



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
Facultad de Agronomía y Veterinaria

Trabajo Final presentado
para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

PROTOTIPO DE SIEMBRA DIRECTA PARA
GRANO FINO – SOJA.

Efecto sobre la Eficiencia de Siembra, Producción de
Granos y Compactación del Suelo

Autor: **SEBASTIÁN ANDRÉS POZZI**
DNI: **28.249.283**

Director: **Ing. Miguel A. Principi**
Co – Director: **Ing. Ricardo R. Mattana**

Río Cuarto – Córdoba
06/2006

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Titulo del trabajo final: **PROTOTIPO DE SIEMBRA DIRECTA PARA GRANO FINO – SOJA**. Efectos sobre la eficiencia de siembra, producción de granos y compactación del suelo.

Autor: **Sebastián Andrés Pozzi**
DNI: 28.249.283
Director: Ing. **Miguel A. Principi**
Co – Director: Ing. **Ricardo R. Mattana**

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del jurado evaluador:

Fecha de presentación: ____/_____/____

Aprobado por secretaria académica: ____/____/____

Secretario Académico

Agradecimientos

- Quiero agradecer principalmente a mis padres por todo su apoyo durante la carrera.
- A todos los profesores que participaron en mi formación como profesional.
- A mi Director y Co-director de tesis ya que me orientaron en la realización de este trabajo.
- A mis amigos y compañeros de la carrera por todo su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

	<u>Pag.</u>
Resumen	VI
Summary	VII
1. Prototipo de siembra directa grano fino-soja	1
1.1 Introducción y antecedentes	1
1.2 Hipótesis	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
2. Materiales y Métodos	4
2.1 Ensayos comparativos en siembra directa de soja	4
2.2 Diseño experimental	4
2.3 Tratamientos	4
2.4 Materiales y condiciones de siembra	5
2.5 Control de malezas	6
2.6 Determinación de las variables que se midieron	7
2.6.1 Esfuerzo en la barra de tiro del tractor y la energía mecánica consumida	7
2.6.2 Resistencia mecánica a la penetración	7
2.6.3 Población lograda y eficiencia de siembra	7
2.6.4 Producción de granos	7
2.7 Análisis de datos	7
3. Resultados	8
4. Discusión	10
5. Conclusión	11
Bibliografía	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Prototipo	5
Figura 2: Prototipo sembrando en terreno con labranza anticipada	6
Figura 3: Prototipo sembrando en terreno sin labranza anticipada	6
Figura 4: Máquina Testigo sembrando en terreno con labranza anticipada	6
Figura 5: Máquina Testigo sembrando en terreno sin labranza anticipada	6
Figura 6: Sembradora grano fino-soja sembrando en terreno sin labranza anticipada	6
Figura 7: Sembradora grano fino-soja sembrando en terreno con labranza anticipada	6
Figura 8: Resistencia mecánica (MPa) medida bajo las huellas de las sembradoras	9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Número de plantas emergidas y eficiencia de siembra lograda a los veinte días de la siembra	8
Cuadro 2: Producción de granos de soja (kg/ha)	8
Cuadro 3: Potencia y energía consumida en la barra de tiro del tractor	9

RESUMEN

PROTOTIPO DE SIEMBRA DIRECTA GRANO FINO-SOJA

En el campo experimental de la U.N.R.C durante la campaña agrícola 2003 – 2004 se comparó para el cultivo de soja (*Glycine max*) un prototipo de siembra directa de grano fino – soja, diseñado por la cátedra Maquinaria Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria U.N.R.C, respecto a una máquina de siembra directa de marca reconocida en el mercado (testigo) y el sistema de labranza y siembra convencional (utilizando en este caso: arado múltiple, rastra de discos y sembradora de grano fino – soja). La siembra se realizó en suelos con y sin labranza anticipada. Se realizó un ensayo en parcelas divididas que incluyen seis tratamientos con cuatro repeticiones. En cada tratamiento se evaluó, resistencia mecánica a la penetración (índice de cono), potencia y energía mecánica consumida en la barra de tiro del tractor, eficiencia de siembra y producción de granos. Los resultados obtenidos indican que el prototipo de siembra directa es similar a la máquina de siembra directa (testigo) y al sistema de siembra convencional en lo referido a eficiencia de siembra y producción de granos. El prototipo diseñado permite incrementar el peso en forma dinámica hacia la parte delantera cuando se regula el cilindro de la lanza y el chasis, de esta forma se logra una adecuada penetración de los elementos de apertura de la faja de siembra y colocación de la semilla (por lo cual no es necesario sobredimensionar el mismo, teniendo este un peso total aproximadamente 50 % menor que el de la máquina testigo) por esta razón el tránsito con el prototipo compacta menos el suelo con respecto a la máquina testigo. La potencia mecánica y energía consumida en la barra de tiro del tractor resultó menor en los tratamientos que incluyen al prototipo de siembra directa.

Palabras claves: prototipo, siembra directa, soja.

SUMMARY

PROTOTYPE FOR SOYBEAN IN NO TILLAGE DRILLING

This study was carried out in the experimental field of the Nacional University of Rio Cuarto (U.N.R.C.) during the years 2003 and 2004, to compare the use of a no tillage drill prototype in soybean planting, designed by our research team, with a no tillage drill from a well-known trademark, and with the conventional tillage and seeding (in this case employing horrow plow, disk harrow and small grain-soybean drill). All the planting techniques were carried out on soils treated with the anticipated tillage and with no anticipated tillage. An experiment in divided strips that includes six treatments with four repetitions was designed. In each treatment, planting efficiency, crop production, mechanic resistance to penetration (cone index-MPa), and the energy consumed in the tractor drawbar pull were evaluated. The results obtained indicate that the no tillage drill prototype resembles the no tillage drill from the well-known trademark and the conventional tillage and seeding system, as regard planting efficiency and crop production. The designed prototype allows the penetration of the opening kit in the planting strip and the collocation 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. That is the reason why the no tillage drill prototype compresses less the soil. The energy consumed in the tractor drawbar pull proved to be lesser in the treatments that include the no tillge drill prototype.

Keywords: prototype, no tillage, soybean.

1. PROTOTIPO DE SIEMBRA DIRECTA GRANO FINO – SOJA

1.1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Aquellas tecnologías que se adapten a cada empresa, ambiente, contexto económico-social y que sean capaces de mantener en el largo plazo los niveles de productividad, la calidad del medio ambiente y los niveles de desarrollo económico y social, forman parte de técnicas agrícolas sustentables (Lattanzi 1998).

Los equipos de labranza reducida y siembra directa dejan mayor cantidad de rastrojo en superficie respecto a los equipos de labranza y siembra convencional, lo que permite el control de los problemas de erosión eólica e hídrica, Richey et al. (1973), Erbach et al. (1983) y Hauck y Fanning (1984). En este sentido los aportes más relevantes que traen consigo el uso de equipos y sistemas de siembra directa, respecto a los sistemas de labranza y siembra convencional son analizados por Marelli y Arce (1995 a), Marelli (1998).

En cuanto a la configuración de trenes de siembra para máquinas de siembra directa Maroni, (1994); Gargicevich (1995) expresan que la mayoría posee: una cuchilla circular de eje horizontal y normal a la dirección de avance para el corte de los residuos vegetales y labranza de la línea de siembra, seguida por conjuntos surcadores de doble disco y ruedas compactadoras- cubridoras con cubierta de goma.

Los trabajos de 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), Romagnoli (1992), Martínez Peck (1998) y Baumer (1999) describen distintos diseños de trenes de siembra para sembradoras en directa de cereales.

La eficiencia de siembra, población de plantas y producción de granos logrados con el sistema de siembra directa son similares a los obtenidos con el sistema de labranza y siembra convencional, Bolton y Boster (1981), Thomas (1990), Sánchez 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 observan dos modalidades de implantación del cultivo de soja: una de ellas con máquinas sembradoras del tipo monograno (de grano grueso) y la otra con sembradoras que dosifican a chorrillo, también denominadas sembradoras de grano fino-soja (Bragachini et al. 1993). En los últimos años se ha incrementado la venta de sembradoras tipo grano fino-soja (Bragachini, 1997).

La uniformidad de distribución de plantas por metro lineal de surco no explica variaciones de rendimientos en soja, Ewen et al. (1981). Maroni y Medera (1990) concluyen en aceptar al dosificador a chorrillo para la siembra de soja debido al número de plantas por metro que requiere el cultivo y Fabregas et al. (1995) concluye que el dosificador de rotor cilíndrico de eje horizontal provoca bajo nivel de daño sobre la semilla de soja.

Tourn et al. (2000) luego de haber comparado una sembradora de grano fino-soja respecto a una de grano grueso, pudo constatar que la variabilidad de distribución en las semillas de soja por el uso de sembradoras a chorrillo no afecta el rendimiento.

Summers y Frisby (1978), Chaplin et al. (1988) y Griffith y Parsons (2000) concluyen en que la potencia y energía consumida por hectárea para implantar un cultivo en siembra directa es menor a la requerida por el sistema de labranza y siembra convencional.

Los equipos de labranza reducida (siembra directa, mínima labranza) equiparan las poblaciones de plantas logradas con el sistema convencional (Maroni et al. 1980). Principi (1980) y Principi et al. (1982, 1983, 1992, 2002 a y b) han diseñado y experimentado en laboratorio y a campo diversos equipos de labranza reducida, aplicando protocolos de ensayos CODEMA (Comisión de Desarrollo de la Máquina Agrícola) para constatar lo antes mencionado.

El prototipo de siembra directa de grano fino-soja utilizado para la ejecución de este proyecto, fue diseñado en la U.N.R.C entre los años 1990 a 1995 (Principi et al. 2002 a y b), teniendo este, como características propias, la posibilidad de transferir el peso hacia los elementos de apertura de la faja de siembra y fertilizante, de este modo, se logra una adecuada penetración en el terreno, sin la necesidad de tener peso extra, por este motivo, el Prototipo al ser mas liviano que otros equipos de siembra directa, compacta menos el suelo. Además, al poseer una rueda auxiliar para la transmisión, se eliminan los embragues que poseen las máquinas convencionales. El Prototipo fue experimentado individualmente y comparado con otros sistemas de siembra directa y otros de labranza y siembra convencional en siembra de trigo. Los resultados obtenidos indican que este equipo, además de las ventajas enunciadas, permite igualar las poblaciones logradas y los niveles de producción respecto a los otros sistemas.

1.2. HIPÓTESIS:

El prototipo de siembra directa para grano fino-soja diseñado logrará una eficiencia de siembra y producción de granos de soja similar a la lograda con una máquina de siembra directa reconocida y difundida en nuestro país. Este producirá una menor compactación del suelo en las huellas dejadas por las ruedas de transporte.

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. Objetivo General:

Evaluar a campo el prototipo de siembra directa con otros sistemas de labranza y siembra en el cultivo de soja.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- a) Evaluar la eficiencia de siembra y producción de granos.
- b) Evaluar el esfuerzo en la barra de tiro del tractor y la energía mecánica consumida.
- c) Determinar el índice de cono (Mpa) en las huellas de las sembradoras.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ensayos comparativos en siembra directa de soja:

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola 2003-2004, en Río Cuarto, Córdoba, Argentina, latitud 33°07', longitud 64°14', 421 msnm, en el campo de docencia y experimentación perteneciente a la UNRC, ruta 8, Km .601. El suelo es un Hapludol típico franco arenoso fino.

El grupo de madurez de la soja fue V, siendo la misma considerada apropiada para la época de siembra de este ensayo.

2.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con dos épocas de labranza (parcelas principales) y tres sistemas de labranza y siembra (sub-parcelas), donde las épocas correspondieron a la labranza anticipada (a principios de septiembre se laboreó el suelo con rastra de disco, quedando en barbecho hasta la fecha de siembra) y a labranza en el día de la siembra (sin labranza anticipada) y para las sub-parcelas la siembra directa con el prototipo, siembra directa con sembradora de marca reconocida (Testigo) y labranza y siembra convencional con sembradora de granos finos. El diseño incluye, por lo tanto, seis tratamientos con cuatro repeticiones.

2.3. Los tratamientos son:

- A) Sistema prototipo de siembra directa 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 (figura 1) , sobre suelo labrado anticipadamente. En la figura 2 se observa el prototipo efectuando la siembra en este tratamiento.
- B) Ídem al anterior, sobre suelo sin labranza previa.(figura 3)
- C) Sistema de siembra directa con sembradora testigo con kit de siembra similar al tratamiento A, sobre suelo labrado anticipadamente. Se aprecia, en la figura 4, a la maquina testigo efectuando la siembra en este tratamiento.
- D) Ídem al anterior sobre suelo sin labranza previa. En la figura 5, se observa la maquina testigo efectuando la siembra en este tratamiento
- E) Sistema convencional, labranza en el día de la siembra con, arado múltiple, rastra de discos y de dientes y siembra con sembradora de grano fino-soja con abre surcos a discos, sobre suelo labrado anticipadamente. En la figura 6, se observa la sembradora de grano fino-soja efectuando la siembra en este tratamiento.
- F) Ídem al anterior sobre suelo sin labranza previa, (figura 7)

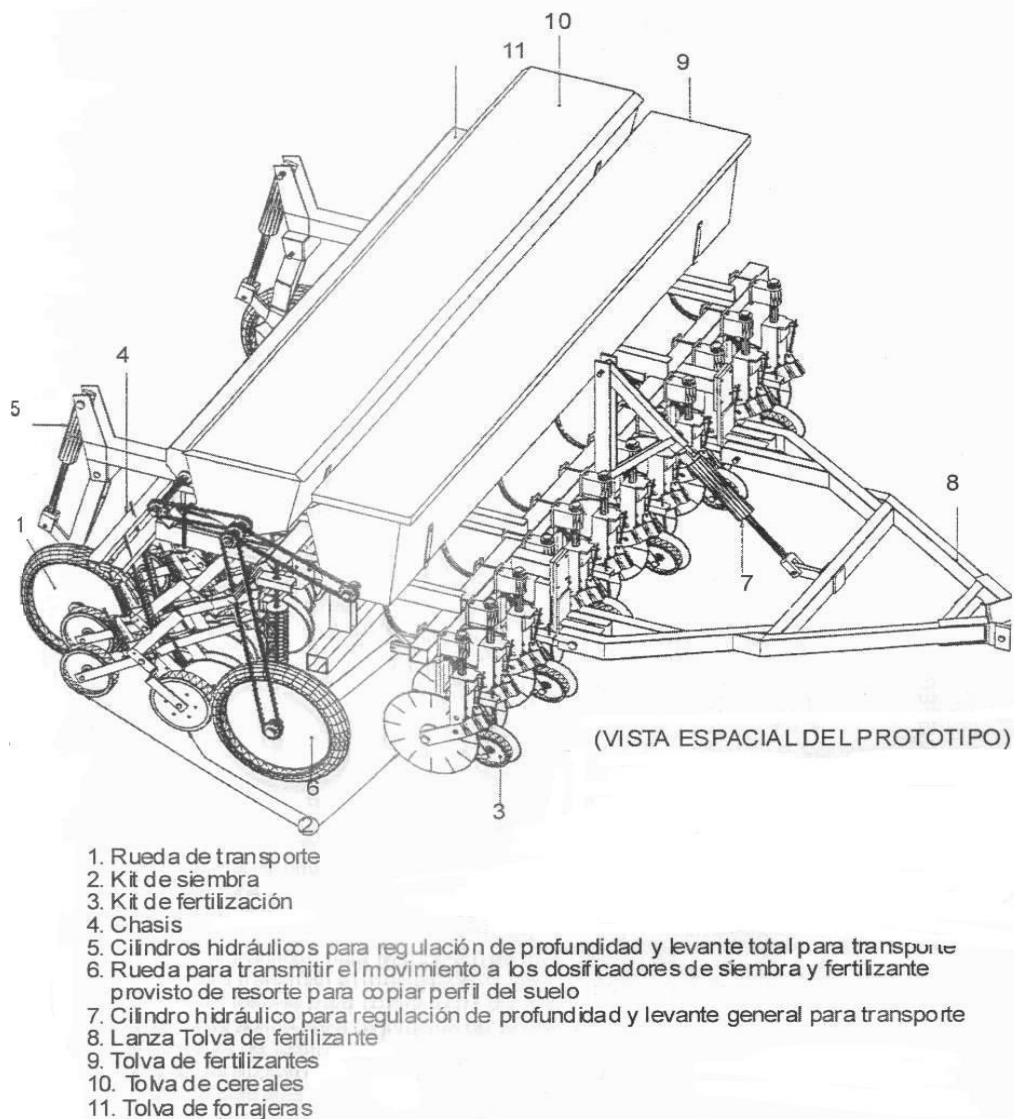


Figura 1: Prototipo de siembra directa, dotado de uno de los trenes de siembra y fertilización que se pueden instalar.

2.4. Materiales y condiciones de siembra:

Se utilizó semilla de soja y se calibraron los equipos de labranza y siembra de modo de lograr idéntica densidad y profundidad de siembra. La distancia entre líneas de siembra fue de 0,35 m. El cultivo antecesor fue trigo, sobre el cual se realizó una labranza con rastra de discos dobles a principios de septiembre en las parcelas correspondientes a los tratamientos con labranza anticipada. En las parcelas correspondientes a los tratamientos sin labranza anticipada continuó el ciclo del trigo hasta su cosecha. En ambos casos se sembró soja el 27 de diciembre en directa según lo descrito en (2.3 A,B,C,D) y en convencional según lo descrito en (2.3E y F).



Figura 2: **Prototipo sembrando en terreno con labranza anticipada.**



Figura 3: **Prototipo sembrando en terreno sin labranza anticipada.**



Figura 4: **Máquina Testigo sembrando en terreno con labranza anticipada.**



Figura 5: **Máquina Testigo sembrando en terreno sin labranza anticipada.**



Figura 6: **Sembradora de grano fino-soja, sembrando en terreno sin labranza anticipada.**



Figura 7: **Sembradora de grano fino-soja, sembrando en terreno con labranza anticipada.**

2.5. Control de malezas:

Se efectuó mediante la aplicación de herbicidas, con un equipo pulverizador de arrastre, durante el ciclo del cultivo antecesor (2.4D 0.5 l/ha de PC. el 16 de julio), durante la labranza anticipada (28 de septiembre con Glifosato 2.5 l/ha de PC.), previo a la siembra (14 de diciembre, con Glifosato 2.5 l/ha de PC.) y posterior a la siembra (18 de enero con Glifosato 2 l/ha de PC.). De esta forma se logró mantener el lote del ensayo con bajos niveles de malezas.

2.6. Variables que se midieron:

2.6.1. Esfuerzo en la barra de tiro del tractor y energía mecánica consumida. Se utilizó un Dinamógrafo Hidráulico. Se midieron las operaciones de labranza y siembra con el fin de obtener la potencia requerida para la tracción de los distintos implementos, en la determinación de la energía mecánica consumida por hectárea se tuvo en cuenta además, la capacidad efectiva de trabajo (velocidad de avance y ancho de labor) de cada uno de ellos. La energía total de cada sistema de siembra, se obtuvo mediante la suma de las energías individuales de cada implemento.

2.6.2. Resistencia mecánica a la penetración. Se midió el índice de cono (Mpa) y humedad del suelo (%) en los niveles de profundidad de 0 a 500 mm, en las huellas dejadas luego de la siembra por las sembradoras de siembra directa comparadas y en las parcelas testigos sin tráfico. Se utilizó para las mediciones un penetrómetro electrónico registrador ASAE 5313. La humedad del suelo se midió mediante el método gravimétrico.

2.6.3. Población lograda y eficiencia de siembra: se midió el número de plantas emergidas a los 20 días luego de la siembra, para ello se tomaron tres muestras al azar de 2.86 metros lineales en las dos hileras de siembra centrales de cada tratamiento (6 metros cuadrados). La eficiencia de siembra expresada en porcentaje se obtuvo como el cociente entre el número de plantas emergidas y el número de semillas viables sembradas.

2.6.4. Producción de granos: En el momento de cosecha (condiciones de madurez y humedad apropiada del cultivo), en forma manual se recolectaron tres muestras al azar de 2.86 metros lineales en las dos hileras centrales de siembra de cada tratamiento, se desgranó y pesó cada muestra para obtener los Kg/Ha de grano.

2.7. Análisis de datos:

El programa que se utilizó para los análisis estadísticos fue el INFOSTAT, mediante el cual a las variables: eficiencia de siembra, producción de granos y energía mecánica consumida, se les realizó análisis de varianza para determinar si estas difieren en forma significativa entre los distintos sistemas de labranza y siembra, con un nivel de significación de 0.05 para la toma de decisión. Se utilizó el test de Tukey para comparar las medias de todos los tratamientos.

3. RESULTADOS

A continuación, se detallan los valores y resultados de las variables de estudio para cada uno de los tratamientos. Los valores fueron medidos a campo entre los años 2003-2004. En este periodo, y más precisamente durante el ciclo del cultivo, no se detectó déficit hídrico en el suelo, debido a las abundantes lluvias ocasionadas en dicho lapso de tiempo, por lo tanto, los valores de las variables eficiencia de siembra y producción de granos no resultaron afectados.

Cuadro 1: Número de plantas emergidas y eficiencia de siembra lograda a los veinte días de siembra por cuatro sistemas de siembra directa y 2 sistemas de labranza y siembra convencional.

Sistemas	PL. x Ha⁻¹	% Efic.
PA – Siembra Directa Prototipo con Anticipada	400.000	76,90
P - Siembra Directa Prototipo sin Anticipada	460.000	88,50
SDRA – Siembra Directa Máquina Testigo con Anticipada	370.000	71,10
SDR – Siembra Directa Máquina Testigo sin Anticipada	470.000	90,40
CA – Siembra Convencional con Anticipada	430.000	82,70
C – Siembra Convencional sin Anticipada	430.000	82,70

CV: 15,45 %

No surgieron diferencias significativas en cuanto al número de plantas emergidas y eficiencia de siembra entre los tratamientos que conforman este trabajo, al nivel de significación de 0.05.

Cuadro 2: Producción de granos de soja (kg /ha) logrados con cuatro sistemas de siembra directa y dos sistemas de labranza y siembra convencional.

Sistemas	Kg/ Ha
PA- Siembra Directa prototipo con Anticipada	2390
P- Siembra Directa prototipo sin Anticipada	2440
SDRA- Siembra Directa Máquina Testigo con Anticipada	2270
SDR- Siembra Directa Máquina Testigo sin Anticipada	2400
CA- Siembra Convencional con Anticipada	2940
C- Siembra Convencional sin Anticipada	2570

CV:17,10 %

No se observaron diferencias significativas al nivel de probabilidad de 0.05 entre los tratamientos en lo referido a la producción de granos.

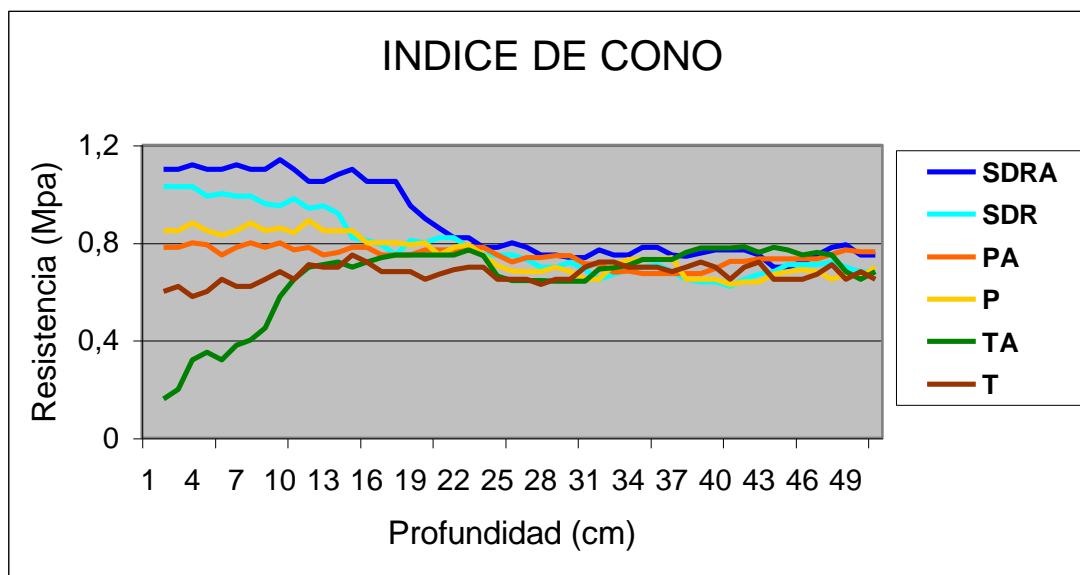
Cuadro 3: **Potencia y energía mecánica consumida en la barra de tiro del tractor por cuatro sistemas de siembra directa y 2 sistemas de labranza y siembra convencional.**

Sistema de siembra	KW	E (kw h/ha)
Prototipo S.D. con lab. Anticipada	54.5	22.9 d
Prototipo S.D. sin lab. Anticipada	29.2	12.8 f
Sembrad. S.D Testigo con lab. Antic.	56.2	23.6 c
Sembrad. S.D Testigo sin lab. Antic.	40.0	16.7 e
Siembra Convencional con lab. Antic.	86.2	35.6 a
Siembra Convencional sin lab. Antic.	67.6	28.3 b

Medias seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según test de Tukey. CV = 16,3 %

La energía consumida en la barra de tiro del tractor fue significativamente menor en los tratamientos sin labranza anticipada con respecto a los que tienen labranza anticipada. Así mismo existieron diferencias significativas al nivel del 5 % entre los sistemas de siembra directa al compararlos con los de labranza y siembra convencional. El consumo energético requerido en los tratamientos que incluyen al prototipo resultó menor (con diferencias significativas y al mismo nivel de probabilidad) respecto de los otros tratamientos que conforman este trabajo (tabla 3).

Figura 8: **Resistencia mecánica a la penetración del suelo (índice de cono Mpa) medido bajo las huellas de las sembradoras en cuatro sistemas diferentes de siembra directa y dos testigos sin tránsito.**



REFERENCIAS:

- SDRA-Sembradora siembra directa reconocida (testigo) con anticipada
- SDR- Sembradora siembra directa reconocida (testigo) sin anticipada
- PA- Prototipo siembra directa con anticipada
- P- Prototipo siembra directa sin anticipada
- TA- Testigo sin tránsito con anticipada
- T- Testigo sin tránsito sin anticipada

Se pudo constatar en el año 2004 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.

4. DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas en la eficiencia de siembra y producción de granos entre el prototipo de siembra directa y la máquina de siembra directa testigo, ambos con y sin labranza anticipada, lo cual coincide con lo expresado por Bragachini et al. (1993) y Bragachini (1997) y Tourm et al. (2000). Tampoco se hallan diferencias significativas entre los tratamientos de siembra directa y los sistemas de labranza y siembra convencional, con y sin labranza anticipada.

Se observó que la energía consumida en la barra de tiro del tractor fue significativamente menor en los tratamientos sin labranza anticipada con respecto a los que tienen labranza, así mismo existieron diferencias significativas al nivel del 5 % entre los tratamientos que incluyen al prototipo respecto a los restantes tratamientos a favor del prototipo, y entre el prototipo y la máquina testigo con respecto al sistema convencional. Esto último coincidente con lo expresado por Griffith y Parsons (2000) y por Principi et al. (2002 a y b.)

Se pudo constatar una menor compactación del suelo hasta 15 cm. de profundidad (índice de cono medido bajo las huellas de la sembradora) con el prototipo al compararlo con la máquina testigo. Esto es de importancia en la utilización de la siembra directa en años sucesivos.

5. CONCLUSIÓN

- El prototipo logró una eficiencia de siembra similar a la máquina testigo y a la máquina de siembra convencional.
- La producción de granos fue similar en los tratamientos conformados por las distintas maquinas.
- La potencia y energía mecánica consumida en la barra de tiro del tractor fue menor en el prototipo en relación a la máquina testigo y la sembradora de labranza y siembra convencional.
- La resistencia mecánica a la penetración (índice de cono Mpa) resultó menor en las huellas dejadas por el prototipo en su transito en relación a la resistencia mecánica que ofrece el suelo en las huellas marcadas por la máquina testigo.
- Sobre la base de los resultados obtenidos, se puede expresar que este equipo resulta apropiado a las condiciones de trabajo (suelos y rastrojo) de nuestra región.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUMER, CR. 1999 Sembradoras y fertilizadoras para siembra directa. AAPRESID. Publicaciones Técnicas. Serie Siembra Directa N° 2, 345.
- BOLTON, F.E. and D. E. BOOSTER 1981 Strip-Till Planting in Dryland Cereal Production. Transactions of the ASAE 59, 59-62.
- BURNS J.; J. JARED and RHODES 1997 Produce corn the no-till way. Agricultural.
- BRAGACHINI, M. 1997 Sembradoras de siembra directa. En Seminario de siembra directa. INTA. Resúmenes, 103-114.
- BRAGACHINI, M. ; L. BONETTO y R. BONGIOVANNI 1993 Siembra, cosecha, secado y almacenaje de soja. INTA. EEA Manfredi, 191 pp.
- CHAPLIN, J.; C. JENANE and M. LUEDERS 1988 Drawbar energy use for tillage operations on loamy sand. Transactions of the ASAE 31, 1692-1694.
- CHAPLIN, J.; M. LUEDERS and D. RUGG 1986 A study of compaction and crop yields in loamy sand soil after seven years of reduced tillage. Transactions of the ASAE 29, 389-392.
- DEBICKI, I.W. and L.N. SHAW 1996 Spade-Punch planter for precision planting. ASAE 39, 1259-1267.
- ERBACH, D.C.; J.E. MORRISON and D.E. WILKING 1983 Equipment modification and innovation for conservation tillage. Journal of Soil and Water Conservation 38,182-183.
- EWEN, L.; E. SMITH and D. EGLI 1981 Double - cropped soybean planting variables. Transactions of the ASAE, 24 (1): 43 - 44 y 47.
- FABREGAS, G.; M. TOURN 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.; D. CANOVA.; G. FOGANTE 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° 15. 4 pp.
- 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. and C. FANNING 1984 Reduced tillage seeding equipment for small grains. Cooperative Extensions Service. North Dakota State University. Extensión Circular AE-826.
- 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. 1998 La siembra directa como práctica conservacionista. En: Siembra Directa, ed. Hemisferio Sur S.A., Argentina, pp.127-140.
- 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. Aportes en siembra directa. INTA, EEA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina, pp. 23-40.
- MARELLI, H.; J. ARCE; C. LORENZON 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° 333.
- MARELLI, H.; J. ARCE; C. LORENZON 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° 343.
- MARONI, J. 1994 Máquinas sembradoras para siembra directa. Consideraciones para su puesta a punto. Artículos Técnicos PAC II. Serie Maquinaria Agrícola n° 3. 12 pp.
- MARONI, J. ; R.M. DELAFOSSE ; A. MAIDAGAN y A. POBIHUSKA 1980 Ensayo de sembradoras de grano fino (cereales, lino, pasturas y otros). CODEMA. Boletín N° 1. DIR. INTA.
- MARONI, J. y R. MEDERA 1990 Siembra de precisión en soja. 1er. Congreso Argentino de Ingeniería Rural. UADE, Resúmenes: 8.
- MARTINES PECK, R 1998 Máquinas para la siembra directa, sembradoras y pulverizadores. En: Siembra Directa: Cuaderno de Actualización Técnica. CREA, N° 59, pp. 38-50.

- MOLIN, J.; L. BASHFORD; K. VON BATRGEN and L.LEVITICUS 1998 Design and evaluation of a punch planter for no-till systems. Transactions of the ASAE 41, 307-314.
- MOLIN, J. and V. D'AGOSTINI 1996 Development of a rolling punch planter for stony soil conditions. Agric. Mech. Asia, Africa and Latin America 27, 17-19.
- MORRISON, J.E.; R.R. ALLEN; D.E. WILKINS; G.M. POWELL; R.D.GRISSO; D.C. ERBACH; L.P. HERNDON; D.L. MURRAY; G.E.FORMANECK; D.L. PFOST; M.M.HERRON 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.; R.R. MATTANA; J.L. COLODRO 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.; R.R. MATTANA; J.L. COLODRO y O.P. CARDINALI 1983 Diseño y experimentación de equipos y sistemas de labranza y siembra reducidas para maíz. IDIA 413-416, 30-42.
- PRINCIPI, M.A.; R.R. MATTANA; J.L. COLODRO y O.P. CARDINALI 1992 Diseño y experimentación de sistemas de labranza y siembra para maíz. II Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Villa María, Córdoba, pp. 287-328.
- PRINCIPI, M.A.; R.R. MATTANA; O.P. CARDINALI y J.L. COLODRO 2002 a. "Diseño y Experimentación de un prototipo para siembra directa de granos finos". Investigación Agraria. Producción Vegetal. Instituto Nacional de investigación y Tecnología Agraria y Alimenticia (INIA) España. ISSN 0213-5000. Vol. 17 (2). 2002: pp 207-217.
- PRINCIPI, M.A.; R.R. MATTANA; O.P. CARDINALI 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.; D.R. GRIFFITH; H.M. GALLOWAY 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.
- SANCHEZ, V.; J.L. HERNANZ; C. FERNÁNDEZ 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.
- SUMMERS, J. and J. FRISBY 1978 Energy and power requeriments for individual tillage tools and tillage systems. ASAE. Paper N° MC-78-606, 12 pp.
- THOMAS, G.W 1990 Labranza cero. Resultados en EE.UU. y observaciones en campos Argentinos. AAPRESID. Comunicación, pp. 1-16.
- TOURN, M.C.; E.L. SOZA; R.F. DOLD; L. ADROVER. 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. D.; GRIFFITH; G. STEINHARDT; E. KLADIVKO and S. PARSONS 1996 Effect of tillage and rotation on agronomic performance of corn and soybean: Twenty-year study on dark silty clay loam soil. Journal of Production Agriculture, 9, 241-248.