



T. 2789

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DEL EFECTO DEL TIPO DE ABRESURCO DE SEMBRADORAS  
DE SIEMBRA DIRECTA EN EL CRECIMIENTO INICIAL  
DE CEBADA

POR

María Lourdes CARAMESO DA COSTA

FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE  
INDUSTRIALIZACION Y  
AGROPECUARIO

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo.  
(Orientación Agrícola-Ganadera)

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1998

**Tesis Aprobada**

Director: Ing.Agr. Oswaldo Ernst

---

Nombre completo y firma

Ing.Agr. Rúben Jáques

---

Nombre completo y firma

Ing.Agr. Guillermo Siri

---

Nombre completo y firma

Fecha:

12 de Agosto de 1998

---

Autor: María Lourdes Carameso Da Costa

---

Nombre completo y firma

### AGRADECIMIENTOS

- Al Ingeniero Agrónomo Oswaldo Ernst, por su asesoramiento, colaboración y confianza en la realización de este trabajo.
- Al Ingeniero Agrónomo Guillermo Siri, por su colaboración y dedicación en la elaboración de este trabajo.
- A los Ingenieros Agrónomos Oscar Bentancur y Fernando Ducanp, por su ayuda en la estadística y presentación de la tesis.
- A los demás estudiantes en tesis en el periodo 1996-1997 que de alguna u otra manera colaboraron para la realización de esta tesis.
- Al personal de la biblioteca de la Facultad de Agronomía.
- A mis padres y hermanos por su apoyo y amor que me permitió comenzar y terminar mi carrera.

*A mi hermana Andrea*

**TABLA DE CONTENIDO**Página

PAGINA DE APROBACION.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
TABLA DE CONTENIDO.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
I. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
II. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
A. EL AMBIENTE SUELO EN LA SIEMBRA SIN LABOREO Y SU EFECTO SOBRE LA IMPLANTACIÓN.....	2
a) TEMPERATURA DEL SUELO.....	2
b) HUMEDAD DEL SUELO.....	3
c) EFECTO DEL RASTROJO.....	5
B. EFECTO DEL TIPO DE ABRESURCO DE SEMBRADORAS DE SIEMBRA DIRECTA EN LA EMERGENCIA DE LOS CULTIVOS.....	6
a) IMPORTANCIA.....	6
b) CARACTERÍSTICAS DE LOS ABRESURCOS.....	6
c) EFECTO DE CONDICIONES DEL SUELO EN EL DESEMPEÑO DE LOS ABRESURCOS.....	8
d) EFECTO DEL MANEJO DEL RASTROJO.....	9
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	11
A. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	11
B. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	11
C. MAQUINAS.....	12
D. MANEJO DEL RASTROJO.....	12
E. MANEJO DEL CULTIVO.....	12
F. DETERMINACIONES EN EL SUELO.....	13
a) TEMPERATURA.....	13
b) HUMEDAD.....	13
c) RASTROJO.....	13
G. DETERMINACIONES EN EL CULTIVO.....	13
a) IMPLANTACIÓN.....	13
b) PROFUNDIDAD DE SIEMBRA.....	13
c) PESO DE RAÍZ.....	14
d) PESO AÉREO.....	14
e) FENOLOGÍA (HAUN).....	14
H. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14

IV	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	16
A.	CARACTERIZACIÓN DEL AÑO	16
B.	CALIBRACION DE LAS MAQUINAS	18
C.	CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE SUELO DETERMINADO POR CADA MAQUINA	19
a)	HUMEDAD EN EL SUELO	19
b)	TEMPERATURA EN EL SURCO	24
D.	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA	27
E.	IMPLANTACION, CRECIMIENTO Y DESARROLLO	29
a)	VELOCIDAD DE EMERGENCIA	29
b)	IMPLANTACIÓN	31
c)	CRECIMIENTO Y DESARROLLO	32
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	33
VI.	<u>RESUMEN</u>	34
VII.	<u>SUMMARY</u>	35
VIII.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	36
IX.	<u>APENDICE</u>	38

**LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES**

CUADRO 1.- PRECIPITACIONES MENSUALES DEL AÑO 1996 Y EL PROMEDIO DE LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS.....	17
CUADRO 2.- NÚMERO DE SEMILLAS EN EL METRO LINEAL SEMBRADAS POR LAS MÁQUINAS EN LA CALIBRACIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA Y DIFERENCIA ENTRE LAS CALIBRACIONES EN PORCENTAJE.....	18
CUADRO 3.- CUADRADO MEDIO Y SU NIVEL DE SIGNIFICANCIA PARA LA HUMEDAD EN EL SURCO DE SIEMBRA EN 4 MOMENTOS DE LA IMPLANTACIÓN. MEDIDA A 7 CM DE PROFUNDIDAD.....	19
CUADRO 4.- HUMEDAD EN EL SURCO EN 4 MOMENTOS DE LA IMPLANTACIÓN SEGÚN SITUACIÓN 1 Y 2, PARA EL PROMEDIO DE LOS ABRESURCOS Y RASTROJO. MEDIDA A 7 CM DE PROFUNDIDAD.....	20
CUADRO 5.- HUMEDAD EN EL SUELO EN EL SURCO SEGÚN TIPO DE ABRESURCO PARA EL PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS DE CANTIDAD DE RASTROJO Y SITUACIONES 1 Y 2. MEDIDA A 7 CM DE PROFUNDIDAD.....	20
CUADRO 6.- CUADRADO MEDIO TOTAL Y SU NIVEL DE SIGNIFICACIÓN PARA LA HUMEDAD EN EL ENTRESURCO DE SIEMBRA EN 4 MOMENTOS DE LA IMPLANTACIÓN. MEDIDA A 7 CM DE PROFUNDIDAD.....	21
CUADRO 7.- CMT Y SU NIVEL DE SIGNIFICACIÓN PARA LA HUMEDAD EN EL SURCO EN 4 MOMENTOS DE LA IMPLANTACIÓN. SIN RASTROJO. MEDIDA A 7 CM DE PROFUNDIDAD.....	22
CUADRO 8.- HUMEDAD EN EL SUELO DEL ENTRESURCO SEGÚN TIPO DE ABRESURCO SIN RASTROJO EN PROMEDIO DE LAS SITUACIONES 1 Y 2, MEDIDA A 7 CM DE PROFUNDIDAD.....	24
CUADRO 9.- EVOLUCIÓN DE LA SUMA TÉRMICA A LOS 9, 17 Y 24 DÍAS DESDE LA SIEMBRA EN LAS SITUACIONES 1 Y 2. MEDIDA A PROFUNDIDAD DE SIEMBRA.....	24
CUADRO 10.- EVOLUCIÓN DE LA SUMA TÉRMICA A LOS 9, 17 Y 24 DÍAS DESDE LA SIEMBRA PARA CADA ABRESURCO. MEDIDA A PROFUNDIDAD DE SIEMBRA.....	25
CUADRO 11.- PROMEDIO DE PROFUNDIDAD DE SIEMBRA (EN CM) SEGÚN TIPO DE ABRESURCO Y CANTIDAD DE RASTROJO.....	27

CUADRO 12.- NIVEL Y KILOS DE MATERIA SECA DE RASTROJO POR HECTÁREA EN EL SURCO SEGUN TIPO DE ABRESURCO EN LAS SITUACIONES 1 Y 2.....	28
CUADRO 13.- VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN PORCENTAJE DE PLANTAS EMERGIDAS EN EL PRIMER MUESTREO, DADA POR LA INTERACCIÓN SITUACIÓN 1 Y 2 CON EL RASTROJO, PARA EL PROMEDIO DE LOS ABRESURCOS.....	29
CUADRO 14.- VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN PORCENTAJE DE PLANTAS EMERGIDAS EN EL PRIMER CONTEO, DETERMINADA POR CADA ABRESURCO EN EL PROMEDIO DE LAS SITUACIONES 1 Y 2, CON Y SIN RASTROJO.....	29
CUADRO 15.- VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN PORCENTAJE DE PLANTAS EMERGIDAS EN EL PRIMER MUESTREO, DETERMINADA POR CADA ABRESURCO EN EL PROMEDIO DE LAS SITUACIONES 1 Y 2, SIN RASTROJO.....	30
CUADRO 16.- PORCENTAJE DE IMPLANTACIÓN DETERMINADA POR CADA ABRESURCO, PARA EL PROMEDIO DE LAS SITUACIONES 1 Y 2, SIN RASTROJO.....	31



## I INTRODUCCIÓN

En el país la siembra de cultivos se ha realizado tradicionalmente con labranza convencional, caracterizado por el uso excesivo de pasadas de herramientas, lo que ha traído consecuencias negativas para el suelo, como la erosión.

La siembra sin laboreo, como alternativa a la labranza convencional, permite el uso intensivo del suelo, evitando los procesos de destrucción ligados a los métodos de labranza convencional, como son: erosión hídrica y/o eólica, degradación física y química de la capa arable, así como también hacer un uso más eficiente del agua y la energía disponible.

Al ser ésta tecnología generada en condiciones edáficas y climáticas diferentes al Uruguay, trae consigo nuevos problemas que deben ser resueltos. Dentro de estos, los bajos porcentajes de implantación y lento crecimiento inicial de los cultivos son citados como desventajas asociadas al no laboreo.

Esto ha sido motivo para el desarrollo de líneas de investigación tendientes a identificar el o los factores que determinan los problemas antes mencionados; en este sentido se ha estudiado el efecto de la temperatura del suelo y su humedad, la presencia o ausencia del rastrojo, la geometría del rastrojo, la fertilización y la densidad de siembra.

Dentro de este esquema una de las variables que todavía no ha sido evaluada en nuestro medio, es el efecto del abresurco de la sembradora.

Varios autores han estudiado éste efecto, en países como Nueva Zelandia, Canadá y Australia determinando que existe un efecto abresurco de la máquina sembradora que afecta la emergencia de las plántulas y que hay diferencias entre el uso de zapatas y discos y entre cantidad de discos que tenga el abresurco.

El objetivo de éste trabajo es cuantificar el efecto del abresurco de sembradoras para siembra sin laboreo sobre la implantación y el crecimiento inicial de la Cebada, con distintos niveles de compactación, humedad del suelo y volumen de rastrojo.

## II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### **A - EL AMBIENTE SUELO EN LA SIEMBRA SIN LABOREO Y SU EFECTO SOBRE LA IMPLANTACIÓN**

El ambiente en suelos no labrados difiere considerablemente del suelo labrado. En general, suelos bajo no laboreo, son húmedos con bajas temperaturas y más compactados. Los suelos arenosos y de textura media que no son labrados contienen más carbono orgánico y nitrógeno especialmente en la superficie (0-0.05m , 0-0.1m) (Lal,1976; Campbell et al 1976; Blevins et al 1977; Eckert,1985; citados por Dalal,1989).

En suelos pesados se mantiene o puede incrementarse la materia orgánica con siembra directa, cuando se deja el rastrojo en superficie y se acompaña con una moderada fertilización con nitrógeno. Estos suelos tienen poco sodio intercambiable, pero con siembra directa, éste podría ser menos aún, lo que contribuiría a lograr una mejor estructura del suelo (Dalal,1989).

#### **a) TEMPERATURA DEL SUELO**

La temperatura del suelo influye en la germinación, crecimiento, aprovechamiento de nutrientes, población de insectos y degradación de pesticida (Unger 1988).

Condón et al (1995) cuando compararon las medias de temperatura de los tratamientos con laboreo (quema más excéntrica y excéntrica, laboreo con rastrojo) contra siembra directa sin rastrojo en superficie (rastrojo retirado o quema) encontraron que las diferencias eran mínimas. Estos autores también observaron que la cantidad y la posición del rastrojo, modifica la temperatura media del suelo y su amplitud a lo largo del día, existiendo diferencias estadísticas entre tratamientos con y sin rastrojo, en cuanto a temperatura, siendo ésta mayor en los tratamientos sin rastrojo; con una relación lineal negativa entre temperatura y cantidad de rastrojo.

van Wijk et al (1959); Van Doren y Allmaras (1978); Gupta et al (1983); citados por Swan et al(1996) explican la disminución de temperatura del suelo por el incremento de la cobertura de este por el rastrojo, siendo esto observado comúnmente en sistemas de no laboreo u otros sistemas conservacionistas.

Esa disminución de temperatura del suelo causada por el rastrojo afecta más a las temperaturas máximas que a las mínimas; las temperaturas mínimas no difieren demasiado entre suelos con cubierta de rastrojo o suelo desnudo (van Wijk et al.1959; Burrows y Larson, 1962; Gupta et al.1983 Johnson y Lowery, 1985; Fortin y Pierce, 1990; citados por Swan et al 1996).

La disminución de temperatura del suelo que produce el rastrojo es debido a que tiene alta reflectancia solar y baja conductividad térmica comparado con el suelo; esto determina que bajo condiciones de siembra directa con rastrojo en superficie, se tengan temperaturas más bajas en el suelo, comparado con la temperatura del suelo cuando se realiza laboreo convencional. Estas menores temperaturas pueden resultar en cambios de las condiciones físicas en la capa arable y/o en la superficie del suelo (Johnson 1985).

Van Doren y Allmaras (1978); citados por Swan et al (1996), observaron diferencias en reflectancia producidos por el rastrojo y el suelo y que el porcentaje de suelo cubierto era el primer mecanismo por el cual el rastrojo afectaba el balance neto de radiación.

La cantidad de radiación solar recibida sobre la superficie del suelo esta afectada por características del rastrojo, como ser: porcentaje de suelo cubierto por el rastrojo, albedo del rastrojo, conductividad térmica del rastrojo y el grosor de la capa de rastrojo que cubre el suelo (Swan et al 1996).

Las temperaturas máximas y mínimas diarias varían dependiendo de la posición del rastrojo. La temperatura máxima diaria se da en suelos no labrados con rastrojo en pie en todos los periodos secos excepto en invierno, cuando éstas se logran con rastrojo chato. En el verano, con mayor temperatura del aire, las máximas y mínimas se dan en suelos no labrados con rastrojo en pie (Unger 1988).

En siembra directa con rastrojo, debido a que la temperatura diurna suele ser menor que en suelo desnudo, se producen retrasos en la emergencia de los cultivos y disminución de algunos nutrientes del suelo; habiéndose registrado periodos de siembra a emergencia de hasta cuatro semanas en trigo y tres semanas en maíz (Martino et al 1994).

## b) HUMEDAD DEL SUELO

En cuanto al agua en el suelo, el sistema de cero laboreo permite que el sistema de macroporos se preserve, resultando en altas tasas de infiltración, medido durante un cultivo que fue precedido por uno perenne (Meek et al 1990).

Sin embargo Gantzer et al (1978); Linsdtrom et al (1984); Heard et al (1988); citados por Ankeny et al (1995) encontraron algunos casos de suelos no laboreados donde se reportaron bajos niveles de infiltración o tasa de conductividad en comparación con el laboreo convencional, cerca de la superficie.

El incremento de la infiltración y la percolación del agua en el suelo en condiciones de siembra directa pueden atribuirse probablemente al mayor índice de agregación de estos suelos, al incremento de materia orgánica en la superficie y también a la no perturbación del pasaje del agua por los poros superficiales. (Dalal, 1989).

El beneficio de la retención del rastrojo en cuanto a la conservación del agua del suelo puede estar limitado y depender de la distribución de las precipitaciones en el período de barbecho. Debido a que el rastrojo tiene efecto sobre el secado del suelo, pues tratamientos con más cantidad de rastrojo en superficie, se vio conservaban la humedad por más tiempo (Condón et al 1995).

Johnson et al (1984); Schneider y Gupta (1985); Al-Darby et al (1987); Fortin (1993); Azooz et al (1995), citados por Swan et al (1996) también observaron que los tratamientos de no laboreo con cobertura de rastrojo normalmente tenía mayor contenido de agua comparado con tratamientos de laboreo, esto está asociado a la disminución de la evaporación a niveles mínimos, que produce el rastrojo.

La tasa de infiltración del suelo puede ser incrementada al reducir el sellado superficial o evitando la compactación del suelo; el sistema de no laboreo reduce drásticamente el sellado superficial al mantener el rastrojo en superficie. Roth et al (1988); citado por Meek et al (1990) encontró que en dos sistemas de laboreo, cuando el rastrojo cubría 100 % del suelo se infiltró completamente 60 mm que habían precipitado, mientras que sólo un 20% se infiltró cuando el suelo estaba descubierto.

Chastain et al (1995), trabajando con cebada, encontraron que había más agua en los surcos producidos con siembra directa que en laboreo convencional, los autores lo atribuyeron a la mayor cantidad de rastrojo presente en el primer sistema. También en las interfilas la cantidad de agua en el suelo es mayor cuando se conserva el rastrojo en ellas (Fortin, 1993).

En cultivos de invierno las raíces de las plantulas son afectadas por los frecuentes excesos hídricos que se dan durante esa estación, provocando severas deficiencias de oxígeno. Esta situación es más crítica bajo cero laboreo debido a la mayor compactación, dada por una mayor densidad aparente y una menor tasa de difusión.

de oxígeno en el suelo (Chaudhry et al 1988).

Mientras que en cultivos de verano la situación es diferente, Blevins et al (1971), al comparar la producción de maíz en suelos de textura pesada en condiciones de laboreo y no laboreo, observaron que, generalmente en el sistema de no laboreo el mayor rendimiento de las plantas dependía principalmente de la conservación del agua. Bajo no laboreo disminuye la evaporación y es mayor la habilidad del suelo para mantener la humedad.

### c) EFECTO DEL RASTROJO

En siembra directa el establecimiento de las plantulas puede ser retrasado por la presencia del rastrojo en el surco, que impide un buen contacto suelo semilla y de ésta manera la semilla no dispone de agua para poder germinar (Chastain, 1995).

Dada la influencia del rastrojo en la temperatura, el agua y el encostramiento del suelo, el manejo del rastrojo en la hilera es crítico (van Wijk et al 1959; Allmaras et al 1971; Miller et al 1974; citados por Swan, 1996). Además el rastrojo también influye durante la siembra en la uniformidad y profundidad de siembra, pudiendo tener efecto en el contacto semilla suelo (Swan et al 1996).

Fortin (1993) trabajando con maíz encontró que el rendimiento en grano no se ve afectado por el laboreo o por los tratamientos con rastrojo, a pesar de los considerables cambios de temperatura, de humedad y de las tasas de desarrollo y altura de las plantas entre tratamientos (siembra directa con y sin rastrojo y laboreo convencional) durante el desarrollo vegetativo del maíz. El lento crecimiento del maíz en siembra directa no necesariamente afecta el rendimiento en grano especialmente en ausencia de estrés hídrico.

Otro de los efectos del rastrojo sobre el cultivo que esta creciendo es el fitotóxico, debido a que puede suceder liberación de sustancias fitotóxicas por parte del rastrojo. Estas sustancias pueden ser lavadas directamente del rastrojo o pueden resultar de la actividad de los microorganismos durante la descomposición del material vegetal (Lynch et al 1980 citado por Lovett, 1982).

La alelopatía se define como la interacción bioquímica entre todo tipo de plantas, tanto beneficiosa como negativa (Rice, 1979 citado por Laca et al 1983). Básicamente, la interacción se da por liberación de compuestos orgánicos de una planta al medio ambiente, y acción de ese compuesto sobre una planta sensible (Laca et al 1983).

La diferencia entre competencia y alelopatía es que la alelopatía implica la



liberación al medio de un compuesto bioquímico que va a afectar a otra planta, mientras que la competencia se refiere a la extracción de un factor del ambiente que también es requerido por otra planta del hábitat (Rice, 1979 citado por Laca et al 1983).

Los efectos alelopáticos y la competencia no se comportan como fenómenos independientes, sino que presentan interacción (Laca et al 1983).

## **B. EFECTO DEL TIPO DE ABRESURCO DE SEMBRADORAS DE SIEMBRA DIRECTA EN LA EMERGENCIA DE LOS CULTIVOS**

### **a) IMPORTANCIA**

El diseño de los abresurcos y los parámetros físicos del suelo tienen efecto significativo en siembra directa, por lo tanto, es posible que los bajos porcentajes de emergencia que se observan aun en condiciones favorables del suelo, puedan estar relacionadas al lugar donde cae la semilla en el surco (Chaudhry et al 1985).

Aunque hasta ahora no se ha desarrollado la sembradora "ideal" para la siembra directa, las máquinas que se han diseñado siguen algunos patrones básicos como son: A) Peso mínimo de 180 kg en cada abresurco, para una adecuada penetración en el surco y suficiente resistencia para sembrar en condiciones adversas y variables del suelo, cortándolo a través del rastrojo.

B) Deben contar con elementos capaces de crear un surco de normalmente 25-50 mm de ancho, lo que es suficiente para proveer de humedad, temperatura y cobertura a la semilla y de esta manera lograr un adecuado establecimiento de las plantulas.

C) Capacidad para cubrir la semilla y afirmar el suelo alrededor de ésta, para promover una buena germinación y proteger a las semillas de los pájaros (Gould et al 1996).

### **b) CARACTERÍSTICAS DE LOS ABRESURCOS**

Baker (1993), caracterizó a los abresurcos según la forma en que dibujan el surco, la cobertura del suelo y la incorporación del rastrojo al surco.

Los abresurcos de discos hacen surcos en forma de "V"; siendo su ventaja principal la habilidad para manejar físicamente el rastrojo sin bloquear la máquina. No determinan un ambiente óptimo para la semilla en el surco en cuanto a vapor de agua y oxígeno se refiere. Tienen tendencia a embarrar y compactar las paredes del surco recogiendo rastrojo dentro de éste, afectando de esta manera la germinación.

36719

Estas máquinas por la forma en que dibujan el surco, colocan el fertilizante en contacto con la semilla, lo que puede causar problemas de toxicidad.

Los abresurcos de zapata crea surcos en forma de "U" produciendo para la semilla un micro ambiente más óptimo que los anteriores, su acción en el suelo depende en gran medida de la plasticidad de éste y la velocidad de siembra, quedando el suelo abajo de la semilla fracturado y con densidad.

Con los abresurcos que forman surcos en forma de "T" invertida se obtiene mayor porcentaje de emergencia de plantas y rendimiento que con los dos anteriores tanto en suelo seco como en suelo húmedo; no introduce rastrojo dentro del surco y produce una mayor difusión de oxígeno e infiltración de agua, influido esto por el número y movilidad de lombrices, que suele ser mayor con este tipo de abresurco.

Chaudhry et al (1988) trabajando con dos regimenes de humedad, tres condiciones de rastrojo (barbecho químico, 1 TT y 3 TT/ha) y tres diseños de abresurcos (triple disco, zapata con disco frontal y zapata alada) encontraron que la emergencia obtenida por cada abresurco, para el promedio de los tres niveles de rastrojo, se encontraba en un rango de 34% para el triple disco hasta 48 y 55% para la zapata y la zapata alada respectivamente bajo condiciones de suelo húmedo.

Cuando el suelo estaba en condiciones óptimas de humedad la emergencia registrada estuvo entre 76.7 a 82.5%, sin diferencia estadística entre abresurcos.

En condiciones de suelo húmedo todos los abresurcos tuvieron bajos porcentajes de emergencia para los tres niveles de rastrojo; lográndose en condiciones en que había 3 TT/ha de rastrojo mayores porcentajes de emergencia, para todos los abresurcos, que cuando había barbecho químico o 1 TT/ha de rastrojo; esto es debido a que el rastrojo absorbe agua haciendo un proceso de secado del suelo.

Estos mismos autores (1987), estudiaron el efecto de las lombrices en el suelo y su interacción con el rastrojo, usando los abresurcos anteriores, y observaron que en el ensayo donde las lombrices estaban presentes, había un efecto rastrojo y un efecto abresurco que provocaba que la emergencia fuera 56.7% para el triple disco, 88% para la zapata y 87% para la zapata alada, en condiciones de rastrojo.

La mayor la cantidad de lombrices se registró en los dos últimos abresurcos, porque el triple disco produjo condiciones indeseables para las lombrices al compactar las zonas por debajo de la cama de siembra.

La tasa de difusión de oxígeno fue alta en condiciones de rastrojo y la humedad del suelo fue de 31% cuando había lombrices y 33% cuando éstas habían sido eliminadas.

El porcentaje de plantulas emergidas cuando las lombrices estaban presentes fue de 90% y de 60% en ausencia de éstas.

La densidad aparente también se vio afectada por la ausencia de las lombrices siendo menor cuando éstas estaban presentes. Estos efectos beneficiosos de las lombrices son debido a que éstas forman canales, manteniendo un drenaje interno en el suelo (Chaudhry et al 1987).

Chaudhry et al (1985), comparando la distribución de la semilla según el tipo de suelo, para el promedio de los abresurcos, observaron que en suelos arenosos los coeficientes de variación de profundidad fueron un 31% mayor que en suelos arcillosos y que este valor se incrementaba cuando se usaba abresurcos de zapata más, que cuando se usaba uno de triple disco.

En cuanto a la variación del ancho lateral y la variación de profundidad entre hileras fue un 47% el primero y un 20% el segundo, en suelo arenoso, siendo el doble los valores para el triple disco en suelos arcillosos.

La distribución de profundidad con el triple disco fue mejor en suelos arenosos, posiblemente, debido a la menor cohesión y fuerza adhesiva de estos suelos.

En cuanto a las ruedas compactadoras, se logra mayores porcentajes de emergencia cuando se trabaja con ellas en el surco y no inclinadas, porque éstas últimas trabajan a alta presión y en suelos pesados se produce excesiva compactación, no teniendo las plantulas la fuerza suficiente para atravesar esa capa. Debido a lo anterior, Gould et al (1996), no recomiendan ruedas que compacten alrededor del surco sino que cierren el surco por encima de éste.

### c) EFECTO DE LAS CONDICIONES DEL SUELO EN EL DESEMPEÑO DE LOS ABRESURCOS

La humedad es uno de los factores que limita el uso de la siembra directa en cultivos de invierno, debido a la baja emergencia de plantulas que se registra con todos los abresurcos en condiciones de suelo húmedo (Chaudhry et al 1988).

Con cualquier sembrador cuando el suelo esta más húmedo se consigue mayor profundidad de siembra, que cuando está más seco (Gould et al 1996).



La variación en la distribución de la semilla en el surco, determinada por la variación en la profundidad, ancho lateral y en la profundidad entre hileras, definen los patrones de emergencia en suelos no sujetos a estrés hídricos (Chaudhry et al 1981 b).

En suelos secos y arcillosos, trabajando con abresurco de doble disco, es recomendable que el suelo, delante de los discos, sea perturbado para lograr la profundidad de siembra deseada; con abresurcos de zapatas la mayor profundidad se logra poniendo más peso sobre la máquina (Gould et al 1996).

Cuando existe una combinación de humedad y rastreo en pie los abresurcos de zapata y zapata alado obtuvieron niveles de emergencia entre 67 y 75%, siendo estos valores mayores a los que se obtienen cuando se usa el triple disco en las mismas condiciones (Chaudhry et al 1988). Estos autores explican las diferencias entre los abresurcos de zapata con el de discos por el hecho de que triple disco incorpora rastreo dentro del surco, quedando en contacto con la semilla, y si se dan condiciones de precipitaciones y temperaturas cálidas pueden producirse efectos fitotóxicos.

El triple disco tiende a embarrar y compactar las paredes del surco en condiciones de humedad provocando estrés a los embriones de las semillas (Baker 1993).

#### d) EFECTO DEL MANEJO DEL RASTROJO

El rastreo puede tener efecto adverso cuando está en contacto con la semilla, por los efectos fitotóxicos o ser beneficioso en otras circunstancias cuando promueve altos porcentajes de emergencia, debido a que mejora las condiciones de aireación del suelo y determina una menor densidad aparente, efecto combinado con las lombrices del suelo (Chaudhry et al 1987).

Baker (1993) trabajando con el abresurco tipo zapata en condiciones de rastreo voluminoso, el abresurco tuvo dificultades para atravesarlo a menos que las zapatas estuvieran bien espaciadas creando distancias entre hileras no deseados.

Gould et al (1996) trabajando con el abresurco dobles disco observó que la cantidad de rastreo entre 4.9 y 5.2 TT interfería con las operaciones de siembra, no logrando los discos cortar el rastreo, enterrándolo, esto causó alta podredumbre de semillas (24%).

El mismo abresurco también originó grandes pérdidas de humedad en el suelo del surco, debido a que realizó una pequeña labranza, al pegarse el suelo a los discos y ser removido, recogió rastreo en el surco y las ruedas compactadoras no lograron cerrar el

surco, todos éstos factores pudieron contribuir a la pérdida de humedad. A diferencia de lo que sucedió con el doblodisco, cuando se usó la sembradora de zapata se logró un buen nivel de humedad en el surco, obteniendo un alto porcentaje de emergencia (Gould et al 1996)

### III MATERIALES Y METODOS

#### **A. DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO**

El experimento se realizó en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, de la Facultad de Agronomía, ubicada sobre ruta 3 en el Km 373 del departamento de Paysandú, sobre un suelo Brunosol Eútrico / Subéutico Típico de la Formación Fray Bentos, correspondiente a la Unidad San Manuel, según la carta de reconocimiento de Suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 (MGAP).

Se evaluaron cuatro abresurcos, dos tipos de laboreo anterior, con y sin rastrojo en superficie.

Se instalaron dos experimentos independientes sobre dos laboreos del suelo anterior contratantes, Situación 1: pradera de tres años, enmalezada, y Situación 2: la misma pradera pero el año anterior del experimento se sembró Cebada cervecera con laboreo convencional, encontrándose en el momento del experimento el rastrojo de la Cebada.

En ambos casos se aplicó Glifosato a razón de 1.5lt/ha el 6 de mayo de 1996, determinando un barbecho químico, para el control de malezas.

Los experimentos se ubicaron en el mismo sitio, separados sólo por un camino de 2 m, teniendo el mismo tipo de suelo y condiciones climáticas.

#### **B. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental fue parcelas al azar con dos repeticiones con arreglo de los tratamientos en parcelas divididas. Se instalaron dos experimentos contiguos diferenciados por el laboreo anterior determinando diferentes condiciones del mismo suelo. Las dimensiones de cada experimento (situación) fueron de 25 x 40 m.

Cada experimento consistió en una factorial de cinco máquinas (abresurcos) por dos niveles de rastrojo (con y sin), ubicados en parcelas al azar con dos repeticiones por experimento en un diseño de parcela dividida. La parcela mayor fue abresurco (2.5m x 40m) y la menor correspondió a con o sin rastrojo sobre el suelo. (2.5 m x 10 m).

### C. MAQUINAS

Se utilizó cuatro máquinas de siembra directa, contando cada una de ellas con un abresurco diferente: Monodisco, Doblodisco desfasados, Tripledisco y Zapata de "T" invertida. La máquina con abresurco de Doblodisco se la usó con y sin rueda compactadora.

Las cuatro máquinas fueron calibradas con la máquina estacionada, "calibración estática", para que sembraran 35 semillas en el metro lineal, ( densidad comercial), luego se realizó la calibración con la máquina en movimiento sobre una pista engrasada, "calibración dinámica", con la máquina en condiciones de trabajo.

Con los resultados de la "calibración dinámica" se corrigió el porcentaje de germinación obtenida en el campo para cada abresurco, siendo este el porcentaje de implantación que se utilizó para analizar los datos.

### D. MANEJO DEL RASTROJO

En las subparcelas del tratamiento sin rastrojo, este fue cortado y retirado de la parcela con una cosechadora manual.

Los tratamientos con rastrojo tuvieron 960 kg/ha de materia seca de malezas (situación 1) y 800 kg/ha de materia seca de cebada (situación 2)

### E. MANEJO DEL CULTIVO

El cultivo que se utilizó fue Cebada cervecera variedad Clipper, (85% de germinación).

La siembra del primer tratamiento se realizó el 6 de junio y la del segundo el 3 de julio de 1996.

La fertilización no se realizó a la siembra sino que a los 20 días posteriores, el 25 de junio y el 25 de julio en el bloque 1 y 2 respectivamente, de esta manera se evalúa los abresurcos evitando la caída del fertilizante junto con las semillas. En ambos casos se fertilizó con nitrógeno a razón de 250 gr de Urea/25 m<sup>2</sup> (100 kg de Urea/ha).

## F. DETERMINACIONES EN EL SUELO

### a) TEMPERATURA

La temperatura se midió diariamente desde la siembra hasta la finalización de cada experimento, en el surco a profundidad de siembra de cada abresurco, en tres puntos elegidos al azar, a la hora 11 a.m.

Para medirla se utilizó un termómetro electrónico con termocupla Fluke 52.

### b) HUMEDAD

La humedad se midió, a 7 cm de profundidad, en el surco y en el entresurco en tres puntos cada uno elegidos al azar, a la siembra y luego cada 4 días.

La medición se realizó con el Irams Soil Moisture Analyzer.

### c) RASTROJO

Antes de la siembra se determinó la cantidad de rastrojo en superficie en ambas situaciones, para esto se tiró al azar rectángulos de 0.2 x 0.5 m, el rastrojo que quedó dentro del rectángulo se pesó.

Luego de la siembra se midió el rastrojo dentro del surco, para esto se sacó diez muestras de suelo del surco con sacabocados, al azar, en los tratamientos con rastrojo para cada abresurco, se separó la tierra del rastrojo manualmente y se pesó.

## G. DETERMINACIONES EN EL CULTIVO

### a) IMPLANTACIÓN

Se realizó conteo de plantas desde la emergencia hasta que se estabilizó el número de plantas. Se contó en tres surcos de seis metros cada uno, contiguos, elegidos al azar la primera vez y luego quedando constantes.

### b) PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Se determinó la profundidad de siembra a los 30 días postsiembra medida en 10 plantas por tratamiento, elegidas al azar y sacadas del suelo con sacabocados. Para realizarlo se midió la parte del tallo blanco que va desde la semilla hasta donde la plántula empieza a tomar el color verde.

### c) PESO DE RAÍZ

El peso de raíz se determinó a 10 plantas por tratamiento a los 30 días postsiembra. La determinación se hizo sacando las plantulas del suelo, al azar, con sacabocados, luego se puso en una solución salina para separar la raíz del suelo, se escurrieron, las raíces, en papel secante y se las peso.

Debido al problema de isocas no todas las plantas tenían su raíz o estaba completa.

### d) PESO AÉREO

El peso aéreo se midió en 10 plantas por tratamiento a los 30 días postsiembra, tomadas al azar y se pesaron en balanza electrónica.

En el primer ensayo no se pudo medir debido a que las heladas provocaron el corte de las plantas.

## 5. FENOLOGÍA (HAUN)

Sólo se midió en el segundo ensayo por el problema de corte de plantas del primer ensayo. Esta se realizó a los 30 días postsiembra con 10 plantas por tratamiento, elegidas al azar, a las cuales se les midió la fenologia utilizando la escala Haun.

## F. ANALISIS ESTADISTICO

El análisis de la información de temperatura en el surco, humedad en el suelo del surco y el entresurco, profundidad de siembra (media y coeficiente de variación), velocidad de emergencia e implantación se realizó a través de los siguientes modelos estadísticos:

$$1) Y_{ijk} = U + S_i + A_j + (S \times A)_{ij} + \text{REP}(S)_{k(i)} + E_{ijk}$$

$$2) Y_{ijkl} = U + S_i + A_j + (S \times A)_{ij} + \text{REP}(S)_{k(i)} + E(a) + R_l + (R \times S)_{il} + (R \times A)_{jl} + (R \times S \times A)_{ijl} + E(B)$$

donde: U= media general

$S_i$ =efecto situación

$A_j$ =efecto abresurco

$R_k$ =efecto rastrojo

$\text{REP}(S)_{k(i)}$ = efecto repetición

El modelo 1, se usó sin el tratamiento de rastrojo para poder incluir al abresurco de zapata T invertida, que no pudo sembrar en condiciones de rastrojo debido a que este bloqueo las zapatas impidiendo la siembra.

El modelo 2, incluyó todos los tratamientos menos el abresurco de zapata t invertida, en ambos tratamientos de rastrojo.

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

### **A - CARACTERIZACION DEL AÑO**

Las precipitaciones ocurridas en el año 1996 fueron escasas durante junio y julio, determinando que en el período en que se realizó el experimento el suelo se encontrará con un importante déficit hídrico, condiciones que no son normales en nuestro país en los meses de invierno.

El hecho de ser un año seco no permitió que se manifestaran algunas de las limitantes que surgen en inviernos lluviosos cuando se usan las máquinas de siembra directa, como son el embarrado y compactación de las paredes del surco, problemas de fitotoxicidad debido a la degradación del rastrojo, que disminuyen la velocidad de emergencia y el porcentaje de implantación.

El desempeño de los abresurcos estuvo afectado directamente por la falta de agua en el suelo, lo que debe considerarse como una limitante del trabajo.



Cuadro 1. - Precipitaciones mensuales del año 1996 y el promedio de los últimos 20 años.

MES	Media 20 años	1996
ENERO	104	99
FEBRERO	142	122
MARZO	140	89
ABRIL	134	273
MAYO	88	22
JUNIO	64	29
JULIO	63	17
AGOSTO	51	7
SETIEMBRE	80	63
OCTUBRE	142	44
NOVIEMBRE	143	125
DICIEMBRE	104	183

## B - CALIBRACION DE LAS MAQUINAS

En primera instancia se efectuó la calibración estática de las máquinas para sembrar 35 semillas por metro lineal. Luego se realizó una segunda calibración, en este caso con las máquinas en movimiento, para verificar la cantidad de semillas sembrada en condiciones de trabajo, (cuadro 2).

Cuadro 2. - Número de semillas en el metro lineal sembradas por las máquinas en la calibración estática y dinámica y diferencia entre las calibraciones en porcentaje.

	Calibración Estática	Calibración Dinámica	% diferencial
Monodisco	35	47	34
Dobledisco*	35	37	6
Tripledisco	35	38	9
Zapata "T" invertida	35	80	129

- Es la misma calibración para cuando se uso con y sin rueda compactadora.

En todas las máquinas se registró diferencias entre la calibración estática y dinámica.

Generalmente la calibración de la sembradora se realiza con la máquina estática por lo cual, desde el punto de vista práctico, cuanto mayor sea la diferencia que se genere entre ambas calibraciones mayor será el gasto de semilla y mayor la población de plantas logradas con respecto a lo esperado. Estos dos hechos son desventajosos desde el punto de vista económico y productivo, el primero por mayor costo en semilla y el segundo por competencia entre plantas.

En los resultados presentados en el trabajo el porcentaje de implantación fue obtenido corrigiendo el número de plantas registrado en el campo por la calibración dinámica.

## C - CARACTERIZACION DEL AMBIENTE SUELO DETERMINADO POR CADA MAQUINA.

### a) HUMEDAD EN EL SUELO

En el Cuadro 3 se presenta el efecto de las variables analizadas sobre la humedad en el surco de siembra, cuantificada a través del Cuadrado Medio y su significancia

Cuadro 3. - Cuadrado Medio Total y su nivel de significación para la humedad en el surco de siembra en 4 momentos de la implantación. Medida a 7 cm de profundidad.

F. de Variación	Gl	H1		H2		H3		H4	
		CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.
Abresurcos	3	18.9	*	5.5	ns	13.5	*	4.2	*
Sitio	1	47.6	*	6.1	ns	23.4	*	12.8	*
Sitio * abresurcos	3	2.4	*	0.8	ns	1.1	ns	1.9	ns
Rastrojo	1	9.0	ns	13.4	*	14.8	*	3.4	ns
Sitio* rastrojo	1	1.1	ns	10.9	*	3.2	ns	2.3	ns
Abresurcos * rastrojo	3	1.3	ns	1.7	ns	0.05	ns	5.9	ns
Sitio * abresurcos * rastrojo	3	0.6	ns	1.0	ns	0.3	ns	0.99	ns
CV (%)		18.9		12.7		16.2		24.8	
MEDIA		9.2		9.3		7.4		9.5	

ns = no significativo \* =  $p < 0.1$

Existió un efecto significativo del tipo de abresurco y el sitio en los momentos H1, H3 y H4. La humedad en el surco fue significativamente superior en la situación 1 (SD-SD) que en la 2 (SD-LC). (Cuadro 4)

Cuadro 4. - Humedad en el surco en 4 momentos de la implantación según situación 1 y 2, para el promedio de los abresurcos y rastrojo. Medida a 7 cm de profundidad.

	H1	H2	H3	H4
Situación 1	10.2 a	9.7 a	8.3 a	10.1 a
Situación 2	7.2 b	8.8 a	6.6 b	8.8 b

- Valores seguidos por igual letra dentro de columna no difieren entre sí ( $p < 0.01$ )

La existencia de mayores valores de humedad en el surco en la situación 1 concuerda con el trabajo de Meek (1990), quien observó que en situaciones de cero laboreo el sistema de macroporos se preserva, resultando en altas tasas de infiltración durante un cultivo precedido por uno perenne. Aún en el momento H2 donde no hubo diferencia estadística entre las situaciones, existió la tendencia a ser más húmeda la situación 1.

Cuadro 5. - Humedad en el suelo en el surco según tipo de abresurco para el promedio de los tratamientos de cantidad de rastrojo y situaciones 1 y 2, medida a 7 cm de profundidad.

	H1	H2	H3	H4
Monodisco	10.5 a	9.0 a	8.0 a	10.0 a
Dobledisco s/r. compactadora	9.0 a	9.8 a	8.4 a	9.3 ab
Dobledisco c/r. compactadora	9.4 a	10.1 a	7.8 a	10.0 a
Tripledisco	6.0 b	8.3 a	5.5 b	8.5 b

- Los valores seguidos de letras iguales, dentro de columnas, indican que no difieren entre sí ( $p < 0.07$ ).

El abresurco tripledisco se diferenció significativamente del resto de los abresurcos, la tendencia se mantuvo en todo el período. La menor humedad en el surco, registrada por este abresurco, se explica por el pequeño laboreo que realizó en el suelo en el momento de la siembra, quedando éste rugoso, favoreciendo las pérdidas de agua. El mismo efecto fue observado por Gould (1996) con un abresurco de discos, este autor encontró que los factores que contribuían a la pérdida de humedad son: el suelo que se pega a los discos quedando removido, el rastrojo dentro del surco y las ruedas compactadoras que no logran cerrar el surco.

No se registró diferencia en la humedad en el suelo del surco cuando se usó el abresurco doblesurco con y sin rueda compactadora, aunque en la H4 hubo tendencia a ser más seco, el suelo, cuando no se usó la rueda compactadora (no se diferenció de la triplesurco).

En el entresurco, al momento H2 sólo se detectó un efecto de la cantidad de rastrojo sobre el suelo (Cuadro 6).

En el suelo con rastrojo la humedad fue 10.9% y 10.1% para sin rastrojo. Con rastrojo existió la tendencia a ser más húmedo, debido a que éste cubre el suelo, disminuyendo la evaporación del agua, determinando de esta manera mayores valores de humedad en el suelo. Johnson et al 1984; Schneider y Gupta, 1985; Al-Darby et al 1987; Fortín, 1993; Azooz et al 1995, citados por Swan et al 1996.

Cuadro 6. – Cuadrado Medio Total y su nivel de significación para la humedad en el entresurco de siembra en 4 momentos de la implantación. Medida a 7 cm de profundidad.

F.de Variación	Gl	H2		H3		H4	
		CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.
Bl (sitio)	1	0.9	ns	69.1	*	11.1	*
Abresurcos	3	1.4	ns	6.9	ns	2.8	*
Sitio	1	2.6	ns	15.8	*	7.7	*
Sitio * Abresurcos	3	2.0	ns	1.1	ns	2.2	ns
Rastrojo	1	5.7	*	0.3	ns	2.3	ns
Sitio* rastrojo	1	2.9	ns	0.03	ns	2.3	ns
Abresurcos* rastrojo	3	0.99	ns	1.3	ns	0.03	ns
Sitio * abresurcos * rastrojo	3	0.7	ns	1.7	ns	1.6	ns
CV (%)		11.7		13.2		12.4	
MEDIA		10.5		9.9		11.4	

ns = no significativo \* =  $p < 0.1$

El efecto del tipo de abresurco se manifestó recién al momento H4 (16 días postsiembra), donde el tripledisco determinó el menor nivel de humedad en el suelo. En promedio, la humedad en el entresurco fue un 2.3 % mayor que en el surco con el abresurco tripledisco. Esta diferencia fue sólo de 1.2 % para el monodisco. El abresurco dobledisco, con o sin rueda compactadora tuvo un comportamiento intermedio.

El abresurco de zapata se utilizó en los tratamientos sin rastrojo, debido a problemas de funcionamiento de la máquina en estas condiciones. El rastrojo fue arrastrado por las zapatas levantando la máquina e impidiendo la siembra. Baker (1993), encontró la misma dificultad, para lo cual propuso sembrar separando las zapatas, pero esto crearía distancias entre hileras no deseadas. (Cuadro 7)

Cuadro 7. - CMT y su nivel de significación para la humedad en el surco en 4 momentos de la implantación. Sin rastrojo. Medida a 7 cm de profundidad.

	Gl	H1		H2		H3		H4	
		CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.
Abresurcos	3	11.1	*	7.2	*	8.4	*	5.3	*
Sitio	1	31.0	*	11.7	*	22.7	*	3.7	ns
Sitio * abresurcos	3	2.1	ns	2.0	ns	0.8	ns	1.8	ns
CV (%)		18.0		15.2		21.7		14.1	
MEDIA		8.8		9.1		7.1		9.3	

ns = no significativo \* =  $p < 0.1$

En este caso, existió un efecto significativo del tipo de abresurco sobre la humedad en el surco en los 4 momentos evaluados. El abresurco zapata T invertida no se diferenció del monodisco ni del dobledisco. Para las cuatro fechas, los menores contenidos de humedad se registraron con el abresurco tripledisco. (figura 1)

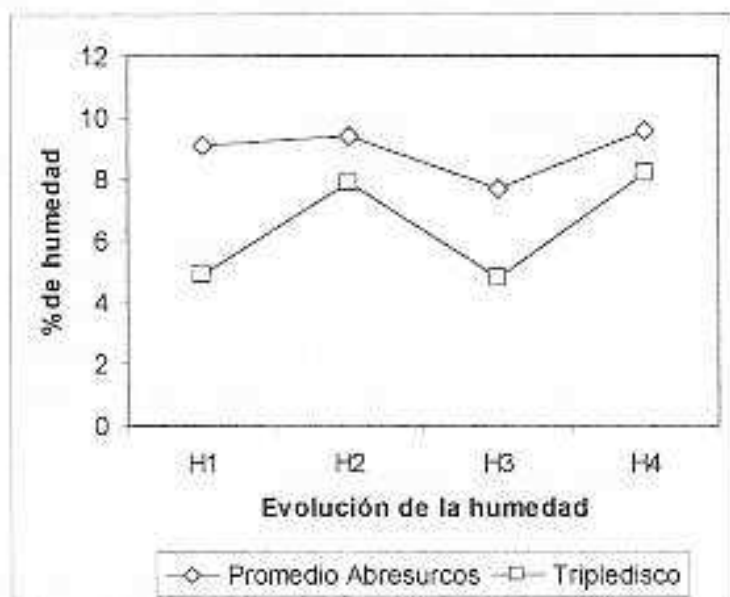


Figura 1. –Humedad en el suelo en el surco del triplesdisco y promedio del resto de los abresurcos, en los tratamientos sin rastrojo. Medida a 7 cm de profundidad.

En el entresurco, el abresurco de zapata T invertida no se diferenció del comportamiento presentado por el monodisco, pero determinó una diferencia en la humedad con el surco similar a la del triplesdisco.

Existieron diferencias entre el uso del doblesdisco con y sin rueda compactadora (manifestado como tendencia para el promedio de con y sin rastrojo), estas diferencias fueron más importantes en la situación 2 (LC-SD). (Cuadro 8).

Cuadro 8. - Humedad en el suelo del entresurco según tipo de abresurco sin rastrojo en promedio de las situaciones 1 y 2, medida a 7 cm de profundidad.

	Situación 1	Situación 2
Monodisco	11.0 bc	12.0 ab
Dobledisco c/r. Compactadora	13.0 ab	11.0 bc
Dobledisco s/r. Compactadora	12.0 ab	10.0 c
Tripledisco	12.0 ab	9.0 c
Zapata "T" invertida	13.0 ab	12.0 ab

- Los valores seguidos de letras iguales, indican que no difieren entre sí ( $p < 0.1$ ).

#### b) TEMPERATURA EN EL SURCO

La temperatura del suelo donde esta la semilla influye en la germinación y crecimiento de las plantulas (Unger 1988). En apéndice 1 se resume el efecto de los abresurcos sobre la suma térmica en 3 periodos.

Cuadro 9. - Evolución de la suma térmica a los 9, 17 y 24 días desde la siembra en las situaciones 1 y 2. Medida a profundidad de siembra.

	Suma térmica 1	Suma térmica 2	Suma térmica 3
Situación 1	109 a	185 a	243 a
Situación 2	111 b	190 b	250 b

- Valores seguidos de letras iguales, dentro de columnas, no difieren entre sí ( $p < 0.005$ )

Las sumas térmicas registradas en la situación 1 fueron independientes de la presencia de rastrojo y menores en comparación con la situación 2, por lo tanto fue el laboreo anterior el que afectó las temperaturas. Estas diferencias se ampliaron con el tiempo, pasando de 3 °C en el primer periodo a 7 °C en el tercero.

Gupta (1983), estudiando los efectos del laboreo y sistemas de manejo del rastrojo en las propiedades físicas del suelo, determinó que la disminución de temperatura fue debida primero a la presencia de rastrojo y luego a la perturbación del suelo, obteniendo en un suelo no labrado sin rastrojo mayores temperaturas que en un



suelo no laborado con rastrojo, explicado esto por la cobertura del rastrojo sobre el suelo. La diferencia puede radicar en el lugar de la determinación de la temperatura, ya que en este trabajo, la misma corresponde al surco de siembra, donde el efecto del rastrojo puede ser menor.

En las gramíneas la extensión de la hoja es controlada por la temperatura del ápice, Hay (1977), por lo tanto en la situación 1 el crecimiento de los brotes será veraz perjudicado.

Cuadro 10. - Evolución de la suma térmica a los 9, 17 y 24 días desde la siembra para cada abresurco. Medida a profundidad de siembra.

ABRESURCO	Suma térmica 1	Suma térmica 2	Suma térmica 3
MONODISCO	110 a	187 b	245 b
DOBLEDISCO s/ r. compactadora	111 a	190 a	249 a
DOBLEDISCO c/ r. compactadora	111 a	189 a	248 a
TRIPLEDISCO	108 b	186 b	244 b

- Los valores seguidos de letras iguales indican que no difieren entre sí ( $p < 0.1$ ).

La temperatura en el surco fue baja con el abresurco tripledisco en todas las fechas y a partir del segundo periodo no se diferenció del monodisco. Los bajos valores de suma térmica que tuvo el tripledisco, comparado con el resto de los abresurcos; fueron debido a la pequeña labranza al momento de la siembra, lo que dejó el suelo rugoso, determinando pérdidas de humedad, ya mencionadas, teniendo como consecuencia disminución de temperatura debido a la evaporación del agua.

El tripledisco es el que registró las menores temperaturas en ambas situaciones, siendo junto con el abresurco monodisco los más afectados por el laboreo anterior, ya que pasar de un suelo compactado a uno más suelto implicó 10 °C más de suma térmica respectivamente ( $p < 0.2$ ).

Estos resultados se explican porque la situación 1 provenía de una pradera de tercer año, lo cual implicó que fuera más compactado que la situación 2, (laboreado el año anterior al experimento, para un cultivo de cebada), lo que determinó un ambiente más húmedo y frío, lo cual concuerda con observaciones realizadas por Dalal (1989).

Para situaciones sin rastrojo, donde se comparó el abresurco de zapata T invertida, éste abresurco no se diferenció del dobledisco, alcanzando una sumatoria de temperatura de 250 °C en el tercer periodo. (Apéndice 2).

En general los abresurcos tuvieron tenores de humedad y suma térmica similar a excepción del tripledisco que determinó un ambiente frío y seco para la semilla. Baker (1993) caracterizó al tripledisco como un abresurco que genera un ambiente desfavorable para la semilla en cuanto a vapor de agua y oxígeno, además de embarrar y compactar las paredes del surco, recogiendo rastrojo dentro de éste.

## D. PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

La variación en la distribución de la semilla en el surco, determinada por la profundidad de siembra, define los patrones de emergencia en suelos no sujetos a estrés hídrico. (Choudhary et al., 1981 b).

El promedio de profundidad de siembra lograda por cada abresurco, fue afectado por la interacción entre tipo de abresurco y cantidad de rastrojo. Los abresurcos tuvieron la tendencia a sembrar más profundo cuando el rastrojo estuvo presente a excepción del abresurco monodisco. (Cuadro 11).

Cuadro 11. - Promedio de profundidad de siembra (en cm) según tipo de abresurco y cantidad de rastrojo.

	Sin rastrojo	Con rastrojo
MONODISCO	3.8 ab	3.2 b
DOBLEDISCO C/r. Compactadora	2.5 b	2.6 b
DOBLEDISCO S/r compactadora	2.6 b	4.5 a
TRIPLEDISCO	3.2 b	3.4 ab
ZAPATA "T"	2.2	

- Valores seguidos de igual letra no difieren entre sí ( $p < 0.04$ )
- T invertida es diferente de doble disco con y sin rueda compactadora ( $p < 0.08$ ).

El abresurco monodisco sembró a menor profundidad en condiciones de rastrojo, esto sucedió porque el disco al no poder cortar el rastrojo lo enterró. (cuadro 12)

Cuadro 12. - Nivel y kilos de materia seca de rastrojo por hectárea en el surco según tipo de abresurco en las situaciones 1 y 2.

ABRESURCOS	Situación 1	Situación 2
Monodisco	Alto 3563	Alto 5230
Dobledisco c/r. Compactadora	Alto 3563	Bajo 4510
Dobledisco s/r. Compactadora	Bajo 1537	Medio 4870
Tripledisco	Bajo 1537	Bajo 4510

La profundidad de siembra del abresurco dobledisco con rastrojo en superficie dependió del uso o no de la rueda compactadora, aún cuando se la reguló una sola vez. Cuando se usó la rueda compactadora la profundidad de siembra fue menor, lo que puede ser consecuencia del trabajo de la rueda compactadora.

En la situación 1 (SD-SD), el monodisco y dobledisco con rueda compactadora determinó dos veces más rastrojo dentro del surco que con el tripledisco o el dobledisco sin rueda compactadora. En la situación 2 (LC-SD), donde la resistencia del suelo al corte es menor, las cantidades absolutas fueron mayores, manteniéndose el monodisco como el abresurco que incorporó más rastrojo.

## E. IMPLANTACION, CRECIMIENTO Y DESARROLLO

### a) VELOCIDAD DE EMERGENCIA

La velocidad de emergencia estuvo afectada el tipo de abresurco y la interacción entre situación 1 y 2 con el rastrojo (Cuadro 13).

Cuadro 13.- Velocidad de emergencia en porcentaje de plantas emergidas en el primer muestreo, dada por la interacción situación 1 y 2 con el rastrojo, para el promedio de los abresurcos.

	Situación 1	Situación 2
Sin rastrojo	10.5 a	22 b
Con rastrojo	8.4 a	11 a

- Valores seguidos de igual letra no difieren entre sí ( $p < 0.03$ )

La situación 1 tuvo 50% menos de emergencia, con respecto a la situación 2 sin rastrojo. Las diferencias entre ambas situaciones, se debió al efecto benéfico del laboreo convencional realizado, en la situación 2 el año anterior, que mejoró las condiciones físicas del suelo. El rastrojo eliminó las diferencias entre las situaciones 1 y 2.

Cuadro 14. - Velocidad de emergencia en porcentaje de plantas emergidas en el primer conteo, determinada por cada abresurco en el promedio de las situaciones 1 y 2, con y sin rastrojo.

	Velocidad de emergencia
Monodisco	6.5 b
Dobledisco c/r. compactadora	18.3 a
Dobledisco s/r. Compactadora	20.3 a
Tripledisco	6.3 b

- Valores seguidos de igual letra no difieren entre sí ( $p < 0.02$ )

Los abresurcos monodisco y tripledisco determinaron un 50% menos de emergencia, que el abresurco dobledisco con o sin rueda compactadora.

La baja velocidad de emergencia lograda por estos abresurcos fue por el desfavorable ambiente generado, en temperatura para la emergencia de la semilla; además el tripledisco tuvo bajos tenores de humedad y el monodisco altos niveles de rastrojo enterrado que pudieron retrasar la emergencia.

El efecto del rastrojo sobre el cultivo que le sucede se manifiesta a través de la disminución de la temperatura, dinámica de nutrientes y agua (Willis y Ameniya 1973 y Gupta 1981,1982). El retraso del establecimiento de plantulas, por la presencia de rastrojo en el surco, se explica porque el rastrojo impide un buen contacto suelo semilla (Chastain, 1995).

Sin rastrojo existió efecto de las situaciones 1 y 2 en la velocidad de emergencia, teniendo un 50% menos de emergencia en la situación 1 con respecto a la 2. (11 y 22% respectivamente).

Cuadro 15. - Velocidad de emergencia en porcentaje de plantas emergidas en el primer muestreo, determinada por cada abresurco en el promedio de las situaciones 1 y 2, sin rastrojo.

	Velocidad de emergencia
Monodisco	9.0 b
Dobledisco c/r compactadora	24.0 a
Dobledisco s/r compactadora	24.4 a
Tripledisco	8.0 b
Zapata "T" invertida	18.0 a

- Valores seguidos de igual letra no difieren entre si ( $p < 0.07$ )

Sin rastrojo las velocidades de emergencia de los abresurcos fueron mayores que con rastrojo, teniendo ambos tratamientos el mismo orden de emergencia (no hubo interacción).

El abresurco de zapatas se comportó igual al dobledisco con y sin rueda compactadora, obteniendo alta velocidad de emergencia.

## b) IMPLANTACIÓN

La implantación se tomó como la cantidad de plantas que hubo en el último muestreo, o sea cuando la emergencia de plantas se estabilizó, corregido por la calibración dinámica de las máquinas.

La implantación estuvo afectada por la presencia del rastrojo, durante todo el periodo, eliminando las diferencia entre los abresurcos, ésta sólo se visualizó en la velocidad de emergencia.

Para el promedio de los abresurcos la presencia de rastrojo determinó bajos valores de emergencia e implantación, con respecto a los tratamientos sin rastrojo ( $p < 0.08$ ).

La menor implantación en los tratamientos con rastrojo, se debió a que, interfiere en las operaciones de la siembra, se entierra limitando el contacto suelo semilla y produce efectos fitotóxicos para la semilla (Gould, 1996). Además influye durante la siembra en la uniformidad y la profundidad (Swan, 1996). Determina un ambiente frío y húmedo para la germinación de la semilla (Meek et al 1990).

En condiciones sin rastrojo hubo diferencias significativas en implantación entre abresurcos. (Cuadro 16)

Cuadro 16. - Porcentaje de implantación determinada por cada abresurco, para el promedio de las situaciones 1 y 2, sin rastrojo.

	Implantación %
Monodisco	55 a
Dobledisco c/r. compactadora	68 a
Dobledisco s/r. compactadora	58 a
Tripledisco	58 a
Zapata "T" invertida	31 b

- Valores seguidos de igual letra no difieren entre si ( $p < 0.03$ )

Los bajos valores en velocidad de emergencia obtenidas por el tripledisco y el monodisco, fueron superados en la implantación. Mientras que el abresurco zapata T invertida, que no se había diferenciado del abresurco con alta velocidad de emergencia, obtuvo bajo porcentaje de implantación. No hubo diferencia entre los abresurcos de discos.

El abresurco dobledisco consiguió 10% más de implantación cuando se usó la rueda compactadora, aunque las diferencias no fueron significativas.

### c) CRECIMIENTO Y DESARROLLO

En la primera siembra (bloque 1) no se pudo medir crecimiento y desarrollo, debido al daño de heladas e isocas. Castiglioni y Benitez que evaluaron el daño de isocas en este experimento, determinaron, que independientemente del tipo de abresurco, hubo un efecto significativo de pérdidas de plantas, por daño de isocas en los tratamientos sin rastrojo. Mientras, que los tratamientos con rastrojo, se encontró mayores poblaciones de isocas en cultivos que tuvieron más tiempo de siembra directa, en comparación con los de laboreo convencional.

No existieron diferencias significativas en fenología, peso aéreo y peso de raíz, a los 25 días de la segunda siembra, entre tipo de abresurco, situación 1 y 2 y rastrojo.

Chaudhry et al (1988), midieron el peso aéreo y de raíz, a los 21 días de la siembra de un cultivo de Cebada, realizada con zapata y tripledisco, resultando las plantas sembradas con zapata con mayor peso de raíz y tallos, con respecto al tripledisco



## V CONCLUSIONES

1. La deficiencia de agua en el suelo, en el período del experimento, no permitió que se visualizaran las limitantes del uso de las máquinas de siembra directa en invierno.
2. Los abresurcos tripledisco y monodisco determinaron baja velocidad de emergencia con respecto a los abresurcos doblesdisco con y sin rueda compactadora y zapata "T" invertida.
3. No se registró diferencias de implantación entre los abresurcos de discos.
4. Dentro de los abresurcos de disco, el doblesdisco con rueda compactadora mostró tendencia a mayor implantación.
5. En situación de rastrojo retirado existió diferencia significativa, en implantación entre el abresurco de zapata "T" invertida y los abresurcos de discos.
6. No se determinaron diferencias significativas en fenología, peso aéreo y peso de raíz entre los distintos abresurcos.
7. Los resultados obligan a seguir investigando en este tema, debido a que se encontró diferencias en usar abresurco de zapata o de disco, aún en condiciones de un invierno seco.

## VI RESUMEN

Durante los meses de junio y julio de 1996 se realizaron dos experimentos en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, departamento de Paysandú, para evaluar el efecto del tipo de abresurco de las sembradoras de siembra directa en la implantación y el crecimiento inicial de la Cebada cervecera.

Se utilizaron cuatro tipos de abresurcos: Monodisco, Doblodisco con y sin rueda compactadora, Tripledisco y Zapata "T" invertida.

Se sembró sobre un suelo Brunosol Eútrico/Subéutrico de la formación San Manuel, en dos situaciones de laboreo anterior diferentes: situación 1-pradera de tercer año enmalezada y situación 2-la misma pradera en la que se realizó en el año 1995 un cultivo de Cebada cervecera con laboreo convencional; cada situación contó con parcelas con rastrojo en la superficie, y parcelas en las cuales el rastrojo se cortó y retiró de la chacra.

El diseño utilizado fue parcelas divididas con dos repeticiones; analizándose los resultados utilizando el paquete estadístico S.A.S. versión 6.11 .

Los abresurcos monodisco y tripledisco registraron 50% menos de plantas en el primer muestreo, con respecto al doblodisco (con y sin rueda compactadora) y la zapata "T" invertida; sin detectarse diferencias significativas en la implantación final entre los abresurcos de discos, y sí entre éstos (55-58%) y la zapata "T" invertida (31%).

En peso aéreo, peso de raíz y fenología no se determinaron diferencias significativas entre los distintos de abresurcos.

## VII. SUMMARY

Two experiments were conducted in June and July 1996 in E.E.M.A.C., Paysandú to evaluate the effects of different coulters of direct-drill on the implantation and early growth of barley.

The coulters systems evaluated were: one disk, double disk (with and without press wheel), triple disk and a "T" inverted hoe.

The experiments (sites) were established on a "Brunosol Eútrico/Subeútrico" soil, and differed on the previous tillage; the site 1 was located on a weedy permanent grass (3<sup>th</sup> year) and the site 2 on the same pasture but where in 1995 crop of barley was sowed in conventional tillage.

There were plots with mulch and plots where the mulch was cut and took off in each situation.

The experimental design was a split plot with two replications. Data were analyzed using the S.A.S 6.11 statistical package.

The number of plants obtained with one disk and triple disk coulters was 50% lower than with double disk (independently of the presence of a press wheel) and "T" inverted hoe.

There were no significant differences on implantation between coulters-disk, while the "T" inverted hoe and the coulters disks were (31% vs. 55-58%).

Air part weight, root weight and phenology were no different in the different coulters.

### VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ANKENY, M.D.; KASPAR, T.C.; PRIEKSAT, M.A. 1995. Traffic effects on water infiltration in chisel-plow and no-till system. *Soil Science Society American Journal*. 59:200-204.
2. BAKER, C.J. 1993. The evolution of "cross slot" no-tillage planters and drills. In *Congreso Nacional de Siembra Directa*, 2do., Córdoba. Argentina. 104-116.
3. CASTIGLIONE, E.; BENITEZ, A. 1997. Incidencias de isocas según manejo del suelo y del rastrojo. *Revista Cangue*. Facultad de Agronomía, Paysandú. 9:21-24.
4. CONDÓN, F.; GHELFI, J.; PONS, C. 1995. Manejo del rastrojo de cebada para la siembra de girasol de segunda. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 63 p.
5. CHAUDHRY, A.D.; BAKER, C.J.; SPRINGETT, J.A. 1987. Barley seedling establishment by direct drilling in a wet soil. 2. Effect of earthworms, residue and openers. *Soil and Tillage Research*. 9:123-133.
6. CHAUDHRY, A.D.; BAKER, C.J. 1988. Barley seedling establishment by direct drilling in a wet soil. 1. Effect of openers under simulated rainfall and high water-table conditions. *Soil and Tillage Research*. 11:43-61.
7. CHAUDHRY, A.D.; GUO PEI YU; BAKER, C.J. 1985. Seed placement effects on seedling establishment in direct-drilled fields. *Soil and Tillage Research*. 6:79-93.
8. DALAL, R.C. 1989. Long-term effects of no-tillage, crop residue and nitrogen application on properties of a Vertisol. *Soil Science Society American Journal*. 53:1511-1515.
9. GUPTA, S.C.; LARSON, W.E.; ALLMARAS, R.R. 1984. Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage-surface residue conditions. *Soil Science Society of America*. 48(2):223-232.
10. GOULD, N.S.; PEAKE, D.C.; DALGLIESH, N.P. 1996. No-tillage planters for heavy-textured Alfisols in the semi-arid tropics of Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 36:957-970.

11. HAY, R. K. M; HOLMES, J.C.; HUNTER, E. A. 1978. The effects of tillage, direct drilling and nitrogen fertiliser on soil temperature under a barley crop. *Journal of Soil Science*. 29 (2) 174-183
12. LACA,E.,ERNST,O.1983. Alelopatia - Un factor de manejo?. *Revista de la AIA*. Miscelánea.1(3):182-203.
13. JOHNSON,M.D.,LOWERY,B.1985. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. *Soil Science Society American Journal*.49:1547- 1552.
14. LOVETT,J.V.;JESSOP,R.S.1992. Effects of residues of crop plants on germination and early growth of wheat.*Australian Journal Agricultural Research*.33:909- 916.
15. MEEK,B.D.;DETAR,W.R.;ROLPH,D.;RECHEL,E.R.;CARTER,L.M.1990. Infiltration rate as affected by an alfalfa and no-till cotton cropping system. *Soil Science Society American Journal*.54:505- 508.
16. SWAN,J.B.;KASPAR,T.C.;ERBACH,D.C.1996. Seed-row residue management for corn establishment in the northern US Corn Belt.*Soil Science Society American Journal*.40:55-72.
17. UNGER,P.W.1988. Residue management effects on soil temperature. *Soil Science Society American Journal*.52:1777-1782.

## IX APENDICE

### APÉNDICE N° 1

CMT y su significancia para la humedad en el entresurco en 4 momentos de la implantación. 5 máquinas. Medida a 7 cm de profundidad

F de Variación	Gl	H1		H2		H3		H4	
		CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.
Bl (sitio)	1	2.8	ns	3.0	ns	63.7	*	20.7	*
Maquina	3	1.6	ns	2.2	ns	1.5	ns	2.3	*
Sitio	1	61.9	*	6.1	*	5.7	*	9.7	*
Sitio maquina	* 3	0.1	ns	1.2	ns	1.2	ns	2.1	*
CV (%)		8.7		10.9		12.2		7.5	
MEDIA		11.4		10.2		9.9		11.3	

ns = no significativo \* =  $p < 0.1$

APENDICE N° 2

CMT y su significancia de la suma térmica desde la siembra y cada fecha de determinación. Medida en el surco a profundidad de siembra de cada maquina.

F. de Variación	Gl	Suma térmica 1		Suma térmica 2		Suma térmica 3	
		CM	sig.	CM	sig.	CM	sig.
Abresurcos	3	11.37 *		29.9 *		50.0 *	
Sitio	1	44.1 *		187.2 *		391.4 *	
Sitio * abresurcos	3	3.3 ns		8.7 ns		23.1 ns	
Rastrojo	1	3.0 ns		0.005 ns		1.4 ns	
Sitio* rastrojo	1	0.02 ns		1.6 ns		9.6 ns	
Abresurcos * rastrojo	3	0.84 ns		3.5 ns		2.1 ns	
Sitio * abresurcos * rastrojo	3	0.72 ns		1.9 ns		2.0 ns	
CV (%)		1.10		0.8		1.5	
MEDIA		110		188		246	

ns = no significativo \* =  $p < 0.1$

APENDICE N° 3

CMT y su significancia en la velocidad de emergencia obtenida con los abresurcos de discos.

	Gl	CM	sig.
Bl (Sitio)	2	1804	*
Sitio	1	370	ns
Abresurco	3	448	*
Sitio*Abresurco	3	11	ns
Rastrojo	1	350	*
Abresurco*Rastrojo	3	26	ns
Sitio* rastrojo	1	163	ns
Sitio*Abresurco*Ra	3	75	ns
C.V.		73.7	
Media		12.8	

ns = no significativo \* =  $p < 0.09$



APENDICE N° 4

CMT y su significancia en la velocidad de emergencia obtenida con los abresurcos de discos. Con transformación  $x = (x + 0.5)^{0.5}$

	Gl	CM sig.
Bl (Sitio)	2	0.5 *
Sitio	1	0.03 ns
Abresurco	3	0.1 *
Sitio*Abresurco	3	0.001 ns
Rastrojo	1	0.063 *
Abresurco*Rastrojo	3	0.002 *
Sitio* rastrojo	1	0.05 *
Sitio*Abresurco*Ra	3	0.02 ns
C.V.		34.7
Media		0.31

ns = no significativo \* =  $p < 0.08$

APENDICE N° 5

CMT y su significancia en la velocidad de emergencia obtenida con todos los abresurcos.

	GI	CM	sig.
BI (Sitio)	2	225	*
Sitio	1	60	*
Abresurco	3	31	ns
Sitio*Abresurco	3	8	ns
C. V.		65.8	
Media		5.8	

ns = no significativo \* =  $p < 0.08$

APENDICE N° 6

CMT y su significancia en la implantación obtenida con los abresurcos de discos.

	Gl	CM	sig
Bl (Sitio)	2	1031	*
Sitio	1	212	ns
Abresurco	3	364	ns
Sitio*Abresurco	3	47	ns
Rastrojo	1	591	*
Abresurco*Rastrojo	3	84.7	ns
Sitio*rastrojo	1	180	ns
Sitio*Abresurco*Ra	3	221	ns
C.V.		21	
Media		55	

ns = no significativo \* =  $p < 0.09$

APENDICE N° 7

CMT y su significancia en la implantación obtenida con todos los abresurcos.

	Gl	CM	sig
BI (Sitio)	2	9.3	ns
Sitio	1	0.14	ns
Abresurco	3	89.4	*
Sitio*Abresurco	3	8.5	ns
C.V.		24	
Media		18,9	

ns = no significativo \* =  $p < 0.04$