

EFICIENCIA DE IMPLANTACIÓN DE LA SECUENCIA ANUAL TRIGO-SOJA, MEDIANTE LOS SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA Y CON LABRANZA PREVIA

E. L. SOZA¹; M. C. TOURN¹; J. SMITH²; F. L. DEL OLMO¹ y D. GITARD¹

Recibido: 14/07/99

Aceptado: 22/03/00

RESUMEN

La difusión alcanzada en la región pampeana de la República Argentina por la secuencia anual trigo-soja, sugiere a la técnica de siembra directa como una herramienta que posibilite su realización en el marco de la agricultura sustentable. En contraposición, existen inconvenientes de operación que la sitúan en desventaja frente a los métodos de preparación del suelo convencionales: mediante la labranza previa del suelo se obtiene una mayor eficiencia de implantación de los cultivos; hecho que fundamenta la revisión de los trenes de distribución utilizados en siembra directa. En un lote ubicado en la localidad de Pehuajó (provincia de Buenos Aires), destinado a la secuencia anual trigo-soja se contrastó el "stand" de plantas obtenido, en ambos cultivos, mediante siembra directa y con labranza previa.

La máquina utilizada correspondió a la denominación de grano fino-soja. Los resultados muestran la adaptabilidad del tren de distribución denominado de doble disco, alcanzando eficiencias de implantación en siembra directa comparables a la siembra convencional en el cultivo de trigo. La soja presentó mayor susceptibilidad al sistema de implantación, pese a la utilización del denominado triple disco, alcanzando eficiencias de implantación en siembra directa comparables a la siembra convencional en el cultivo de trigo. La soja presentó mayor susceptibilidad al sistema de implantación, pese a la utilización del denominado triple disco en siembra directa.

Palabras clave: eficiencia de implantación, Trigo-Soja de segunda. Siembra directa, Siembra convencional.

PLANTING EFFICIENCY OF THE SEQUENCE WHEAT-SOYBEAN BY NO-TILL AND CONVENTIONAL TILLAGE

SUMMARY

The diffusion reached in the region plain of the Argentina Republic for the sequence annual wheat - soya, suggests to the technique of no-till as a tool that facilitates its realization in the mark of the sustainable agriculture. In opposition, operation inconveniences that locate it in disadvantage in front of the methods of preparation of the conventional soil exist: by means of the previous farm of the soil a bigger efficiency of installation of the cultivations is obtained; fact that bases the revision of the distribution trains used in direct siembra. In a field of Pehuajó (county of Buenos Aires), dedicated to the sequence annual wheat - soya the obtained stand of plants was contrasted, in both cultivations, by means of direct drill and with conventional drill.

The used machine corresponded to the denomination of fine grain - soya, the results show the adaptability of the denominated distribution train of double disk, reaching installation efficiencies in no-till comparable to the conventional drill in the wheat cultivation. The soya presented more susceptibility to the planting system, in spite of the use of the one denominated triple disk in no-till.

Key words: Implantation efficiency, Wheat-Soybean, No-till, Conventional drill.

¹ Cátedra de Maquinaria Agrícola. F.A.-U.B.A.; ² I.I.R INTA- Castelar, E-mail: esoza@mail.agro.uba.ar

INTRODUCCION

La secuencia trigo-soja de segunda es una práctica que se encuentra ampliamente difundida en la Argentina. Se observan tres modalidades de trabajo para la siembra de dichos cultivos; ambos con labranza previa, trigo con labranza previa y soja sembrada sobre rastrojo de trigo y, por último, ambos en un planteo de siembra directa continua. Esta última modalidad no siempre asociada a un aumento de los rendimientos de los cultivos (Senigagliaesi y Ferrari 1993, citado por Taboada *et al.*, 1998).

Se observan tres modalidades de trabajo para la siembra de dichos cultivos; ambos con labranza previa, trigo con labranza previa y soja sembrada sobre rastrojo de trigo y por último ambos en un planteo de siembra directa continua. Esta última modalidad no siempre asociada a un aumento de los rendimientos de los cultivos (Senigagliaesi y Ferrari 1993, citado por Taboada *et al.*, 1998).

La siembra directa requiere de sembradoras especiales (Wendte y Nave, 1979) capaces de penetrar suelos no arados con mínima remoción, transitar el rastrojo superficial sin atorarse y generar condiciones favorables para la germinación de las semillas y emergencia de las plantas (Chapotard, 1984; Snyder *et al.*, 1988). El tren de distribución compuesto por una cuchilla circular y a continuación un doble disco se encuentra ampliamente difundido debido a su adecuado desempeño ante diversas condiciones de suelo y cobertura (Tice y Hendrick, 1991; Baumer *et al.*, 1994; Morrison *et al.*, 1996); dicho conjunto posibilita mínima remoción y mantenimiento de la cobertura correspondiente a la línea de siembra (Gargicevich, 1995). No obstante, Baker (1994) si bien coincide con respecto a la facilidad de desplazamiento en rastrojos, señala compactación de las paredes del surco, escasa generación de suelo suelto para cubrir la semilla, introducción de rastrojo en el surco y al igual que Kushwaha *et al.* (1986), ubicación a poca profundidad o superficial de la semilla; efectos que disminuyen la tasa de emergencia.

Dichos efectos permiten hipotetizar que las sembradoras de siembra directa presentan inconvenientes para generar condiciones favorables de germinación y emergencia de las plantas. Aportan a su sustento los trabajos de Finlay *et al.* (1994) en trigo y Borin y Sartori (1995) en avena, maíz y soja,

quienes obtienen mayor emergencia en siembra con labranza previa, al compararla con siembra directa.

Casas (1997) expresa que la siembra directa más que un sistema es una filosofía y una manera de interpretar la sustentabilidad, que minimiza la mayor calamidad que afecta al recurso suelo: la erosión. Citando las palabras del Dr. Otto Solbrig referentes a que "*aún las soluciones generan nuevos problemas*", postula que todos los otros problemas podrán ser resueltos en la medida que se conozcan más sobre la siembra directa.

El trabajo que se presenta tiene como objetivo comparar la eficiencia de implantación procedente de los sistemas de siembra directa y siembra con labranza previa, en la secuencia trigo-soja de segunda.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un lote situado en estación El Recado, Partido de Pehuajó, donde se implantó trigo-soja de segunda en forma convencional y bajo la técnica de siembra directa, siendo el antecesor trigo-soja de segunda.

El suelo corresponde a la serie Pehuajó, que se clasifica como Hapludol típico, franca gruesa, mixta, térmica, compuesto por los siguientes horizontes: A1 0-33 cm; B2 33-47 cm; B3 47-88 cm y C 80-115 cm. (Carta de Suelos de la República Argentina; hoja 3563-35 Juan José Paso, INTA).

Según la serie climática 1981/90, se observa que la temperatura media del mes más frío es de 8,1, (correspondiendo al mes de julio y de 23,2 (para el más cálido, enero. Las precipitaciones anuales para la misma serie rondan los 1000 mm año, presentando el año más lluvioso 1292 mm y el más seco 771 mm (Estadísticas Climatológicas, período 1981-1990).

La implantación se realizó utilizando un tractor John Deere modelo 3420 de 71 kW y una sembradora Pierobon ADR 27 DD tipo monotolva, cuyo alistamiento fue doble disco, doble rueda limitadora de profundidad y rueda apretadora-cubridora con banda de goma para la implantación en siembra convencional y trigo en siembra directa. Para la implantación de la soja en directa se agregaron cuchillas labrasurco lisas delante de los surcadores sobre el bastidor principal.

La implantación del trigo se realizó con 27 surcadores distanciados a 175 mm entre surcos y la soja con 14 surcadores a 350 mm, regulándose en forma estacionaria

para entregar una densidad de 250 semillas.m⁻² y 20 semillas.m⁻¹ lineal de surco, respectivamente.

Para la preparación de la cama de siembra convencional se utilizó rastra de casquetes excéntrica pesada de 38 casquetes, rastra de doble acción liviana de 40 casquetes, rastra de dientes rígidos y rolo compactador.

Se delimitaron ocho parcelas de 100 m de longitud y 20 m de ancho, descontados los bordes y las cabeceras, asignándose aleatoriamente las cuatro parcelas a sembrar para cada tratamiento. Cada parcela se subdividió en diez subparcelas, de las cuales se sortearon cuatro para la realización de las observaciones.

Previo a la siembra se determinó la cobertura de rastrojo en los tratamientos de siembra directa. En ambos tratamientos se evaluó la cantidad de semilla distribuida por metro de surco a la velocidad de trabajo (6 km.h⁻¹), recogiendo la semilla distribuida en los surcos abiertos para analizar el efecto de su pasaje a través de los dosificadores mediante el Coeficiente de Viabilidad (Soza *et al.*, 1998), que surge de la siguiente expresión:

$$cvb = \frac{P.G. (\%)}{100} \times \frac{100 - R.V. (\%)}{100}$$

donde:

- cvb: coeficiente de viabilidad
- P.G.: poder germinativo
- R.V.: rotura visible

Durante la tarea de implantación se evaluó el cubrimiento de la semilla a través de la cuantificación de la semilla descubierta por metro de surco. Posteriormente, emergido del cultivo, en las subparcelas sorteadas y sobre cinco surcos tomados al azar en cada una de ellas se realizó el recuento de plántulas por metro lineal.

La eficiencia de implantación de ambos sistemas de siembra, surge de la relación entre las plántulas obtenidas y la cantidad de semillas viables distribuidas. La confrontación de las eficiencias de implantación entre tratamientos se efectuó mediante la siguiente dócima de igualdad de porcentajes (Capelletti, 1982).

Ho: eficiencia sistema A = eficiencia sistema B

H1: eficiencia sistema A ≠ eficiencia sistema B

$$Z_{Ho} = \frac{\text{arc.sen. } (p_1)^{0.5} - \text{arc.sen. } (p_2)^{0.5}}{\{820,8 \cdot [1/n_1 + 1/n_2]\}^{0.5}}$$

donde p_1 y p_2 = eficiencia de implantación al tanto por uno

n_1 y n_2 = tamaño de la muestra

820,8 = constante para los datos transformados expresados como grados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TRIGO

La semilla utilizada correspondió a la variedad Cacique, segunda multiplicación fiscalizada, cuyo peso de 1000 semillas era de 42 g y la humedad de 13,6%, observándose en el cuadro N° 1, una disminución del 1% en la viabilidad de la semilla dosificada. Esta magnitud mostró la inexistencia de daños considerables a la semilla producto de la dosificación, en discenso con lo expresado en ese sentido por Cavalheiro-Touriño y Klingesteiner (1985).

Cuadro N° 1: Coeficiente de viabilidad

	100 - RV	PG	cvb	(cvb (%))
Testigo	0,9932	0,987	0,98	-----
6 km h ⁻¹	0,9919	0,980	0,97-1,00	

Los surcadores se regularon para 20 mm de profundidad de siembra para luego realizar la tarea de la implantación. En cuadro N° 2 se observa el cubrimiento de la semilla en ambos tratamientos, destacándose una mayor variabilidad en siembra directa con diferencias porcentuales no sustanciales (0,45 %). Es de destacar que en siembra directa la cobertura de rastrojo producto del cultivo de soja antecesor fue de sólo 1250 kg.ha⁻¹, dicha magnitud permitiría explicar la cuantificación de similares temperaturas de suelo en ambos tratamientos (8°C), así como la coincidencia con lo expresado por Baker (1994) en cuanto a la facilidad de tránsito del sistema labrasurco-abresurco sobre el rastrojo. Asimismo, en discenso con este autor en relación al escaso cubrimiento de la semilla y a la distribución superficial en siembra directa, esta última también formulada por Kushwaha (1986), suponen la res-

ponsabilidad de la cobertura de rastrojo mencionada.

Cuadro N° 2: Cubrimiento de la semilla

	x (sem m ⁻¹)	s (sem m ⁻¹)	cv (%)	Sem. cubierta (%)
S.C.	43,85	0,48	1,11	99,65
S.D.	43,65	0,81	1,86	99,20

La significancia entre tratamientos (Cuadro N° 3) aporta a los antecedentes que citan la preponderancia de la siembra con labranza previa sobre la directa en el stand de plantas logrado. Aunque los resultados superaron en ambos tratamientos el valor 0,7 magnitud considerada normal para la especie (CREA, 1986).

Cuadro N° 3: Eficiencia de implantación

S.C.	0,8693 a
S.D.	0,8060 b

SOJA 2ª

Posterior a la cosecha del trigo se realizó la implantación de soja utilizando semilla de la variedad Don Mario, primera multiplicación fiscalizada grupo 4, cuyo peso de 1000 semillas era de 184 g y la humedad de 9,8%.

El tratamiento que los conjuntos dosificadores otorgaron a la semilla se observa en el cuadro N° 4. Amado (1998) y Tourn *et al.* (1998) trabajando con velocidades tangenciales crecientes del dosificador encuentran que el coeficiente de viabilidad de la semilla dosificada disminuye entre el 4 y 14%, hecho no verificado en el presente trabajo. Los autores atribuyen la mayor participación del poder germinativo en la confección del mencionado coeficiente, resultado comprobado y que explica el incremento de la viabilidad de la semilla dosificada.

Cuadro N° 4: Coeficiente de viabilidad

	100 - RV	PG	cvb	Acvb (%)
Testigo	0,99625	0,875	0,88	-----
6 km h ⁻¹	0,99250	0,910	0,90	+ 2,00

La implantación de este cultivo se realizó luego de la cosecha del trigo y previa aplicación de herbicida total, siendo el rastrojo presente de 3950 kg. ha⁻¹ en las parcelas destinadas a siembra directa. En atención a lo expuesto en los antecedentes con referencia a la introducción de rastrojo en el surco y la ubicación a escasa profundidad o superficial de la semilla por parte de los trenes de siembra directa, la sembradora se reguló para una profundidad de 20 mm para siembra convencional y de 30 mm en siembra directa, ante el deficiente cubrimiento observado durante la regulación de la máquina, con lo cual la cobertura de semilla lograda no presentó diferencias sustanciales (Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5: Cubrimiento de la semilla

	x (sem m ⁻¹)	s (sem m ⁻¹)	cv (%)	Sem. cubierta (%)
S.C.	18,80	0,41	2,18	95,67
S.D.	18,35	1,03	5,66	93,38

La siembra con labranza previa superó en valor absoluto y produjo menor variabilidad que la siembra directa, aún habiéndosele otorgado una mayor profundidad a este tratamiento. El comportamiento de la máquina respecto a la implantación de trigo, sugiere la responsabilidad de la diferente cobertura existente y aportaría a lo propuesto en ese sentido por Baker (*op. cit.*) y Kushwaha (*op. cit.*).

A las diferencias observadas en la operación en cuanto al cubrimiento a la semilla, hay que mencionar que la temperatura del suelo en siembra directa era de 25°C y de 26°C en siembra convencional, factores que inciden negativamente en cuanto a las condiciones óptimas de germinación y emergencia de los cultivos en coincidencia con Carter y Barnett (1987) en cuanto a este parámetro.

La existencia de diferencia significativa en la eficiencia de implantación a favor de la convencional (Cuadro N° 6) avala también en este cultivo los antecedentes que citan una mayor emergencia en correspondencia con una mayor remoción del suelo (Borin y Satori, 1995 y Tournet *et al.*, 1997) y a una mayor disturbación de la línea de siembra (Wilkins *et al.*, 1983; Baker *et al.*, 1987 y Allen, 1988). Además aportaría a la sugerencia efectuada por

Stancanelli (1998) en relación a la necesidad de incrementar un 20% la densidad de semilla en siembra directa, debido a las condiciones menos favorables del suelo con respecto a la siembra con labranza previa.

Cuadro N° 6: Eficiencia de implantación

S.C.	0,8168 a
S.D.	0,6590 b

CONCLUSIONES

La siembra con labranza previa en la rotación trigo-soja de segunda presenta mayor tasa de emergencia que la siembra directa en especial en el cultivo de soja, destacándose la interferencia del rastrojo presente al momento de la implantación.

Las sembradoras de siembra directa alistadas convenientemente permiten obtener altas tasas de emergencia en dicha técnica, al igual que trabajando en siembra convencional.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, R.R.. 1988. Performance of three wheat seeders in conservation tillage residue. *Applied Engineering in Agriculture*. 4(3):191-196.
- AMADO, M. 1998. Efecto de la velocidad tangencial y del material de construcción sobre la integridad física de la semilla de soja en dosificadores de rotor cilíndrico de eje horizontal con estriado interno. Trabajo de Intensificación Final. FAUBA, 19 pp.
- BAKER, C.J. II 1994. Sistema cross-slot: fundamentos científicos y experimentación. *Agronomía* 2000 2 (5) 13 - 17.
- BAUMER, C.; C. DEVITO y L. GONZALEZ. 1994. Sembradoras de siembra directa para grano fino. Congreso Internacional de Ingeniería Rural y III Congreso de Ingeniería Rural. U.M. (Morón, Pcia de Buenos Aires). Julio 1994. 25 pp.
- BORIN, M and I. SARTORI. 1995. Barley, soybean and maize production using ridge tillage, no-tillage and conventional tillage in north-east Italy. *J. agric Engng. Res.* (1995) 62, 229-236.
- CASAS, R. R. 1997. Seminario siembra directa. Experiencias del INTA mirando al futuro. Resúmenes. 114 pp.
- CAPPELLETTI, C. A 1982. Elementos de estadística. 2a Edición. Cesarini Hermanos Editores. Bs. As. 384 pp.
- CARTER, P.R and K.H. BARNETT. 1987. Corn-hybrid performance under conventional and no-tillage systems after thinning. *Agron. J.* 79:919-926.
- CAVALHEIRO-TOURIÑO, M. C. e P. KLINGESTEINER. 1985. Lavoura produz mais com semeadora certa. Coletânea de artigos sobre mecanização e máquinas agrícolas. Vol 3 Piracicaba. Brasil.
- CHAPOTARD, P. 1984. Le semis direct. CEMAGREF, Bl. N(317: 33 - 45.
- FINLAY, M.J., J.M. TISDALL and B.M., Mc KENZIE. 1994. Effect of tillage below the seed on emergence of wheat seedlings in a hardsetting soil. *Soil And Tillage Research*, 28: 213-225.
- FONSECA, E.; J. GONZALEZ MONTANER; L. GONZALEZ VICTORICA y G. FERNANDEZ. 1986. CREA. Producción de trigo. *Cuaderno de Actualización Técnica* N(32). 131 pp.
- GARGICEVICH, A. L. 1995. Sembradoras de siembra directa y su efecto sobre la cobertura. PAC II, Serie Experiencias N(15, 4 pp.
- KUSHWAHA, R.L.; A.S. VAISHNAV and G.C. ZOERB. 1986. Soil bin evaluation of disc coulters under no-till crop residue conditions. *Transactions of the ASAE*, 29 (1) 40 - 44.
- MORRISON, J.E; J.G. HENDRICK III and R.L. SCHAFER. 1996 Soil forces on coulters and disc opener combinations. *Transactions of the ASAE*. 39:(2) 369 - 376.
- SNYDER, M.; M. LANDON and J. LONG. 1988. A no-till drill for all seeding conditions. ASAE Paper n(88-1570. ASAE St. Joseph, Mich. 49085-9659.
- SOZA, E. L.; M. C. TOURN; E. CROCE; J. SMITH y M. AMADO. 1998. Metodología para la determinación del daño a la semilla provocado por dosificadores de sembradoras. IAMFE/ARGENTINA '98. I Conferencia Regional Latinoamericana de Técnicas y Equipamientos para Ensayos de Campo. I.I.R.- Castelar. 101-105 pp.
- STANCANELLI, V. 1998. Siembra directa de granos. *Agricultura de las Américas*. 47 (4):24-33.

- TABOADA, M.A.; F. G. MICUCCI; D. J. COSENTINO and R. S. LAVADO.** 1998. Comparison of compaction induced by conventional and zero tillage in two soil of the Rolling Pampa of Argentina. *Soil and Tillage Research* (en revisión).
- TICE, E.M. and J.G. HENDRICK.** 1991. Disc coulter forces: Evaluation of mathematical models. *Transactions of the ASAE* 34 (6): 2291 - 2298.
- TOURN, M. C.; E. L. SOZA; L. A. LARROSA y J.C. POLLACINO.** 1997. Efecto del conjunto labrasurco-abresurco en la eficiencia de implantación de maíz mediante siembra directa. MAIZ VI Congreso Nacional. Tomo II, III 196-200. AIANBA, Pergamino.
- TOURN, M. C.; E. L. SOZA y R. SOLESSIO.** 1998. Efecto de dos dosificadores de expulsión forzada en la semilla de soja. III Reunión Nacional de Oleaginosos. UNS, Bahía Blanca, 181 - 182.
- WENDTE, K. and W. NAVE.** 1979. Systems for interseeding and double cropping soybeans. *Transactions of the ASAE*, 22 (4) 719 - 723.
- WILKINS, D.E.; G.A. MUILENBURG; D.E. ALLMARAS and C.E. JOHNSON.** 1983. Grain drill opener effects on wheat emergence. *Transactions of the ASAE*. 26(3):655-660.