



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Agronomía y Veterinaria

**“EXPERIMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA
SIEMBRA DIRECTA DE GRANOS FINOS-SOJA
ADAPTADO PARA LA INTERSIEMBRA DE
PASTURAS”.**

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo.”

Autor: Ristorto, Esteban Andrés

DNI: 28082315

Director: Ing. Príncipi Miguel Angel

Co-Director: Ing. Mattana Ricardo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN:

EXPERIMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA SIEMBRA DIRECTA DE GRANOS
FINOS-SOJA ADAPTADO PARA LA INTERSIEMBRA DE PASTURAS

Autor: Ristorto Esteban Andrés
DNI: 28.082.315
Director: Ing. Príncipi M. A.
Co – Director: Ing. Mattana R. R.

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

Fecha de presentación: __/_____/__

Aprobado por secretaria académica: __/__/__

Secretario Académico

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final Presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo.”

EXPERIMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA SIEMBRA DIRECTA DE GRANOS
FINOS-SOJA ADAPTADO PARA LA INTERSIEMBRA DE PASTURAS.

Alumno: Ristorto, Esteban Andrés

Río Cuarto – Córdoba

Mayo / 2007

AGRADECIMIENTOS:

- A mi familia por su apoyo incondicional durante la carrera, por estar siempre en todo momento y por todas aquellas palabras de aliento que me han dado mucha fuerza como para no bajar los brazos.
- A mis verdaderos amigos de toda la vida, por estar siempre.
- A todos aquellos profesores que hayan depositado su granito de arena y participado de mi formación como profesional.
- A mi director y co – director de tesis ya que me orientaron en la realización de este trabajo.
- A esas personas que quiero y que me miran desde el cielo, por ocupar un lugar en mi corazón.
- A todos aquellos compañeros y/o amigos que he cosechado durante la carrera.
- A todas aquellas personas que me aprecian de verdad.

ÍNDICE

PORTADA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	VI
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
Experimentación de un Prototipo para siembra directa de granos finos - soja adaptado para la interseembra de pasturas.....	9
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	9
HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVOS.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Pruebas individuales del prototipo.....	13
Ensayos comparativos en interseembra de festuca.....	13
Tratamientos.....	14
Diseño experimental.....	15
Diagrama del ensayo comparativo.....	17
Materiales y condiciones de siembra.....	18
Control de malezas.....	18
Determinación de las variables que se midieron.....	18
Eficiencia de implantación.....	18
Índice de cono y humedad del suelo.....	19
Determinación de la biomasa aérea.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIONES.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

Figura 1: Vista espacial del prototipo.....	15
Figura 2: Vista espacial del dispositivo de fertilización y remoción del suelo diseñado.....	15
Fotografía 1: Vista lateral del prototipo.....	16
Fotografía 2: Vista lateral del dispositivo de fertilización y remoción del suelo.....	16

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1: Humedad del suelo (%), cobertura (kg MS ha ⁻¹) y profundidad de la faja de siembra y fertilización (mm).....	20
Tabla 2: Profundidad de la semilla (mm), del fertilizante (mm) y eficiencia de implantación (%).....	20
Tabla 3: Número de plantas de festuca emergidas (pl ha ⁻¹) y eficiencia de implantación (%) a los 30 días de la siembra, obtenidas con tres sistemas de interseembra y dos niveles de fertilización, sobre una pradera de alfalfa degradada.....	21
Tabla 4: Número de plantas de festuca emergidas (pl ha ⁻¹) y eficiencia de implantación (%) a los 180 días de la siembra, obtenidas con tres sistemas de interseembra y dos niveles de fertilización, sobre una pradera de alfalfa degradada.....	21
Tabla 5: Producción de forraje de festuca (kg MS ha ⁻¹) obtenido en un corte con tres sistemas de interseembra y dos niveles de fertilización, sobre una pradera de alfalfa degradada.....	22
Gráfico 1: Resistencia mecánica a la penetración del suelo medida bajo las huellas de tres sistemas diferentes de interseembra y un testigo sin tránsito en una pradera degradada.....	22

EXPERIMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA SIEMBRA DIRECTA DE GRANOS FINOS-SOJA ADAPTADO PARA LA INTERSIEMBRA DE PASTURAS

RESUMEN:

En este trabajo se evaluó el desempeño individual de un nuevo sistema de apertura de la faja de siembra y fertilización, conformado por un conjunto de timones con azadones cortos provistos de pequeñas aletas laterales en su parte inferior, adaptado a un prototipo de siembra directa para granos finos-soja, para lo cual se efectuaron intersembras de festuca alta (*Festuca arundinacea Schreb.*) sobre praderas de alfalfa (*Medicago sativa sp.*) degradadas con distintos niveles de cobertura en superficie. En segundo lugar se compara el prototipo provisto del nuevo dispositivo diseñado con una máquina para intersiembra de pasturas reconocida (testigo). Para ello se utilizó un diseño factorial (2x3) en bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas que incluye al prototipo descrito, a éste con una variante constituida por un conjunto de siembra clásico similar a la intersebradora testigo, y a esta última máquina, las cuales se utilizaron con y sin fertilización en la siembra. Se pudo constatar a los 30 días de la siembra que existieron diferencias significativas en la eficiencia de implantación a favor del prototipo con azadón, con respecto a los demás tratamientos. A los 180 días de la siembra, los valores de plantas establecidas en todos los tratamientos no arrojaron diferencias significativas. En la producción de forrajes existió una mayor producción en los tratamientos con fertilización del prototipo provisto de azadón con aletas, con respecto a los demás tratamientos, sin diferencias significativas. La compactación del suelo hasta 120 mm de profundidad fue menor con el nuevo prototipo que con la máquina testigo. Como conclusión se considera que el prototipo dotado del conjunto de siembra y fertilización con azadón corto tiene un campo propicio de aplicación en la región puesto que logra una mayor velocidad de emergencia e implantación del cultivo y menor compactación del suelo con respecto a una máquina de intersiembra de marca reconocida en el país.

Palabras Clave: conjunto de siembra, timón, azadón corto con alas.

DESIGN AND PERFORMANCE OF A NO TILLAGE DRILLING PROTOTYPE FOR PASTURE RENOVATION

SUMMARY:

This study evaluates the performance of a new planting row and fertilization system, which has a set of beams with plantation hoes with a small wing in its lower part. This new system was adapted to a prototype direct drill for small grain – soybean, in order to plant tall fescue (*Festuca arundinacea Schreb.*) sowing on broken down alfalfa (*Medicago sativa sp.*) plains, with different coverage levels on the surface. In the second place, this study compares the use of a prototype direct drill for pasture renovation with a new kit designed by this research team with a no tillage pasture renovation from a well-known trademark (control). This comparison were statistically analyzed using a (2x3) design in randomly chosen blocks, which were arranged in divided plots including the prototype with a variant consisting of a drilling pasture renovation kit similar to the one available in the market, and also including it as the control machine. All machines were used with and without fertilization at drilling. It was demonstrated that there were significant differences in the efficiency of implantation 30 days after planting in favor of the prototype with the plantation hoe with respect to both. The same happened 180 days after planting where the number of plants established in all the treatments showed no significant differences. In forage production, there was higher production in the treatments with the fertilization provided by the prototype with the plantation hoe and blades, compared to the other treatments, however, not exhibiting significant differences. There was less soil compaction, up to 120 mm deep, with the new prototype than with the control machine. Summing up, the application of the prototype with a planting and fertilization kit with plantation hoe with small wing in the Rio Cuarto region could be a beneficial application because it produces a higher germination and crop implantation rate and less soil compaction compared to a direct drill for pasture renovation from a well-known trademark.

Key words: drill planting kit, beam, and small hoe with wing.

EXPERIMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA SIEMBRA DIRECTA DE GRANOS FINOS-SOJA ADAPTADO PARA LA INTERSIEMBRA DE PASTURAS.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Es importante destacar que es escasa la bibliografía referida a intersemebra de pasturas bajo sistema de siembra directa, como los que se comparan en este trabajo y menos aún con el conjunto de siembra y fertilización semejante al que ha sido diseñado, el cual se encuentra adaptado a un prototipo construido por la Cátedra Maquinaria Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. (Principi *et. al.*, 2002). Este prototipo posee un peso aproximado a la mitad de una máquina similar para intersemebra de pasturas, logrando la correcta penetración de los componentes de siembra y fertilización por transferencia dinámica del mismo. Este nuevo diseño trata de lograr una mayor remoción de la faja de siembra, al trabajar en suelos compactados por acción del pisoteo de animales en pastoreo, generando de esta manera mejores condiciones en la cama de siembra y por ende mayor eficiencia en la implantación del nuevo cultivo.

Delafosse (1993), Delafosse y Onorato (1991) y Miñón *et. al.* (1996) analizan en detalle las ventajas que poseen las técnicas y maquinaria para la intersemebra de pasturas. Baumer (1999 y 2000), analiza varios sistemas para efectuar la intersemebra de pasturas y los factores a tener en cuenta para el éxito de las mismas, indicando sintéticamente que éste no obedece únicamente a la utilización de una determinada maquinaria si no a la correcta interpretación de todos los factores de manejo previo, durante y después de la siembra. En esta publicación, el autor presenta un trabajo realizado en la Universidad de Ohio, Columbus, Ohio, sobre la evaluación de cuatro máquinas de intersemebra, en cuatro tipos de suelos, analizando la población de trébol blanco a la octava semana de la intersemebra, verificando que existieron diferencias significativas entre las máquinas en algunos suelos, pero al analizar la media obtenida por todos los tratamientos no se observaron grandes diferencias. Estos autores expresan en sus conclusiones que es recomendable efectuar la intersemebra en otoño, que la festuca y el agropiro son las gramíneas de mejor comportamiento en la intersemebra y que no existe un método único de implantación que asegure buenos resultados, sino que se debe tener en cuenta el tipo de suelo, la pastura a sembrar, la potencia del tractor, entre otros.

Bertin *et al.*, (1990), Pottinger, (1992) y Duarte, (2000) en sus trabajos analizan al igual que en la cita anterior los factores que permiten el éxito en la intersembrado de pasturas.

Chisholm *et al.*, (1980), diseñó y experimentó en la Universidad de Dakota una máquina destinada específicamente a la intersembrado de pasturas con la cual se han realizado varios ensayos obteniendo resultados muy satisfactorios en mas de 500 acres de pastizales naturales incluyendo sistemas rocosos.

Seaney *et al.*, (1983) analizan un trabajo sobre factores inherentes al manejo adecuado para la intersembrado de pasturas y expresan respecto a los métodos de intersembrado que la mayoría de las máquinas son diseñadas para cortar a través de la pastura degradada, haciendo un estrecho surco donde es colocada la semilla, aplicando por lo general el fertilizante y pesticidas en el momento de la siembra. En tal sentido expresan que es importante colocar el fertilizante en banda por debajo de la semilla (en forma similar a la nueva línea de siembra y fertilización diseñada para el presente trabajo), colocándose ésta a la profundidad correcta y afirmando el suelo sobre la misma para evitar posibles problemas en las etapas de germinación y emergencia.

Wolf y Kirby (1984), comparan en su trabajo de implantación de alfalfa distintas máquinas y sistemas de labranza (directa y convencional), en diferentes fechas de siembra. En sus conclusiones expresan que el suelo firme y la colocación de la semilla profunda, provee mayor humedad para la germinación en forma inmediata de efectuada la siembra (lo que se logra con equipos de siembra directa), en cambio la siembra con el sistema convencional se debe efectuar en fechas más anticipadas para lograr el establecimiento de la pastura con las lluvias que se producen luego de la siembra. Estos autores, al igual que Bullied *et al.*, (1999), expresan que la preparación convencional de la cama de siembra favorece el deterioro del suelo incrementando la pérdida de humedad del perfil, causando de esta manera desestabilización de la materia orgánica y de los microorganismos presentes, mientras que esto no ocurre en sistemas de siembra directa, logrando así que el número de plantas y producción de forraje de la leguminosa sea mayor.

Kalmbacher (1984), analiza en su trabajo las máquinas de intersembrado de pasturas, comprobando que las sembradoras utilizadas no tienen mayores diferencias en el establecimiento de las mismas. Expresa además que es importante el control de malezas en presembrado y postsembrado para evitar la competencia. Lowther *et al.*, (1987), presentan en su trabajo el diseño de un prototipo de sembradora con remoción de la faja donde se deposita la semilla de forma más eficiente que en otras sembradoras de intersembrado. Comparan a esta máquina con otra intersembradora con tres discos abresurcos y concluyen que hay pocas diferencias observables a las siete semanas posteriores a siembras de Septiembre, variando la eficiencia de las mismas ante la ausencia o presencia de control de malezas. Con este prototipo se logró una supervivencia de plantas del 85 y 80 % con y sin control de malezas

respectivamente siendo con el triple disco del 74 y 40 %. Al cabo de cinco meses de la siembra, el prototipo logró que el surco fuese cubierto con la especie implantada en un 63 y 56 % ante la aplicación o no de herbicidas, comparada con solo 6 y 35 % al usar triple discos abresurcos. Por lo expuesto, al cabo de tres años, el prototipo logró un mayor rendimiento de materia seca. Concluye el autor que los resultados demuestran la ventaja agronómica de la labranza intensa de la franja lograda por el prototipo, para el establecimiento de pasturas sobre una pradera degradada.

HIPÓTESIS

- El prototipo de siembra directa para grano fino-soja diseñado, dotado de un nuevo dispositivo de remoción del suelo y fertilización, logrará una eficiencia de implantación de festuca alta en interseembra sobre praderas de alfalfa degradadas, superior a la lograda con una máquina de siembra directa reconocida y difundida en nuestro país.
- Como consecuencia de una mayor eficiencia de implantación, se lograrán niveles de producción de forraje mas elevados.
- La compactación del suelo en la zona de tránsito de las ruedas de transporte del prototipo será menor que la máquina comparada por poder regular la presión que estas ruedas ejercen sobre el suelo por medio de los cilindros hidráulicos.

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el prototipo en forma individual y en ensayos comparativos con una máquina de siembra directa reconocida en el mercado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Verificar el desempeño individual del conjunto de siembra y fertilización diseñado en la interseembra de festuca sobre alfalfa degradada.
- Evaluar el comportamiento del nuevo prototipo en ensayos comparativos con una máquina de siembra directa difundida y reconocida en el país en interseembra de festuca sobre alfalfa degradada, en lo referido a eficiencia de implantación, compactación del suelo y determinación de la biomasa aérea.
- Introducir eventuales reformas y/o mejoras en los conjuntos de siembra y fertilización del nuevo prototipo, de acuerdo a las observaciones de su comportamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Provincia de Córdoba, República Argentina (latitud sur 32° 57', longitud oeste 64° 50', altitud 562 m sobre nivel del mar). Las temperaturas medias oscilan entre 8-23° C para el mes más frío y más cálido del año respectivamente y la precipitación media anual es de 850 mm (con el 80% de las lluvias concentradas en período primavera-verano). El suelo es un Hapludol típico, profundo, franco grueso, mixto térmico, algo excesivamente drenado y de incipiente desarrollo. El horizonte A1 de 17 cm. de profundidad, es franco, con bajo tenor de materia orgánica, débilmente ácido, y con agregados de moderada a baja estabilidad. Pasa transicionalmente (AC) a un horizonte C a los 40 cm. de textura franco arenosa.

De acuerdo a los objetivos planteados para el período 2004-05 se llevó a cabo la siguiente metodología:

1. Pruebas individuales del prototipo: A los efectos de comprobar el correcto funcionamiento de los trenes de siembra y fertilización, se realizaron intersiembras de festuca sobre praderas de alfalfa degradadas con tres grados diferentes de cobertura, donde se midió la profundidad alcanzada por los órganos de apertura de la faja de siembra y del azadón fertilizador. Esta medición se realizó en varios sectores de la parcela, utilizando una escala graduada en mm, tomando los datos desde la cota superficial del suelo hasta la profundidad máxima de la faja abierta. Los valores fueron promediados en forma independiente para cada uno de los tres grados de cobertura de la pradera existente.

La profundidad de colocación de la semilla y del fertilizante también se realizó mediante la escala graduada para luego obtener el desvío estandar de los datos.

2. Ensayos comparativos en intersiembra de festuca: Se realizaron sobre una pradera de alfalfa degradada de 4 años de edad, en una superficie de una hectárea. Se intersembró un cultivo de festuca, utilizando el prototipo (figura 1 “vista espacial” y fotografía 1 “vista lateral”), de un peso total con tolvas vacías de 2500 kg provisto de dos trenes diferentes de siembra y fertilización y una máquina de siembra directa de 4000 kg de peso, difundida y reconocida en el país, ambas con el mismo ancho de trabajo.

2.1.Tratamientos:

- A. Siembra directa con el prototipo con el conjunto de siembra para granos finos.
- B. Siembra directa con el prototipo provisto del nuevo conjunto de siembra y fertilización para pasturas.
- C. Siembra directa con una sembradora de marca reconocida en el mercado.

Los tres sistemas fueron ensayados con incorporación de fertilizante y sin ella, conformando por lo tanto 6 tratamientos.

Los conjuntos de siembra utilizados en cada caso fueron:

A. Prototipo con conjunto de siembra de granos finos: Cuchilla de microlabranza tipo turbo, abresurco de discos dobles con ruedas reguladoras de la profundidad y bajada de la semilla en su parte posterior y sistema de cierre de la faja de siembra y compresión de la semilla formado por doble rueda de goma en “V” con discos cóncavos dentados.

B. Prototipo con el nuevo conjunto: El nuevo dispositivo de fertilización y de remoción del suelo diseñado, consiste en un azadón corto y delgado que abre el suelo verticalmente y posee en su parte inferior una rejita plana en forma de V para realizar la labranza horizontal a una profundidad regulable hasta los 20 cm. Vista lateralmente esta rejita posee un ángulo de succión de 15° lo que facilita la penetración en suelos compactados por el pisoteo de los animales en pastoreo. El ancho de la misma es de 6 cm y el ángulo de la V de 85°. (En la figura 2 se observa una vista espacial y en la fotografía 2 una vista lateral del dispositivo de fertilización y remoción del suelo diseñado). De este modo es posible, al clavar este dispositivo labrar el suelo en profundidad para facilitar el posterior desarrollo radicular de la pastura a implantar (en especial en suelos compactados por el pisoteo de animales o tránsito de maquinarias), y además colocar el fertilizante por debajo de la semilla con una separación de ésta que puede oscilar entre 10 y 15 cm a efectos de no dañar las plantas en su estado de crecimiento inicial. El nuevo conjunto de siembra y fertilización, en definitiva, queda conformado por la cuchilla tipo turbo para microlabranza del suelo, el dispositivo de fertilización y de remoción del suelo descrito, un conjunto de abresurcos para conformación de la cama de siembra formado por discos dobles con tubos de bajada de la semilla en su parte posterior, con ruedas reguladoras de la profundidad de siembra y finalmente sistema de cierre de la faja de siembra y compresión de la semilla formado por doble rueda de goma en “V” con discos cóncavos dentados.

C. Para la sembradora de marca reconocida: Cuchilla de microlabranza tipo turbo, abresurco de discos dobles con ruedas laterales reguladoras de profundidad y bajada de la semilla en su parte posterior y dispositivo de cierre de surco y compresión de la semilla formado por doble rueda de goma en “V” con discos cóncavos dentados.

El ancho de cada parcela corresponde al ancho de trabajo efectivo de cada sembradora (12 líneas a 0,35 m entre ellas), con una longitud de 25 m (105 m²), totalizando el ensayo una superficie de 2520 m².

2.2. Diseño experimental: Se utilizó un factorial (2x3) en bloques al azar con 4 repeticiones en un arreglo en parcelas divididas, donde las parcelas principales corresponden a dos niveles de fertilización (con y sin fertilización) y las parcelas menores a tres sistemas de intersembra diferentes (conjuntos de siembra A, B y C).

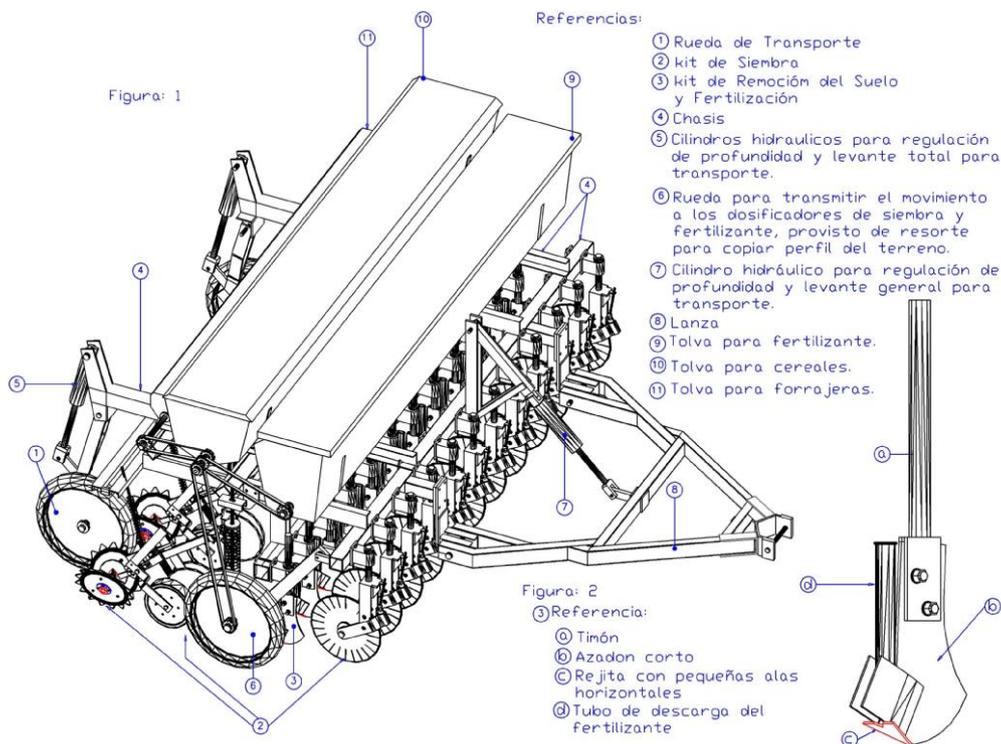
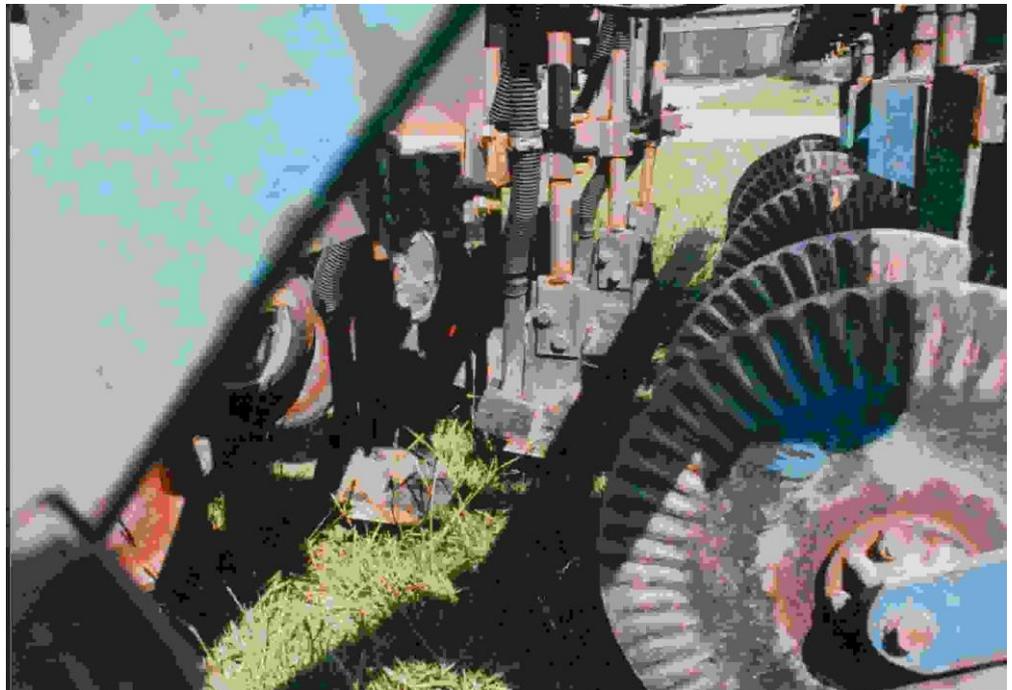


Figura 1: Vista espacial del prototipo.

Figura 2: Vista espacial del dispositivo de fertilización y remoción del suelo diseñado.



Fotografía 1: Vista lateral del prototipo.



Fotografía 2: Vista lateral del dispositivo de fertilización y remoción del suelo.

DIAGRAMA DEL ENSAYO COMPARATIVO

BLOQUE 4	S/FERTIL	6	AZADON
		5	DISCO
		4	TESTIGO
	C/FERTIL	3	DISCO
		2	TESTIGO
		1	AZADON
BLOQUE 3	S/FERTIL	6	AZADON
		5	TESTIGO
		4	DISCO
	C/FERTIL	3	AZADON
		2	DISCO
		1	TESTIGO
BLOQUE 2	S/FERTIL	6	DISCO
		5	AZADON
		4	TESTIGO
	C/FERTIL	3	TESTIGO
		2	DISCO
		1	AZADON
BLOQUE 1	S/FERTIL	6	DISCO
		5	TESTIGO
		4	AZADON
	C/FERTIL	3	TESTIGO
		2	AZADON
		1	DISCO

TRATAMIENTOS

C/FERTIL: Con aplicación de fertilizante.

S/FERTIL: Sin aplicación de fertilizante.

DISCO: Prototipo con abresurco de discos dobles.

AZADON: Prototipo con azadón fertilizador y discos dobles.

TESTIGO: Siembra directa convencional con abresurco de discos dobles.

2.3. Materiales y condiciones de siembra:

A principios del mes de abril, se realizó la intersembrado de festuca sobre una pradera de alfalfa degradada, en donde se calibraron los equipos de siembra directa de modo de lograr idéntica densidad y profundidad de siembra (10 mm), a una distancia entre líneas de siembra de 0,35 m.

Las características físicas de la semilla utilizada fueron:

Valor cultural: 73,8%

Peso de 1000 semillas: 2,53 grs.

La densidad de siembra utilizada fue de 6 kg ha⁻¹ con un valor total de 1.750.000 semillas fértiles por hectárea.

Los dos niveles de fertilización fueron 0 kg ha⁻¹ y 75 kg ha⁻¹, con una composición porcentual del fertilizante de 0-18-0 más un 34% de SO₄ y un 25% de CaO.

2.4. Control de malezas:

Se efectuó un control general de malezas previo a la siembra y a posterior de ésta según su evolución mediante la aplicación de herbicidas, tratándose de lograr la mayor eficiencia de control posible. En el mes de febrero se pulverizó con una dosis de 500 cc ha⁻¹ de 2,4 D-B para el control de malezas latifoliadas. Posteriormente, unos días antes de realizar la intersembrado se aplicó Glifosato en baja dosis (1lt ha⁻¹) para detener el crecimiento de la biomasa aérea de la alfalfa sin afectar el rebrote siguiente, controlar ciertas malezas presentes y de esta manera disminuir la competencia cultivo – malezas durante el establecimiento de la festuca. Por último, en post emergencia del cultivo de festuca se realizó la última pulverización con 2,4 D-B, a razón de 500 cc ha⁻¹ para control de malezas latifoliadas.

2.5. Determinación de las variables que se midieron:

2.5.1. Eficiencia de implantación: Se efectuó el conteo de plántulas a los 30 días de la siembra y en el mes de Octubre, aproximadamente 180 días posteriores a la misma, para verificar el número final de plantas emergidas, sobre las dos líneas centrales de cada tratamiento, se tomaron 4 muestras de 0,715 m lineales (1 m² en total). La eficiencia de

implantación se obtiene como el cociente expresado en porcentaje, entre el número final de plantas logradas y el número de semillas útiles sembradas.

$$\text{Eficiencia de implantación (\%)}: \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas logradas}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas}} \times 100$$

2.5.2. Índice de cono (Mpa) y humedad del suelo (%) en los niveles de profundidad de 0 a 500 mm, en las huellas dejadas por la maquina. El primero se determinó mediante un penetrómetro electrónico registrador ASAE 5313 tomando 3 muestras sobre cada una de las dos huellas en cada unidad experimental. Para la confección del gráfico correspondiente se realizó un promedio de los seis datos, agrupando los valores cada 50 mm de profundidad.

La humedad del suelo se determinó por el método gravimétrico (diferencia entre peso húmedo y peso seco), obteniendo los valores cada 100 mm de profundidad.

2.5.3. Determinación de la biomasa aérea: Se efectuó un corte en el mes de diciembre (forraje acumulado durante el crecimiento invierno-primaveral), tomando 4 muestras de 0,715 m lineales cada una (1 m² en total), sobre las 2 líneas centrales de cada parcela. Se cortó el forraje presente a ras del suelo (seleccionando a posterior únicamente la festuca) llevando las muestras a estufa de secado hasta que las mismas lleguen a peso constante para determinar materia seca por diferencia entre el peso del forraje húmedo y el peso seco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1 y 2 se indican los resultados de las pruebas individuales del prototipo en intersembras de festuca efectuadas sobre praderas de alfalfa con diferentes valores de cobertura. Se logró una adecuada penetración del nuevo conjunto de siembra y fertilización, sin problemas de atoramiento y ubicando la semilla y el fertilizante a profundidades muy cercanas a las teóricas para las cuales fue regulada el prototipo, con desvíos estándar aceptables para las condiciones en las que se llevó a cabo la intersiembra. La mayor eficiencia de implantación lograda (56%) coincidió con los valores medios de cobertura de la pradera existente (1800 kg MS ha⁻¹) y la mayor humedad de la capa superficial del suelo (16%). No obstante, con los tres niveles de cobertura de la pradera existente se lograron valores de eficiencia de implantación similares a los citados por otros autores. (Bertin., *et al.*, 1990).

Tabla 1: Humedad del suelo (%), cobertura (kg MS ha⁻¹) y profundidad de la faja de siembra y fertilización (mm).

Cobertura	Humedad del suelo	Profundidad de la faja de siembra y fertilización
2200	14	150
1800	16	160
1300	14	180

Tabla 2: Profundidad de la semilla (mm), del fertilizante (mm) y eficiencia de implantación (%).

Profundidad de la semilla y desvío estándar	Profundidad del fertilizante y desvío estándar	Eficiencia de implantación
10 DE=0,6	100 DE=2,5	48
14 DE=0,6	130 DE=2,3	56
16 DE=0,4	145 DE=2,2	54

En el ensayo comparativo, se pudo constatar, a los 30 días de la siembra, que existieron diferencias significativas al nivel del 1% en la eficiencia de implantación a favor del prototipo con azadón, con respecto al mismo sin azadón y a la máquina testigo (Tabla 3), lo cual es de importancia dado que la velocidad de germinación es fundamental en caso que después de la siembra no llueva hasta la primavera, retrasándose la germinación, ocurriendo pérdidas de plántulas y demorando el primer aprovechamiento de forraje. A los 180 días de la siembra, los valores de plantas establecidas en todos los tratamientos no arrojaron

diferencias significativas (Tabla 4), esto posiblemente por la ocurrencia de lluvias tempranas de primavera que lograron la germinación de semillas latentes, las que por estar colocadas en condiciones desfavorables con respecto al tratamiento con azadón no germinaron en forma inmediata luego de la intersembra.

Tabla 3: Número de plantas de festuca emergidas (pl ha⁻¹) y eficiencia de implantación (%) a los 30 días de la siembra, obtenidas con tres sistemas de intersembra y dos niveles de fertilización, sobre una pradera de alfalfa degradada.

Sistema de siembra	Nº de plantas emergidas (x mil)	Eficiencia de implantación
Prototipo con discos y fertilización	317 b	18,10
Prototipo con discos sin fertilización	350 b	20,00
Prototipo con azadón y fertilización	530 a	30,30
Prototipo con azadón sin fertilización	515 a	29,40
Sembradora testigo con fertilización	340 b	19,40
Sembradora testigo sin fertilización	325 b	18,60

Medias seguidas de diferentes letras, indican diferencias significativas ($p \leq 0,01$) según test de Tukey. CV: 14,9

Tabla 4: Número de plantas de festuca emergidas (pl ha⁻¹) y eficiencia de implantación (%) a los 180 días de la siembra, obtenidas con tres sistemas de intersembra y dos niveles de fertilización, sobre una pradera de alfalfa degradada.

Sistema de siembra	Nº de plantas emergidas (x mil)	Eficiencia de implantación
Prototipo con discos y fertilización	807 a	46,10
Prototipo con discos sin fertilización	780 a	44,60
Prototipo con azadón y fertilización	895 a	51,10
Prototipo con azadón sin fertilización	877 a	49,00
Sembradora testigo con fertilización	812 a	46,40
Sembradora testigo sin fertilización	758 a	43,30

No existieron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) según test de Tukey. CV: 16,5

A pesar de equipararse en primavera, los valores de plantas establecidas (medidas a los 180 días de la siembra), la producción de biomasa lograda en un corte por el prototipo con azadón corto y con aplicación de 75 kg ha⁻¹ de fertilizante fosforado (0-18-0) en la siembra, manifestó una tendencia superior al resto de los tratamientos (Tabla 5), aunque sin presentar diferencias significativas al nivel del 1% de probabilidad. Los mayores valores de biomasa acumulados al primer corte, efectuado en el mes de diciembre, se debieron a una respuesta favorable del cultivo a la mayor labranza de la faja de siembra y fertilización (hasta una

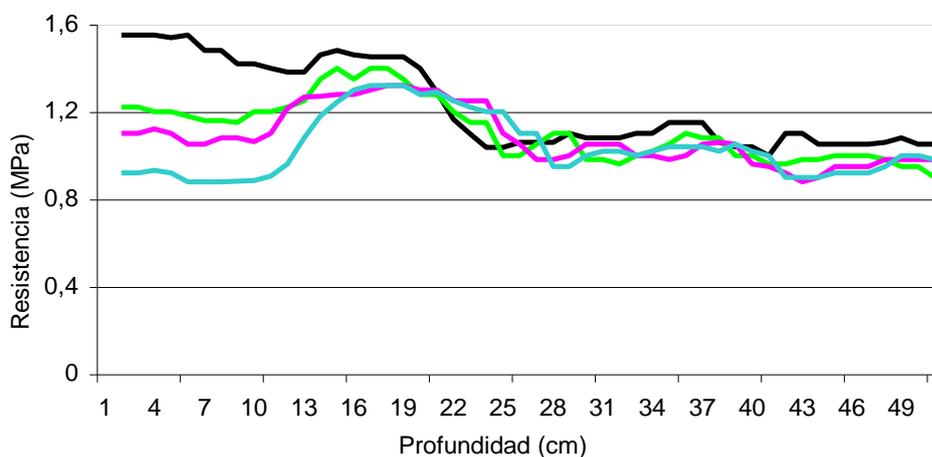
profundidad de 150 mm), lograda por este tratamiento, lo cual genera mejores condiciones de la cama de siembra y en la rizósfera.

Tabla 5: Producción de forraje de festuca (kg MS ha⁻¹) obtenido en un corte con tres sistemas de interseembra y dos niveles de fertilización, sobre una pradera de alfalfa degradada.

Sistema de siembra	Kg MS ha ⁻¹
Prototipo con discos y fertilización	1295 a
Prototipo con discos sin fertilización	1200 a
Prototipo con azadón y fertilización	1480 a
Prototipo con azadón sin fertilización	1350 a
Sembradora testigo con fertilización	1270 a
Sembradora testigo sin fertilización	1255 a

No existieron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) según test de Tukey. CV: 18,95

Se comprobó una menor compactación del suelo hasta 120 mm de profundidad (resistencia a la penetración medida bajo las huellas de las sembradoras) con el nuevo prototipo al compararlo con la máquina de siembra directa testigo (gráfico 1). La menor compactación lograda por el prototipo con azadón y con disco, con respecto al testigo (aproximadamente 0,4 Mpa) se debe a las características operativas (en posición de trabajo sus ruedas no hacen contacto con el suelo) y al menor peso del mismo.



REF.: — SDR: Sembradora directa testigo — PD: Prototipo con disco
 — PA: Prototipo con azadón — T: Testigo sin tránsito

Gráfico 1: Resistencia mecánica a la penetración del suelo (MPa) medida bajo las huellas de tres sistemas diferentes de interseembra y un testigo sin tránsito en una pradera degradada.

CONCLUSIONES

1. Pruebas individuales:

- El prototipo provisto del nuevo conjunto de siembra y fertilización (azadón corto) cumplió eficientemente con la apertura de la faja de siembra y fertilización. Se logró una ubicación de la semilla y el fertilizante granulado a la profundidad seleccionada, con una dispersión de la misma aceptable, lo que resultó en una buena eficiencia de siembra de festuca sobre los diferentes niveles de cobertura de la pradera de alfalfa degradada ya existente.

2. Ensayos comparativos:

- Eficiencia de implantación: el prototipo con azadón corto genera una mejor preparación de la cama de siembra y fertilización, logrando condiciones de suelo propicias para una rápida implantación de la pradera.
- Compactación del suelo: el prototipo dotado de los dos sistemas de siembra experimentales, por el menor peso con respecto a la máquina testigo y sus características operativas, produce una compactación prácticamente nula de la capa superficial del suelo.
- Determinación de la biomasa aérea: el volumen de forraje obtenido al primer corte (Diciembre) fue similar en todos los tratamientos.

Como conclusión general, por lo expuesto anteriormente se considera que el prototipo dotado del conjunto de siembra y fertilización con azadón corto y discos dobles tiene un campo propicio de aplicación en la región.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUMER, C.R. 1999. Siembra directa de forrajeras y máquinas para interseembra de pasturas. En Sembradoras y fertilizadoras. AAPRESID. Serie Siembra Directa N° 2. Argentina: 155-161.
- BAUMER, C.R. 2000. Sembradoras para pasturas en siembra directa. En: Pasturas en siembra directa. Jornadas de intercambio técnico 2000. Cap. 9 Maquinarias AAPRESID Ed. Amalevi.: 103-106.
- BERTIN, O.D., SCHENEITER J. y CARRETE J. 1990. Establecimiento a campo de dos cultivares de festuca alta. Forrajeras y producción bovina. Área producción animal. INTA E.E.A Pergamino ISSN 0326-2154.: 25-29.
- BULLIED, W.S., ENTZ, M.H., SMITH, S.R. 1999. No-till alfalfa stands termination strategies: Alfalfa control and wheat and barley production. Canadian Journal of Plant science. ISSN 0008-4220. 79 (1): 71-83.
- CHISHOLM, T.S., F.R. VIIGIL, T.M. KLOSTERMAN and G. ORCUTT. 1980. Interseeding and plans for SDSU'S new machine for better pasture production: 2-14.
- DELAFOSSE, R.M. y A. ONORATO. 1991. Máquinas para la siembra e interseembra de pasturas. Componentes y técnicas adecuadas de uso. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago. Chile: p.39.
- DELAFOSSE, R.M. 1993. Técnicas de aplicación mecanizadas en siembra de pasturas. Cuaderno N° 5. Instituto de ingeniería Rural CICA - INTA Castelar: p.40.
- DUARTE, G. 2000. Base para el éxito en la implantación de pasturas con alfalfa. En Pasturas en siembra directa. Jornadas de intercambio técnico 2000. Cap. 2. Implantación. AAPRESID. Ed. Amalevi: 17-32.
- KALMBACHER. 1984. Establishment of legumes in bahiagrass sod. Ona Agricultural Research Center, Ona, Florida: 86-91.
- LOWTHER, W.L., R.F. HORREL and W.J. FRASER. 1987. Effectiveness of strip seeders direct drill for pasture establishment. Soil and tillage Research: 38(1-2): 161-174.
- MIÑON, D.P., M.L. ENRIQUE y R.A. BARBAROSSA. 1996. Renovación e interseembra de pasturas irrigadas. Información técnica IDEVI N° 6. Convenio IDEVI - INTA: 1-23.
- POTTINGER, P. 1992. Renovación de pastura: éxito o fracaso. Puntos importantes para el éxito. Primer Congreso Mundial sobre Producción, utilización y conservación de forrajes empleados en la alimentación de la ganadería vacuna - Forrajes '92. Bs.As. Conferencia: 463-493.

- PRINCIPI M.A., MATTANA R.R., CARDINALI O.P. y COLODRO J.L. 2002. 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 Alimentaria (INIA) España. ISSN 0213-5000. Vol. 17 (2). 2002: 207 – 217.
- SEANEY, R.R., W.S. REID and G.C. BERGSTROM. 1983. Minimum tillage establishment of forage. Field Crops. Cooperative Extension. Cornell University: 60-65.
- WOLF, D.D. and B.W. KIRBY. 1984. Late season alfalfa planting: Conventional versus No-Till. Virginia Tech Department of Agronomy and Chevron Chemical Company: 50-53.