabajos factores inherentes al diseño de estas máquinas, y a su construcción y experimentación. En los trabajos de Bolton y Booster (1981), Thomas (1990), Sanchez *et al.* (1983), Chaplin *et al.* (1986), Fogante *et al.* (1993), Marelli y Arce (1995 b), West *et al.* (1996), Burns *et al.* (1997), Ferrari (1998), Marelli *et al.* (2000 a y b) se aprecia que, en general con los sistemas de siembra directa, se logran poblaciones de plantas y eficiencia de siembra similares al sistema de labranza y siembra convencional.

Respecto de la soja, se observan en el país dos modalidades de implantación. Por un lado, la modalidad tradicional que se vale de sembradoras de grano grueso, por lo general para los cultivos de primera; y por el otro, la modalidad alternativa que constituye el empleo de sembradoras de grano fino (Bragachini *et al.*, 1993). Esta posibilidad, que permite la utilización de una sola sembradora en la rotación trigo-soja de segunda, muestra un interés creciente en los productores. En efecto, en el año 1996 se comercializaron 3.100 sembradoras de las denominadas de «grano fino-soja de segunda» (Bragachini, 1997). En la región, no existen estudios referentes al uso de estas sembradoras y a las variables que se miden y analizan en este trabajo.

Ewen *et al.* (1981) expresan que el rendimiento del cultivo es indiferente a la uniformidad de distribución; Maroni y Medera (1990) concluyen que densidades superiores a las 30 semillas por metro de surco deben considerarse descargas a chorillo, con independencia del dosificador utilizado; y Fábregas *et al.* (1995) expresan que los dosificadores de chorillo producen daños de escasa magnitud a la semilla de soja. Estos antecedentes aportan a la posibilidad de utilización antes mencionada.

Tourn *et al.* (2000) expresan en su conclusión al comparar sembradoras de siembra directa de grano grueso y de grano fino-soja que existe como alternativa para la siembra del cultivo de soja la utilización de sembradoras de chorillo en hileras, ya que no se apreciaron diferencias significativas en la producción de grano entre los equipos comparados. Richey *et al.* (1973), Erbach *et al.* (1983) y Hauck y Fanning (1984) concuerdan en que los equipos de labranzas reducidas y en especial los de siembra directa dejan mayor cantidad de rastrojo en la superficie del suelo que el sistema convencional, lo que contribuye al control de la erosión.

Summers y Frisby (1978), Chaplin *et al.* (1988) y Griffith y Parsons (2000) constataron que los sistemas de siembra directa disminuyen significativamente la potencia y la energía consumida por hectárea para implantar el cultivo en relación con los sistemas convencionales. Domínguez *et al.* (2000) expresan que los suelos bajo siembra directa sin tráfico acumulan mayor compactación en el horizonte superficial, respecto a suelos labrados, y menor compactación en el horizonte subsuperficial.

Principi (1980) y Principi *et al.* (1982, 1984, 1992, 2002 a y b) han diseñado y experimentado, en laboratorio y a campo, diversos equipos de labranza reducida (siembra directa, mínima labranza), aplicando protocolos de ensayos de CODEMA (Comisión para el Desarrollo de la Maquinaria Agrícola) (Maroni *et al.*, 1980), para constatar el desempeño de los nuevos sistemas con el convencional. Se llegó a la conclusión que estos equiparan las poblaciones de plantas obtenidas con éste.

El objetivo general de este trabajo fue efectuar ensayos comparativos a campo a fin de corroborar el desempeño del prototipo de siembra directa de grano fino-soja, diseñado y construido por la cátedra Maquinaria Agrícola de la UNRC, respecto de otros sistemas de labranza y siembra en el cultivo de soja, en lo relativo a eficiencia de siembra, producción de granos, energía demandada en la barra de tiro y compactación del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los ciclos agrícolas 2002-03 y 2004-05, en Río Cuarto, Córdoba, Argentina, sobre un suelo Hapludol típico franco arenoso fino.

Diseño experimental y tratamientos: se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con 2 épocas de labranza (parcelas principales) y 3 sistemas de labranza y siembra (subparcelas). Las épocas fueron definidas como «con labranza anticipada» (se efectuó una labranza con rastre de discos doble a principios de septiembre manteniendo un barbecho hasta la fecha de siembra) y «sin labranza anticipada» y los sistemas son los de «siembra directa con el prototipo», «siembra directa con una sembradora de marca reconocida y difundida en el país (testigo)» y «labranza y siembra convencional con sembradora de grano fino-soja», todas con dosificador de semillas de chorillo. Por lo tanto, el diseño incluye 6

tratamientos con 4 repeticiones. La superficie de las parcelas corresponden al ancho de trabajo de las sembradoras (12 líneas de siembra separadas a 0,35 m) por un largo de 40 m.

Los tratamientos fueron:

- A) Sistema prototipo de siembra directa, cuyo peso con tolvas vacías es de 2500 kg, con dispositivo de apertura de la faja de siembra compuesto por cuchilla tipo turbo, discos dobles y doble rueda engomada en «V» con discos dentados para el cierre del surco, sobre suelo labrado anticipadamente. (Figura 1).
- B) Ídem al anterior, sobre suelo sin labranza previa.
- C) Sistema de siembra directa con una sembradora típica de mercado, con un peso con tolvas vacías de 4500 kg con kit de siembra similar al tratamiento A, sobre suelo labrado anticipadamente (testigo).
- D) Ídem al anterior sobre suelo sin labranza previa (testigo).
- E) Sistema convencional que consiste en la labranza en el día de la siembra con rastra de discos y de dientes, y siembra con sembradora de grano fino-soja con abresurcos de discos sobre suelo labrado anticipadamente.
- F) Ídem al anterior sobre suelo sin labranza previa.

Materiales y condiciones de siembra: se utilizó soja grupo V y se calibraron y regularon los equipos de labranza y siembra de modo de lograr idéntica densidad (28 semillas por cada metro lineal) y profundidad de siembra en todos los tratamientos. El cultivo antecesor fue trigo que, en las parcelas correspondientes a los tratamientos sin labranza anticipada, se cosechó y, posteriormente, se sembró la soja sobre el rastrojo de éste en las parcelas de siembra directa, y se labró, según lo descrito en el ítem E, en las parcelas de labranza y siembra convencional. En las parcelas correspondientes a los tratamientos con labranza anticipada, se realizó la misma con rastra de discos dobles sobre el cultivo de trigo, durante la primera quincena de septiembre, manteniendo el barbecho hasta la época de siembra. Ésta fue efectuada de igual manera que para los tratamientos sin labranza anticipada. La fecha de siembra fue durante la segunda quincena de diciembre en todos los años.

Control de malezas: se efectuó mediante la aplicación de herbicidas durante el ciclo del cultivo antecesor, durante la labranza anticipada y en forma previa y posterior a la siembra, de acuerdo con la evolución de las malezas con el propósito de mantener el lote de ensayo libre de éstas.

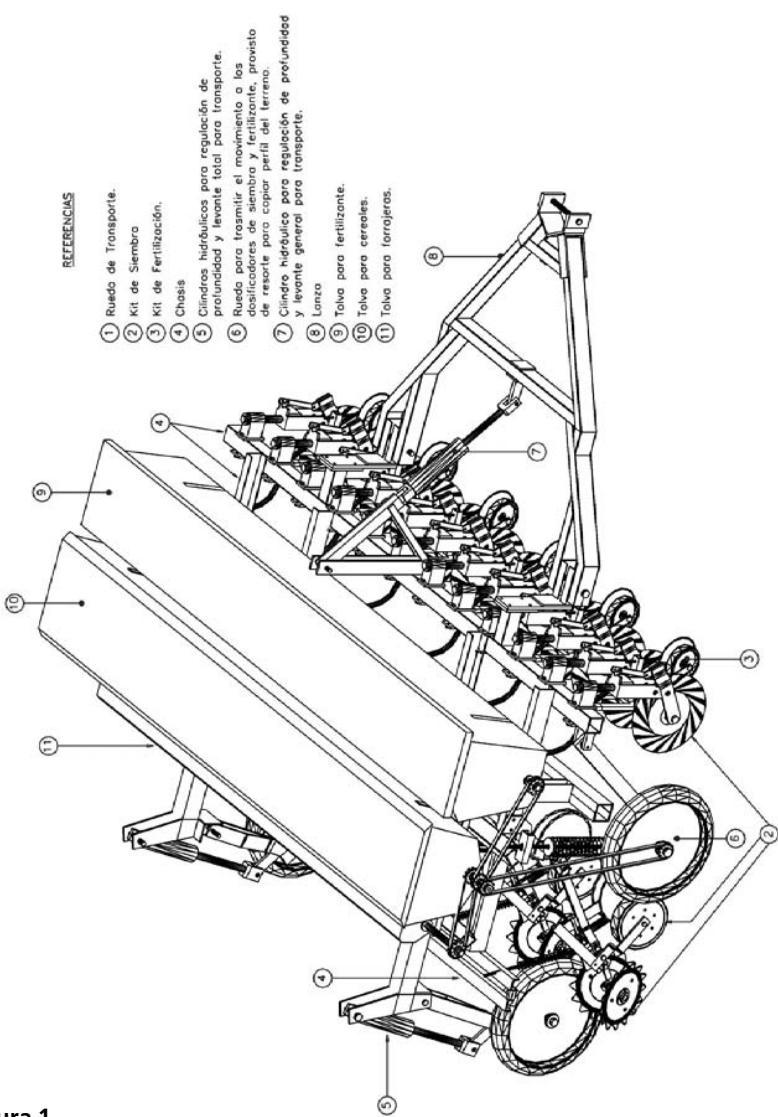


Figura 1.

Variables:

1. Población lograda y eficiencia de siembra: se constató el número final de plantas emergidas a los 20 días de la siembra, sobre las cuatro líneas centrales de cada tratamiento, tomando 3 muestras de 1,43 m lineales c/u (6 m² en total). La eficiencia de siembra se obtuvo como el coeficiente expresado en porcentaje, entre el número final de plantas emergidas y el número de semillas útiles sembradas.

2. Producción de granos: se efectuó cuando el cultivo alcanzó el punto de madurez apropiado (humedad del grano según condiciones de cámara). Para ello se realizó la cosecha en forma manual, tomando 3 muestras de 1,43 metros lineales sobre cada uno de los cuatro surcos centrales (6 m² en total) de cada tratamiento. Se desgranó y pesó cada muestra determinando kg x ha⁻¹ de grano limpio.

3. Resistencia mecánica del suelo a la penetración. Se midió la resistencia (kPa) y la humedad del suelo (%) en los niveles de profundidad de 0 a 0,50 m, en las huellas dejadas luego de la siembra por las sembradoras de siembra directa comparadas (todas con neumáticos de igual diámetro y ancho) y en parcelas sin tránsito. Se utilizó para las mediciones un penetrómetro electrónico registrador ASAE S 313. La humedad del suelo se midió por método gravimétrico.

4. Esfuerzo en la barra de tiro del tractor y energía mecánica consumida: se utilizó para ello un dinamógrafo hidráulico. Se realizaron las mediciones en forma simultánea con las operaciones de labranza anticipada, y labranza y siembra con todas las máquinas que conformaron los distintos tratamientos. Ello, juntamente con la capacidad efectiva de trabajo de cada equipo, permitió obtener la energía consumida. La energía total de cada sistema se obtuvo por la sumatoria de la energía individual de cada máquina y por cada una de las pasadas que éstas realizaron para conformarlo.

RESULTADOS Y CONSIDERACIONES

En el primer año de ensayo, la población de plantas y la producción de granos arrojaron diferencias altamente significativas a favor del prototípo y de la máquina de siembra directa testigo, con labranza anticipada y sin ella, con respecto al sistema convencional con labranza anticipada y sin ella (por lluvias intensas después de la siembra que afectaron la emer-

gencia de plantas y como consecuencia la producción de granos de este tratamiento). En los ciclos 2003-04 y 2004-05, no se observaron diferencias significativas entre los sistemas comparados, en la eficiencia de siembra y población de plantas logradas, aunque los valores de estas variables fueron mayores para el prototipo sin labranza anticipada. Tampoco existieron diferencias significativas en la producción de granos (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Número de plantas emergidas y eficiencia de siembra logradas por cuatro sistemas de siembra directa y dos sistemas de labranza y siembra convencional.

Sistema de siembra	2002 03		2003 04		2004 05	
	pl. x ha ⁻¹ (x 1.000)	% efic.	pl. x ha ⁻¹ (x 1.000)	% efic.	pl. x ha ⁻¹ (x 1.000)	% efic.
Prototipo S.D. con lab. anticipada	280 b	53,80	400 a	76,90	398 a	75,70
Prototipo S.D. sin lab. anticipada	390 a	75,00	460 a	88,50	465 a	89,00
Sembradora S.D. testigo con lab. antic.	280 b	53,80	370 a	71,10	375 a	69,70
Sembradora S.D. testigo sin lab. antic.	400 a	77,00	470 a	90,40	467 a	87,00
Siembra convencional con lab. anticipada	150 b	28,80	430 a	82,70	423 a	82,40
Siembra convencional sin lab. anticipada	220 b	42,30	430 a	82,70	428 a	81,40
CV	15,54		14,55		15,75	

Medias seguidas de letras diferentes (en cada ciclo agrícola) indican diferencias significativas (P< = 0,01) según test de Tukey

Tabla 2. Producción de granos lograda por cuatro sistemas de siembra directa y dos sistemas de labranza y siembra convencional.

Sistema de siembra	2002-03 kg m.s. x ha ⁻¹	2003-04 kg m.s. x ha ⁻¹	2004-05 kg m.s. x ha ⁻¹
Prototipo S.D. con lab. anticipada	2400 a	2390 a	3100 a
Prototipo S.D. sin lab. anticipada	2990 a	2440 a	3325 a
Sembrad. S.D. testigo con lab. antic.	2380 a	2270 a	3250 a
Sembrad. S.D. testigo sin lab. antic.	2920 a	2400 a	3720 a
Siembra convencional con lab. antic.	1320 b	2940 a	3800 a
Siembra convencional sin lab. antic.	1650 b	2570 a	3525 a
CV	16,70	17,10	17,50

Media s seguidas de letras diferentes (en cada ciclo agrícola) indican diferencias significativas (P< = 0,01) según test de Tukey

La energía consumida en la barra de tiro del tractor fue significativamente menor en los tratamientos de siembra directa con respecto a los de siembra convencional. Así mismo existieron diferencias significativas, al nivel del 5%, entre el prototipo y el testigo, a favor del primero, y, entre el prototipo y el testigo, con respecto al sistema convencional (Tabla 3). Esto coincide con lo expresado por Griffith *et al.* (2000) y Principi *et al.* (2002 a y b).

Tabla 3. Potencia y energía consumida en la barra de tiro del tractor por cuatro sistemas de siembra directa y dos sistemas de labranza y siembra convencional.

Sistema de siembra	Kw	E (kw h x ha ⁻¹)
Prototipo S.D. con lab. anticipada	49,5	20,8 d
Prototipo S.D. sin lab. anticipada	26,5	11,6 f
Sembrad. S.D. testigo con lab. antic.	51,1	21,5 c
Sembrad. S.D. testigo sin lab. antic.	36,4	15,2 e
Siembra convencional con lab. antic.	78,4	32,4 a
Siembra convencional sin lab. antic.	61,5	25,7 b

Medias seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$) según test de Tukey. CV = 16,

En el año 2004, se pudo constatar una menor compactación del suelo hasta 0,150 m de profundidad (resistencia mecánica a la penetración medida bajo las huellas de las sembradoras) con el prototipo al compararlo con la máquina testigo. También, hasta esta profundidad, la compactación en los tratamientos con tránsito (con labranza anticipada y sin ella) fue mayor que en las parcelas sin tránsito con labranza anticipada y sin ella. A partir de esta profundidad, no se observaron cambios en los niveles de compactación en ninguno de los tratamientos (Figura 2). Estos disturbios superficiales ocurridos en suelos bajo siembra directa coinciden, en general, con lo expresado por Domínguez *et al.* (2000).

CONCLUSIONES

Resulta de importancia señalar que, con el prototipo diseñado, que pesa aproximadamente la mitad que la máquina testigo, se logra una

eficiencia de siembra, población de plantas y producción de granos similares a esta última y al sistema convencional, con las relevantes ventajas de un menor consumo de energía en la barra de tiro del tractor y una menor compactación del suelo. Esto redunda en un menor perjuicio de éste cuando se practica la siembra directa en años consecutivos. Sobre la base de lo expuesto se considera que el prototipo diseñado y experimentado tiene un campo de utilización promisorio en esta región.

AGRADECIMIENTOS

Al personal no docente de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, señores Franco Cardetti, Osvaldo Genesio y Ricardo Ramírez por la colaboración brindada para la ejecución de este trabajo; al Ing. Pedro Stafolani y a los estudiantes de la Fac. de Ingeniería de la UNRC, señores Hernán Franchetti y Jonathan Domínguez, por la confección de la vista espacial del prototipo en soporte informático y a la profesora Silvia C. Beck del Dpto. de Lenguas de la Fac. de Ciencias Humanas de la UNRC, por la traducción de los textos al idioma inglés. Este trabajo fue subsidiado por la SECYT-UNRC (Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC).

BIBLIOGRAFÍA

- BAUMER C.R., 1999. Sembradoras y fertilizadoras para siembra directa. AAPRESID. Publicaciones Técnicas. Serie Siembra Directa N.º 2, 345.
- BECK, D. y R. DOERR, 1998. No-till guidelines for the arid and semi-arid prairies. South Dakota State Univ., Dakota Lakes Research Farm, pp.1-51.
- BOLTON, F.E. y D.E. BOOSTER, 1981. Strip-Till Planting in Dryland Cereal Production. Transactions of the ASAЕ 59, 59-62.
- BRAGACHINI, M., 1997. Sembradoras de siembra directa. En Seminario de siembra directa. INTA. Resúmenes, 103-114.
- BRAGACHINI, M.; BONETTO, I y R. BONGIOVANNI, 1993. Siembra, cosecha, secado y almacenaje de soja. INTA. EEA Manfredi, 191 p.
- BURNS, J.; JARED, J. y N. RHODES, 1997. Produce corn the no-till way. Agricultural.
- CHAPLIN, J.; JENANE, C. and M. LUEDERS, 1988. Drawbar energy use for tillage operations on loamy sand. Transactions of the ASAЕ 31, 1692-1694.
- CHAPLIN, J.; LUEDERS, M. and D. RUGG, 1986. A study of compaction and crop yields in loamy sand soil after seven years of reduced tillage. Transactions of

RIA, 36 (1): 83-96. Abril 2007. INTA, Argentina.

- the ASAЕ 29, 389-392.
- COOK, R.J., 1992. Management of wheat and barley root health in conservation tillage systems in North Dakota. Manitoba Zero. Till Conference Proceeding, pp. 5.
- DEBICKI, I.W. y I.N. SHAW, 1996. Spade-Punch planter for precision planting. ASAЕ 39, 1259-1267.
- DOMÍNGUEZ, J.; RESSIA, J.M.; JORAJURÍA, D.; BALBUENA, R.H. y G. MENDIVIL. 2000. Reología del suelo traficado bajo tres diferentes tratamientos mecánicos. En: Avances en Ingeniería Agrícola. Ed. Facultad de Agronomía. ISBN 950-29-0593-8, pp 110-115.
- ERBACH, D.C.; MORRISON, J.E. and D.E. WILKING, 1983. Equipment modification and innovation for conservation tillage. Journal of Soil and Water Conservation 38, 182-183.
- ESS, D.E., 2000. Soil management: Tillage Systems. Purdue University. Cooperative Extension Service. West Lafayette, IN 47907, 1-5.
- EWEN, L.; SMITH, E. and D. EGLI, 1981. Double - cropped soybean planting variables. Transactions of the ASAЕ, 24 (1): 43 - 44 y 47.
- FABREGAS, G.; TOURN, M. y J. RAGGIO, 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.
- FERRARI, M., 1998. La siembra directa y el rendimiento de los cultivos en la pampa húmeda. En: Siembra Directa, ed. Hemisferio Sur S.A., Argentina, pp. 191-196.
- FOGANTE, R.; CANOVA, D.; FOGANTE, G. y P. ROSSO, 1993. El cultivo de trigo en siembra directa. AAPRESID. Publicaciones Técnicas, Serie Siembra Directa 5, 3-30.
- GARGICEVICH, A. 1995. Sembradoras de siembra directa y su efecto sobre la cobertura. Experiencias del PAC N.º 15. pp. 4.
- GRIFFITH, D.R. and S.D. PARSONS, 2000. Energy requirements for various tillage-planting systems. NCR-202. Purdue University. Cooperative Extension Service. West Lafayette, IN 47907, 1-14.
- HAUCK, D.D. y C. FANNING, 1984. Reduced tillage seeding equipment for small grains. Cooperative Extensions Service. North Dakota State University. Extensión Circular AE-826.
- KINSELLA, J. 1992. Siembra directa, efectos en el largo plazo. AAPRESID. Publicaciones Técnicas, Serie Siembra Directa 2, 1-22.
- LATTANZI, A.R. 1998. La siembra directa y la agricultura sustentable. En: Siembra Directa, ed. Hemisferio Sur S.A., Argentina, pp. 29-34.
- MARELLI, H. y J. ARCE, 1995 a. Aportes en siembra directa. Publicación Técnica INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
- MARELLI, H. y J. ARCE, 1995 b. La siembra directa en la secuencia trigo/soja. Apor-

- tes en siembra directa. INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina, pp. 23-40.
- MARELLI, H. 1998. La siembra directa como práctica conservacionista. En: Siembra Directa, ed. Hemisferio Sur S.A., Argentina, pp.127-140.
- MARELLI, H.; ARCE, J.; LORENZON, C. y P. MARELLI, 2000 a. Ensayos de labranza y secuencias de cultivos en trigo ciclo 1999. INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. Hoja informativa N.º 333.
- MARELLI, H.; ARCE, J.; LORENZON, C. y P. MARELLI, 2000 b. Resultados de ensayos de secuencias de cultivos soja-maíz; soja-soja y rotaciones. Ciclo 1999/2000. INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. Hoja informativa N.º 343.
- MARONI, J. 1994. Máquinas sembradoras para siembra directa. Consideraciones para su puesta a punto. Artículos Técnicos PAC II. Serie Maquinaria Agrícola nº 3. 12 pp.
- MARONI J. y R. MEDERA, 1990. Siembra de precisión en soja. 1er. Congreso Argentino de Ingeniería Rural. UADE, resúmenes: 8.
- MARONI, J. ; DELAFOSSE, R.M. ; MAIDAGAN, A. y A. POBIHUSKA, 1980. Ensayo de sembradoras de grano fino (cereales, lino, pasturas y otros). CODEMA. Boletín N. 1. DIR. INTA.
- MARTINEZ PECK, R. 1998. Máquinas para la siembra directa, sembradoras y pulverizadores. En: Siembra Directa: Cuaderno de Actualización Técnica. CREA, N.º 59, pp. 38-50.
- MOLIN, J. y V. D'AGOSTINI, 1996. Development of a rolling punch planter for stony soil conditions. Agric. Mech. Asia, Africa and Latin America 27, 17-19.
- MOLIN, J.; BASHFORD, I., VON BATRGEN, K and I. LEVITICUS, 1998. Design and evaluation of a punch planter for no-till systems. Transactions of the ASAE 41, 307-314.
- MORRISON, J.E.; ALLEN, R.R.; WILKINS, D.E.; POWELL, G.M.; GRISSO, R.D.; ERBACH, D.C.; HERNDON, I.P.; MURRAY, D.L.; FORMANECK, G.E.; PFOST, D.L.; HERRON, M.M. and D.J., BAUMERT 1988. Conservation Planter, Drill and Air-Type Seeder Selection Guideline. Transactions of the ASAE 4, 300-309.
- PRINCIPI, M.A., 1980. Comparación de sistemas de labranza y siembra de centeno, compatibles con la conservación del suelo. Anales INIA, España. Serie Tecnología Agraria 13, 87-111.
- PRINCIPI, M.A.; Mattana, R.R.; Colodro, J.L. y O.P. Cardinali, 1982. Desarrollo y experimentación de una máquina de labranza cero, montada en el sistema hidráulico de 3 puntos del tractor. Anales INIA, España. Serie Agrícola 20, 163-182.
- PRINCIPI M.A.; MATTANA, R.R.; COLODRO, J.L. y O.P. CARDINALI, 1984. Diseño y experimentación de equipos y sistemas de labranza y siembra reducidas para maíz. IDIA 413-416, 30-42.
- PRINCIPI, M.A.; MATTANA, R.R.; COLODRO, J.L. y O.P. CARDINALI, 1992. Diseño y

RIA, 36 (1): 83-96. Abril 2007. INTA, Argentina.

- experimentación de sistemas de labranza y siembra para maíz. II Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Villa María, Córdoba, pp. 287-328.
- PRINCIPI, M.A.; MATTANA, R.R.; CARDINALI O.P. y J.L. COLODRO, 2002 a. «Diseño y Experimentación de un prototipo para siembra directa de granos finos». Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaría (INIA) España. ISSN 0213-5000. Vol. 17 (2). 2002: pp. 207-217.
- PRINCIPI, M.A.; MATTANA, R.R.; CARDINALI, O.P. y J.L. COLODRO, 2002 b. «Diseño y performance de un prototipo para siembra directa». RIA. INTA. Argentina. ISSN 0325-8718. Vol. 31 (2), 2002: pp. 135-148.
- RICHEY, C.B.; GRIFFITH, D.R.; GALLOWAY, H.M. and J.V. MANNERING, 1973. Evaluation of tillage-planting system for corn. Transaction of the ASAE 3, 73-113.
- ROMAGNOLI, J.C. 1992. Maquinarias en siembra directa. 1er. Congreso Interamericano de Siembra Directa. Villa Giardino, Córdoba, Argentina, pp. 99-120.
- SÁNCHEZ, V.; HERNANZ, J.L.; FERNÁNDEZ, C. y L. NAVARRETE, 1983. Tres años de siembra directa en el cultivo de los cereales. 18 Feria Técnica Internacional de la Maquinaria Agrícola. Zaragoza (España). Comunicación, pp. 1-10.
- SCHULER, R.T., 1990. Conservation tillage and compaction in corn production. Paper 90-1103. ASAE. St. Joseph, MI. USA, 1-30.
- SUMMERS, J. y J. FRISBY, 1978. Energy and power requermnts for individual tillage tools and tillage systems. ASAE. Paper N.º MC-78-606, 12 p.
- THOMAS, G.W. 1990. Labranza cero. Resultados en EE.UU. y observaciones en campos Argentinos. AAPRESID. Comunicación, pp. 1-16.
- TOURN, M.C.; SOZA, E.L; DOLD, R.F.; ADROVER, L. y F. DEL OLMO. 2000. Evaluación de dos alternativas de implantación para la siembra directa de soja. Avances en Ingeniería Agrícola, 14-18.
- WEST, T.; GRIFFITH, D.; STEINHARDT, G.; KLADIVKO, E. and S. PARSONS 1996. Effect of tillage and rotation on agronomic performance of corn and soybean: Twenty-year study on darksilty clay loam soil. Journal of Production Agriculture, 9, 241-2.

Recibido en agosto de 2006 y aprobado en abril de 2007.