

**SIEMBRA DIRECTA Y CONVENCIONAL DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.):
EFICIENCIA DE IMPLANTACION CON RELACION A LA COMPACTACION DEL
SUELO AL MOMENTO DE LA SIEMBRA**

DIRECT AND CONVENTIONAL SOWING OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.):
IMPLANTATION EFFICIENCY WITH RELATION OF SOIL COMPACTION IN THE
MOMENT OF SOWING

Eduardo Soza¹, Mario Tourn¹, Guido Botta¹ y Jorge Smith²

RESUMEN

En la República Argentina la producción de granos es del orden de 39.800.000 Mg, con un valor de U\$A 4.560.000.000. Las exportaciones de granos constituyen uno de los pilares de la economía del país, ya que aportan unos U\$A 2.200.000.000. Actualmente la técnica de siembra directa abarca un área de 9.250.000 has, en detrimento de las labranzas convencionales e incorporando áreas marginales a la producción. Este crecimiento no siempre esta asociado a un aumento de los rendimientos de los cultivos agrícolas. Los objetivos del presente trabajo fueron: a) Cuantificar la eficiencia de implantación en un cultivo de trigo bajo dos sistemas de implantación distintos: labranza convencional y siembra directa. b) Cuantificar la compactación del suelo hasta la profundidad de labor antes y después del pasaje de la sembradora en ambos sistemas. Los ensayos de siembra se realizaron sobre un suelo Argiudol vértico. Los resultados obtenidos mostraron: a) una baja eficiencia de implantación en el sistema bajo siembra directa respecto al convencional. b) una alta impedancia mecánica del suelo, bajo el sistema de siembra directa al momento de la siembra.

Palabras índice adicionales: sembradora; índice de cono; cultivos

ABSTRACT

In the Argentina country, grains production is around of 39.800.000 Mg, with a value of U\$A 4.560.000.000. The export of grains is the support of country economy, because of to contribution U\$A 2.200.000.000. Actuality the direct sowing techniques contain an area of 9.250.000 has, in detriment to the conventional tillage and to add marginal areas. This increment, always not, is accompanied with the augmentation of yields cultivation's. The objectives of present paper were: a) Quantize the implantation efficiency of wheat cultivation under two different implantation systems: conventional tillage and direct sowing. b) Quantize the soil compaction until tillage deep before and after seeder passage in twice systems. The sow test were carried over Argiudol vertic soil. The results obtained showed: a) an lower implantation efficiency in the direct sowing system than the conventional tillage system. b) an high soil mechanics impedance in de direct sowing systems in the moment of sowing.

Keyword: seeder; cone index; crops

INTRODUCCIÓN

La siembra directa es una variante de los sistemas corrientes de producción de granos y forrajes que consiste en la implantación de un cultivo en un terreno que no ha sido labrado desde la cosecha del cultivo anterior (Colombino, *et al.* 1988). En la actualidad se observa un

¹ Fac. de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires, Cátedra de Maquinaria agrícola. Avda. San Martín N° 4453, CP 1417, Argentina. E - mail: esoza@agro.uba.ar

² Instituto de Ingeniería Rural, INTA, Castelar, Prov. de Buenos Aires. Argentina.

crecimiento sostenido de la técnica en detrimento de las labranzas convencionales e incorporando áreas marginales a la producción (Bragachini y Bianchini 1997); no siempre asociada a un aumento de los rendimientos de los cultivos agrícolas (Senigaglia y Ferrari, 1993; citado por Taboada *et al.*, 1998) correspondiéndole a la tarea de implantación parte de esa responsabilidad.

Las sembradoras diseñadas y/o alistadas para esta técnica deben penetrar suelos no laboreados, transitar sobre distinta cantidad y calidad de rastrojos sin que éste interfiera en la generación de condiciones favorables para la ubicación y germinación de las semillas y posterior emergencia de las plántulas (Chapotard, 1984; Snyder *et al.*, 1988) lo que implica la utilización de sembradoras especiales (Wendte y Nave, 1979) que no siempre cumplen satisfactoriamente con los requisitos anteriores.

Erbach *et al.* (1992) al evaluar durante tres años la emergencia de plántulas de maíz mediante diferentes sistemas de implantación, hallaron diferencias (LSD, $p \leq 0.05$) a favor de la labranza convencional, en su comparación con la siembra directa. Tourn *et al.* (1997) comparando tres trenes de siembra directa y siembra convencional, encontraron que la eficiencia de implantación de maíz con labranza previa es superior a los tratamientos con siembra directa; solamente el tren que presentaba mayor cantidad de órganos activos, y en consecuencia produjo mayor disturbación de suelo, igualó a la siembra convencional (décima de igualdad de porcentajes, $p \leq 0.05$).

La observación de una mayor remoción de suelo y cubrimiento de la semilla mediante la utilización de cuchillas labrasurco en la siembra directa produciría un efecto diferencial en la eficiencia de implantación de maíz (Soza *et al.*, 1997).

En una revisión Baker (1994) expone como ventaja del triple disco la capacidad de transitar los rastrojos sin atorarse pero generando compactación de las paredes del surco, escasa generación de suelo suelto para cubrir la semilla, introducción de rastrojo en el surco y deficiente ubicación de la semilla. Efectos que perjudican la germinación y emergencia en siembra directa colocándola en desventaja frente a la siembra convencional.

Según Maroni (1994) la compactación de las paredes del surco es mayor cuando los surcadores son los encargados de generar el corte del suelo sin la acción previa de órganos labrasurcos.

La evaluación de la compactación superficial inducida por cuatro años con siembra directa jugó un rol principal en los descensos de rendimientos, ya que los aumentos de resistencia bajo siembra directa excedieron 2 Mpa (Taboada *et al.*, op. cit.) que es el umbral crítico por encima del cual se detiene la proliferación radical (Gupta y Allmaras, 1987).

Botta *et al.* (2002) encontraron que la presión en la zona de contacto rueda/suelo puede influir en la compactación superficial, este dato, es relevante en los sistemas de producción bajo siembra directa debido al alto peso de las sembradoras utilizadas. Håkansson (1994) indicó también haber encontrado una fuerte y directa dependencia de la compactación en superficie con la presión en la interfaz rueda/suelo. En un ensayo de cuatro años comparando tres métodos de labranza y siembra directa, y utilizando el índice de cono como indicador de la compactación edáfica Dickey *et al.* (1983) determinaron que el índice de cono en la capa arable, disminuye con el aumento de las labores realizadas antes de la implantación. En todas las profundidades medidas el índice de cono en las parcelas implantadas bajo sistemas de labranza convencional con arado de reja estadísticamente menor que en las parcelas implantadas con siembra directa (Duncan, $p \leq 0.05$). En el mismo estudio se obtuvo una regresión ($r = 0.63$) que determina una relación negativa entre el índice de cono y el rendimiento de los cultivos. Y Threadgill (1982) cita un valor de 21.1 kg/cm² (2.07 MPa) de resistencia a la penetración como umbral a partir del cual se reducen los rendimientos de los cultivos, y otro umbral igual a 14.1 kg/cm² (1.38 MPa) a partir del cual se reduce el desarrollo de las raíces.

Lo expuesto permitió planificar la evaluación de la eficiencia de implantación en siembra convencional y directa de una sembradora provista de surcador doble disco desencontrado y el efecto de la compactación previa y posterior al pasaje de dicha máquina.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Cuantificar la eficiencia de implantación en un cultivo de trigo con una sembradora, bajo dos sistemas de implantación distintos: labranza convencional y siembra directa.
- Cuantificar la compactación del suelo hasta la profundidad de labor antes y después del pasaje de la sembradora en ambos sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del ensayo:

El ensayo se instaló sobre un suelo Argiudol Vértico (Soil Taxonomy 1994), del Instituto de Ingeniería Rural de INTA. – Castelar, 34° 25' latitud sur, 59° 15' longitud oeste, perteneciente a la serie Los Reseros (franco - arcillo - limoso) con 30 % de arcilla en la capa arable. El horizonte A presentaba un espesor de 30 cm con estructura granular gruesa a bloques subangulares medios, el horizonte B se extendía de los 30 a los 80 cm. de profundidad.

Maquinaria e instrumental utilizados en el ensayo:

Se utilizó un tractor de diseño 2WD Deutz AX120 de 84,96 kW (115,6 CV) en el motor (norma IRAM 8005) con rodado motriz 23.1-30 y rodado delantero 11.00 - 16. Las características de la sembradora utilizada en el ensayo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: características técnicas de la sembradora utilizada en el ensayo

FANKHAUSER MST-A 15.6		
Cultivo	Trigo	Soja
Numero de Cuerpos	15	6
Peso en vacío (kN)	24.01	24.01
Distancia entre hileras (mm)	160	375
Ancho de labor (mm)	2500	2500
Sistema de dosificación	rodillo cilíndrico de eje horizontal acanalado de capacidad variable	rodillo cilíndrico de eje horizontal acanalado de capacidad variable
Órganos surcadores:	doble disco desencontrado	doble disco desencontrado
Potencia requerida al tractor (CV)	80	80
Capacidad de la tolva de semillas (L)	618	618
Capacidad de la tolva para semilla de pastura (L)	104	104
Capacidad de la tolva de fertilizante (L)	481	481
Sistema de levante	Hidráulico	Hidráulico
Control de profundidad de siembra	Disco con zuncho	Disco con zuncho

La sembradora fue regulada en forma estática para una densidad propuesta de 100 kg ha⁻¹, evaluándose posteriormente su desempeño a campo a una velocidad media de trabajo de 5 km h⁻¹ obteniéndose un valor medio de 108.7 kg ha⁻¹.

Instrumental utilizado:

Cinta métrica de 2 m. de longitud,

Cinta métrica de 50 m. de longitud

Medidor de humedad: Humedímetro TESMA A79

Radar portátil (mide desplazamientos en línea recta). Marca: M.P.H, modelo K 15.

Penetrómetro digital. Rango de medida: 1 lectura c/3 cm. Superficie del cono 1.3 cm²

Diseño experimental:

La semilla utilizada (Trigo cv. prointa imperia 1^a multiplicación fiscalizada , cuyo peso de 1000 semillas es de 40 g). Para evaluar el tratamiento que el rodillo cilíndrico de estriado externo otorga a la semilla, esta fue analizada antes y después de su pasaje por el sistema de dosificación de la máquina. Los parámetros utilizados para tal fin fueron el poder germinativo (ISTA, 1993) y la rotura visible (Nave y Paulsen, 1979).

La implantación fue realizada en un potrero cuya historia previa (últimos cuatro años) fue la siguiente: cultivo de trigo realizado con laboreo convencional de suelo y los tres últimos años se realizaron siembra directa de soja y maíz.

Se delimitaron 6 (seis) parcelas, las cuales fueron sembradas mediante las técnicas de siembra directa (Tratamiento 1) y siembra convencional (Tratamiento 2), sobre un lote con labranza convencional previa que consistió en, una pasada de arado de reja y vertedera, cinco pasadas de rastra de discos doble acción, un rolo y luego la siembra, según sorteo al azar; cada una de las parcelas fue dividida en 8 (ocho) subparcelas de las cuales se sortearon dos para realizar las tomas de muestras.

Una vez realizada la implantación, y sobre las 12 (doce) subparcelas sorteadas, fueron realizadas las siguientes determinaciones:

1. Cobertura total presente al momento de la implantación en las subparcelas de siembra directa: utilizando un cuadro de 1 m² en lugares determinados al azar y posteriormente pesando el material recogido de la superficie se obtuvo un promedio de 4730 kg ha⁻¹.
2. Humedad del suelo: la humedad del suelo entre los 0 – 24 cm de profundidad se obtuvo en forma gravimétrica.
3. Compactación del suelo: el parámetro vinculado a la compactación del suelo, fue el índice de cono hasta los 240 mm (profundidad de labranza), este se tomó con un penetrómetro registrador S313 (ASAE, 1992) obteniéndose un dato cada 30 mm de profundidad. Las mediciones fueron realizadas antes y después del pasaje de la sembradora. Las mediciones, luego del pasaje de la sembradora, fueron hechas sobre la huella y en los surcos realizados por la misma.
4. Evaluación de la uniformidad en la profundidad de siembra: esta fue realizada en las subparcelas sorteadas descalzando 25 plántulas en cada una, con un diseño completamente aleatorizado.
5. Conteo del número de plántulas emergidas, hasta emergencia constante, en las subparcelas asignadas por sorteo.
6. Eficiencia de implantación: para ambos sistemas, este parámetro, se obtuvo de la relación entre plántulas obtenidas y cantidad de semillas viables distribuidas en los surcos sembrados.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos, de las mediciones del índice de cono, fueron analizados horizontalmente cada 30mm de profundidad para ambos tratamientos, calculando los promedios, desvío standard y coeficiente de variación, posteriormente los valores medios obtenidos fueron contrastados mediante ANVA (Tukey p≤0.05). Los mismo se realizó con los

datos provenientes del laboratorio de análisis de semillas (viabilidad) y las plántulas emergidas por metro lineal de surco en el campo.

De la relación entre las plántulas logradas por metro lineal de surco y el número de semillas viables se obtuvo la eficiencia de implantación de la sembradora en cada tratamiento, siembra directa y convencional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2: Valores de resistencia a la penetración (kg/cm²), respecto al testigo, para los dos tratamientos, siembra directa (S.D.) y siembra convencional (S.C.) sobre el surco y la huella.

Prof cm.	Trat	TESTIGO			SOBRE SURCO			HUELLA		
		X (kg/cm ²)	S(kg/cm ²)	C.V.(%)	X(kg/cm ²)	S(kg/cm ²)	C.V.(%)	X (kg/cm ²)	S(kg/cm ²)	C.V.(%)
3	SD	9,15 a	1,64	17.90	1,69 a	0,95	55.91	8,46 a	1,40	16.55
	LC	5,92 b	2,83	47.79	2,54 b	1,40	55.15	10,38 b	3,46	33.33
6	SD	10,38 a	2,46	23.70	9,77 a	2,64	27.01	10,31 a	1,45	14.10
	LC	12,00 b	3,95	32.95	6,92 b	2,74	39.56	14,38 b	3,05	21.23
9	SD	11,31 a	3,48	30.75	10,08 a	2,18	21.68	9,77 a	2,72	27.80
	LC	12,92 a	3,51	27.14	9,31 a	3,11	33.39	12,92 b	2,23	17.26
12	SD	11,31 a	2,35	20.75	11,46 a	2,98	25.97	9,77 a	2,46	25.20
	LC	11,38 a	2,82	24.80	9,92 b	2,06	20.78	12,46 b	3,42	27.41
15	SD	12,23 a	2,03	16.60	10,85 a	2,72	25.11	9,46 a	2,88	30.41
	LC	10,23 b	3,28	32.11	9,54 b	2,21	23.15	11,92 b	4,09	34.32
18	SD	14,92 a	3,16	21.19	13,15 a	5,81	44.15	12,15 a	4,94	40.63
	LC	10,08 b	3,52	34.96	9,31 b	2,52	27.11	16,00 b	5,31	33.17
21	SD	15,46 a	2,70	17.46	18,23 a	6,02	33.04	16,31 a	6,03	36.98
	LC	13,54 a	5,14	37.95	11,38 b	3,98	35.00	17,00 a	6,43	37.83
24	SD	15,00 a	4,00	26.67	16,69 a	7,43	44.52	15,85 a	5,82	36.70
	LC	14,46 a	3,92	27.07	13,85 b	3,66	26.44	16,62 a	6,35	38.19

Letras diferentes indican diferencia significativa (Tuckey, $p \leq 0.05$) para cada sistema de implantación y profundidad de muestreo

La situación inicial para ambos sistemas, provienen de cuatro años de siembra directa (Tabla 2), En el tratamiento de labranza convencional, donde para realizar la siembra, se efectuó preparación previa, se comprobó una disminución de la resistencia a la penetración entre los 15 y 20 cm de profundidad, aproximadamente coincidiendo con la profundidad de labor del arado de reja; por otro lado se observó un aumento de la resistencia entre los 6 y 9 cm de profundidad debido a que fueron necesarias cinco pasadas de rastra de discos de doble acción para refinar la cama de siembra.

En el tratamiento de labranza convencional el parámetro resistencia a la penetración sobre los surcos, considerando la misma profundidad de siembra en los dos tratamientos, el surcador doble disco compactó significativamente hasta los 3 cm de profundidad disminuyendo a mayor profundidad por efecto de la labranza. En siembra directa el surcador actuó, sobre el surco sembrado, generando remoción del suelo. Este hecho, se observa (Tabla 3 y 4) en la diferencia significativa del parámetro resistencia a la penetración con respecto a su testigo a igual profundidad.

Tabla 3: Valores de resistencia a la penetración (kg cm^{-2}) para el tratamiento de siembra directa (S.D.).

	3	6	9	12	15	18	21	24
Profundidad (cm)	3	6	9	12	15	18	21	24
Testigo	9.15 a	10.38 a	11.31 a	11.31 a	12.23 a	14.92 a	15.46 a	15.00 a
Huella	8.46 a	10.31 a	9.77 a	9.77 b	9.46 b	12.15 b	16.31 a	15.85 a
Surco	1.69 b	9.77 a	10.08 a	11.46 a	10.85 ab	13.15 ab	18.23 a	16.69 a

Letras diferentes indican diferencia significativa (Tuckey, $p \leq 0.05$) para cada profundidad de muestreo.

Tabla 4: Valores de resistencia a la penetración (kg cm^{-2}) para el tratamiento de siembra convencional (S.C.).

	Kg cm^{-2}							
Profundidad (cm)	3	6	9	12	15	18	21	24
Testigo	5.92 b	12.00 b	12.92 b	11.38 ab	10.23 ab	10.08 a	13.54 a	14.46 ab
Huella	10.38 c	14.38 c	12.92 b	12.46 b	11.92 b	16.00 b	17.00 b	16.62 b
Surco	2.54 a	6.92 a	9.31 a	9.92 a	9.54 a	9.31 a	11.38 a	13.85 a

Letras diferentes indican diferencia significativa (Tuckey, $p \leq 0.05$) para cada profundidad de muestreo.

Con respecto a lo observado debajo de la huella de la máquina sembradora, ésta generó una mayor compactación hasta los 18 cm de profundidad en siembra convencional. Al considerar la mayor resistencia a la penetración que opone el suelo a los surcadores, en el tratamiento bajo siembra directa, junto a la diferencia significativa observada en la profundidad de siembra entre los dos tratamientos (Tabla 5), se puede inferir que el peso de la máquina gravite sobre éstos y no sobre los neumáticos en la misma proporción que en la siembra convencional.

Tabla 5: Valores de profundidad se siembra para los dos tratamientos, siembra directa SD, y siembra convencional (S.C.).

	X (cm)	S (cm)	CV (%)
S.C.	2.6 a	0.69	26.5
S.D.	1.7 b	0.80	47.0

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tuckey, $p \leq 0.05$)

Lo expresado en el párrafo anterior coincide con lo manifestado por Wendte y Nave (1979) en cuanto a que, para la realización de la técnica de siembra directa, se deben utilizar sembradoras especiales. También coincide con lo expresado por Baker (1994) en lo referente a la deficiente ubicación de la semilla en dicha técnica.

En cuanto a los valores muestreados debajo de la huella de la sembradora y contrastándolos con su testigo se puede ver que en siembra directa no hay diferencias entre ambos valores en toda la profundidad medida y en cambio en siembra convencional si existen tales diferencias no solo en los primeros cm del perfil del suelo sino que también puede verse un efecto en profundidad. Con ésto se rechaza la hipótesis referida a la independencia de la compactación respecto al tránsito de la maquinaria.

El efecto de los órganos surcadores se traduce en un resquebrajamiento aún en la zona inmediatamente inferior tanto en siembra directa como en siembra convencional con mayor efecto en ésta última. En la siembra directa se observó la presencia de semillas poco tapadas además de paredes del surco muy visibles y marcadas. Esto puede deberse a la mayor resistencia a la penetración de los surcadores observada en siembra directa respecto de la siembra convencional a los 3 cm de profundidad. Esto desfavorece la absorción de agua por parte de la semilla y por lo tanto su posterior emergencia y establecimiento.

En ninguna de las situaciones analizadas se obtuvieron valores de resistencia a la penetración superiores a $20.394 \text{ kg cm}^{-2}$ (2 MPa), lo cual no coincide con los valores obtenidos por Taboada *et al.* (1998) debido al diferente contenido de arcilla de ambos suelos, a pesar de ser ambos argiudol típico, el utilizado en este trabajo contiene mayor % de arcilla. Los valores obtenidos en este trabajo no superaron el umbral citado por Gupta y Allmaras (1987) de 2 MPa aunque sí se hallaron efectos sobre la emergencia y el establecimiento de las plántulas.

En cuanto al tratamiento de la semilla, por parte del sistema de dosificación de la maquina, se observa, tabla 5, una disminución significativa en la rotura visible, mientras que, en la tabla 6, se puede ver que no hubo diferencias significativas en el poder germinativo de la semilla respecto al testigo, coincidiendo en estos parámetros, con lo observado en la misma especie y sistema de dosificación por Wangler (1998) y Mustafá (1998). Siendo la disminución de la viabilidad de la semilla solo del 0.42 %, valor que no supera el 1 % admisible según Klenin *et al.* (1986).

Tabla 6: Valores de rotura visible, expresados en %, obtenidos luego del pasaje de la semilla por el sistema de dosificación de la maquina.

	X (%)	S (%)	CV (%)
TESTIGO	1.27 a	0.05	3.93
5 Km./h	1.40 b	0.18	13.0

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tuckey, $p \leq 0.05$)

Tabla 7: Valores de poder germinativo, expresados en %, obtenidos luego del pasaje de la semilla por el sistema de dosificación de la maquina.

	X (%)	S (%)	CV (%)
TESTIGO	93.5 a	0.57	0.61
5 Km./h	93.2 a	1.25	1.35

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tuckey, $p \leq 0.05$)

La obtención de un menor número de plántulas por metro lineal coincide con lo apreciado por Wangler (1998) y Mustafá (1998) que trabajaron con la misma especie; y también con lo expresado por Erbach et al. (1992) y Tourn et al. (1997) trabajando en Maíz (Tabla 8). Además coincide con lo expresado por Tourn et al. (1997) y Soza et al. (1997) respecto al efecto de los órganos labrasurcos que la máquina ensayada en este trabajo no poseía por lo que la remoción del suelo y el cubrimiento de las semillas fue visiblemente menor. También hay coincidencia con la dicho por Baker (1994) y Maroni (1994) respecto a la compactación de las paredes del surco detectada visiblemente al momento de la siembra y del conteo de plántulas.

Tabla 8: Numero de plantas por metro de surco obtenidas para los dos tratamientos, siembra directa (S.D.) y siembra convencional (S.C.).

	X (pl)	S (pl)	CV (%)
S.C.	44.5 a	10.9	24.5
S.D.	26.7 b	8.3	31.2

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tuckey, $p \leq 0.05$)

Considerando que un buen rendimiento se obtiene a partir de un stand óptimo de plantas para cada especie, observándose una disminución significativa del número de plántulas por metro lineal de surco presupondría también una disminución significativa en los rendimientos con la aplicación de ésta técnica coincidiendo con Taboada et. al. (1998)

De la relación entre las plántulas logradas por metro lineal de surco y el número de semillas viables se obtuvo la eficiencia de implantación de la sembradora (Tabla 9) en cada tratamiento, siembra directa (S.D.) y siembra convencional (S.C.).

Tabla 9: Valores de eficiencia de implantación obtenidos para los dos tratamientos, siembra directa (S.D.) y siembra convencional (S.C.).

	MAQUINA	TREN de SIEMBRA.
S.C.	0.709	0.712
S.D.	0.425	0.427

CONCLUSIONES:

- La técnica de siembra directa arrojó una menor eficiencia de implantación que la técnica de siembra convencional.
- Los altos valores de resistencia a la penetración, en el testigo, del sistema bajo la técnica de siembra directa hacen que disminuya el impacto del tránsito de la máquina sembradora.
- La continuidad de la aplicación de la técnica de siembra directa generó una mayor compactación del suelo hasta la profundidad de labor de la técnica de siembra convencional.

BIBLIOGRAFÍA

1. **BAKER, C. J.** 1994. Sistema Cross-Slot: Fundamentos científicos y experimentación. II Conferencia sobre experiencia internacionales de siembra directa. *Agronomía* 2000. 2 (2) 13-17.
2. **BOTTA, G. D. JORAJURIA 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.
3. **BRAGACHINI M. Y A. BIANCHINI.** 1997. Sembradoras de Siembra Directa. En Seminario de Siembra Directa, INTA SAGPyA. 1: 103-114.
4. **CHAPOTARD, P.** 1984. Le Semis Direct. *Cemagref*, Bl. 317: 33-45.
5. **COLOMBINO, A. SOZA, E. STOCKDALE, R. Y C. COLOMBO.** 1988. Máquina para implantación de cultivos anexos I y II. Centro de impresiones F.A.U.B.A. pp.43.
6. **ERBACH, D. C. BENJEMIN, J. CRUSE, R. LEMIN, M. MUKHTOR, S. y C. H. CHOI.** 1992. Soil and response to tillage with paraplow. *Transaction of ASAE*. 35 (5): 1347 - 1354.
7. **GUPTA, S. C. AND R. R. ALLMARAS.** 1987. Models to assess the susceptibility of soils to excessive compaction. *Advances in Soil Science*. 6: 65-100.
8. **HÅKANSSON, I.** 1994 Subsoil compaction caused by heavy vehicles. A long-term threat to soil productivity. *Soil and Tillage Research* 29: 105-110.
9. **KLENIN, N. POPOV, Y. AND U. SAKUN.** 1986. *Agricultural machines*. Rotterdam: A. Balkema, Rotterdam pp.633.

10. **MARONI, J. R.** 1994. Máquinas sembradoras para siembra directa. PAC II. Artículos Técnicos. pp. 12.
11. **MUÑOZ, R. PUPPI, N. CUTRI, S. y G. GONZALEZ.** 1997. Análisis del mercado mundial de trigo: Situación de Argentina. Guía de T.P. Comercialización. (9): 1-16.
12. **Muñoz R.** 1997. Mercado de trigo: Perspectivas 1997/98. Guía T.P. Comercialización (9): 17-21.
13. **MUSTAFÁ, S.** 1998. Efecto de dos versiones de ruedas apretadoras en la eficiencia de implantación de trigo mediante la técnica de labranza en franjas. Trabajo de intensificación Inédito. FAUBA. pp 16.
14. **NAVE, W. R. AND M. L. PAULSEN.** 1979. Soybean seed quality as affected by planters meters. Transaction of the ASAE. 22 (4): 735-745.
15. **SNYDER, M. LANDON, M. AND J LONG.** 1988 A No-till drill for seeding conditions. ASAE Paper N^o 88 - 1570.
16. **SOZA, E. TOURN, C. LARROSA, L. DONATO, L. Y A. ALBERTI.** 1997. Efecto de la cuchilla labrasurco en la eficiencia de implantación de maíz (*Zea mays* (L)). Actas del II congreso Chileno de ingeniería Agrícola - CIACH 97. Número extraordinario de la revista Agro - Ciencia. Universidad de Concepción. Chillán, Chile. pp 60.
17. **TABOADA, M. MICUCCI, F. COSENTINO, D. y R. S. LAVADO.** 1998. Comparison of compaction induced by conventional and zero tillage in two soils of the Rolling Pampa of Argentina. Soil Tillage Research (en revisión).
18. **TOURN, M. SOZA, E. LARROSA, L. y J. C. POLLACINO.** 1997. Efecto del conjunto labrasurco-abresurco en la eficiencia de implantación de maíz (*Zea mays* L.) mediante siembra directa. MAIZ VI Congreso Nacional Tomo II 196-200. Pergamino Argentina.
19. **TROUSE, A. ROANI, D. AND W. T. DUMAS.** 1985. Advantage of controlled traffic. ASAE Paper N^o85-1042.
20. **WANGLER, E.** 1998. Determinación de la eficiencia de implantación de trigo, mediante la técnica de labranza en franjas, a distintas velocidades de avance. Trabajo de intensificación Inédito. FAUBA. pp 15.
21. **WENDTE, K. AND W. NAVE.** 1979. Systems for interseeding and double cropping soybeans. Transaction of A.S.A.E., 22 (4): 719-723.