

7. INCIDENCIA DEL MÉTODO DE SIEMBRA SOBRE LA PRECOCIDAD Y RENDIMIENTO DE FORRAJE EN VERDEOS DE INVIERNO

7.1 INTRODUCCIÓN

La adopción del método de siembra directa continúa aumentando. Las razones principales argumentadas por la mayoría de los empresarios son económicas: disminución de costos, simplicidad operativa, menores requerimientos de horas hombre para realizar las siembras y en último término surge como argumento la conservación de suelos.

Actualmente un porcentaje de empresas con historia de varios años aplicando siembra directa, que tienen sistemas intensivos lecheros o de producción de carne, que utilizan mayores cargas por unidad de superficie y animales pesados, están intercalando opciones de mínimo laboreo o laboreo convencional al inicio de la rotación o en alguna otra etapa de la misma aduciendo que requieren descompactar la zona más superficial del suelo.

El argumento principal radica en que la compactación de la zona superficial del suelo en sistemas de siembra directa con pastoreo animal disminuye la velocidad de infiltración del agua y promueve el escurrimiento superficial retardando el crecimiento de especies pos siembra principalmente en períodos cálidos y secos. Para solucionar en forma rápida, estos problemas, se intercala en la rotación opciones que incluyen algún tipo de laboreo. Probablemente el hecho de dejar un rastrojo abundante previo a la próxima siembra, alternativa que significa dejar crecer y no pastorear, sea una estrategia que mejore la estructura de la zona superficial del suelo, éste se compacte menos y el agua infiltre a mayor velocidad, sin embargo en sistemas pastoriles donde lo que interesa es utilizar y transformar el pasto en producto animal, esta opción en los predios es aplicada por una fracción minoritaria de empresarios.

En general para pasturas en el país hay poca información que compare estrictamente distintos métodos de siembra con el objetivo de cuantificar defectos y virtudes de cada opción (Formoso, 2005c, 2008b) y en los predios intensivos y medianamente intensivos un porcentaje de productores optan por la siembra directa mientras que otros persisten con el laboreo convencional. Últimamente en sistemas productivos pastoriles con muchos años de siembra directa se comenzaron a intercalar alternativas que incluyen algún tipo de laboreo. Esta estrategia es más frecuentemente adoptada por productores con establecimientos medianos y pequeños.

La ventaja de la siembra directa de pasturas en proveer un mejor piso que posibilita pastorear de mejor forma en períodos húmedos que el laboreo convencional es indiscutible, sin embargo el producto animal que se obtiene por unidad de superficie está relacionado con la cantidad y calidad de forraje que se produce, utiliza y convierte. Si la compactación de la zona superficial del suelo deprime el agua disponible dentro del perfil, disminuye el crecimiento y precocidad de las forrajeras, es altamente probable que baje el producto animal obtenible comparativamente con siembras realizadas sobre suelos menos compactados en su zona superficial debido a la aplicación de algún tipo de laboreo.

Trabajos con un menú importante de especies forrajeras anuales y perennes que comparaban estrictamente entre otras variables la siembra directa y el laboreo convencional del suelo ya fueron mostrados por Formoso, (2005c, 2007b, 2007d). En este trabajo se retoma el tema priorizando los verdeos de invierno en lo referente a producción estacional de forraje y precocidad de entrega del mismo.

7.2 RELACIONES PRODUCTIVAS ENTRE MÉTODOS DE SIEMBRA

Un resumen de trabajos desarrollados durante cuatro años en chacras de los sistemas de producción intensivos de producción de carne o leche localizados en La Estanzuela se resume en el cuadro 1. Dichos sistemas trabajan en forma comercial y adoptaron la siembra directa desde hace varios años, en los experimentos las siembras tanto con preparación convencional (LC) de suelo como en directa (SD) se realizaron con una sembradora con tren de siembra monodisco angulado. Los datos de métodos de siembra son estrictamente comparables puesto que se sembraban en el experimento el mismo día. El laboreo convencional consistía en una o dos pasadas de excéntrica y posterior afinado con disquera. Tanto en la opción de laboreo como de directa en diciembre se aplicaban de 4 a 6 litros/ha de glifosato. Las siembras se realizaban temprano en marzo, con el objetivo de adelantar el primer pastoreo, atributo muy importante dentro de sistemas intensivos.

Los resultados obtenidos repiten tendencias ya mostradas por Formoso, (2005c, 2007b, 2008a), donde en situaciones de LC, durante el período inmediato posterior a las siembras, la precocidad (rendimiento de forraje al primer pastoreo) y los rendimientos de forraje en períodos de 60 a 90 días posteriores a la siembra son en general superiores comparativamente a los registrados con SD (cuadro 1). En esta secuencia de trabajos la superioridad productiva del LC

varió entre 10 y 32% comparativamente con la SD. Los mayores rendimientos en la situación de LC se explican en parte por una superior disponibilidad de nitrógeno en el suelo, consecuencia de la mineralización de la materia orgánica promovida por el laboreo. Un segundo aspecto a tener en cuenta en suelos de texturas pesadas en régimen de pastoreo, consiste en los menores gastos energéticos requeridos por las raíces para alcanzar en menos tiempo mayores profundidades de exploración del perfil de suelo y pesos radicales por planta superiores. Esto posibilita explorar mayor volumen de suelo, requiriendo menores gastos energéticos por parte del sistema radical para crecer, consecuentemente, las plantas aumentan el crecimiento de su parte aérea por mayor disponibilidad de energía, priorizando la captación de la misma, promoviendo mayores tamaños del aparato foliar, más forraje.

Cuando luego de la siembra se registran situaciones de limitación de agua disponible para las plantas, que aún no desarrollaron plenamente su sistema radical, normalmente las ventajas a favor del LC aumentan. Cuando los laboreos se realizan en períodos muy próximos al momento de siembra generalmente dichos trabajos secan el suelo y puede no expresarse esa diferencia a favor del LC e inclusive invertirse, determinando mayores rendimientos en SD.

A medida que transcurre el tiempo luego del primer período pos siembra, invierno y primavera, las tendencias globales esperables indican que si no existió ninguna anomalía ambiental (encostramiento de suelo, exceso de agua en el perfil, presencia diferencial de malezas) los rendimientos de

Cuadro 1. Relación entre los rendimientos de forraje (kgMS/ha) por estación de cuatro verdeos de invierno sembrados en directa (SD) y con laboreo convencional de suelo (LC), relación LC/SD. Resumen de cuatro años de experimentos.

Verdeos de invierno					
	O	I	P	T	Siembras entre el 1 y 9 de marzo
LC/SD	1,10	1,01	0,96	1,02	Avena Estanzuela 1095a
LC/SD	1,19	0,96	0,81	1,02	Raigrás Estanzuela 284
LC/SD	1,32	1,05	1,06	1,12	Raigrás INIA Titán
LC/SD	1,14	1,11	1,08	1,11	Avena + Titán

O=otoño, I=invierno, P=primavera y T=total. Cocientes en rojo indican diferencia significativa ($P < 0.05$) entre LC y SD.

forraje en la opción de SD y LC tienden a igualarse. Con especies perennes, Formoso, (2007b), mostró que durante los períodos secos que normalmente se registran en nuestros ambientes entre fines de primavera y verano, en situaciones de suelos con arcillas expansivas, estos se agrietan, posibilitando un desarrollo radical en profundidad, atributo que normalmente hace desaparecer a mediano plazo diferencias tanto en rendimientos de forraje como en profundidades de exploración radical en especies perennes.

En otra secuencia de seis experimentos, utilizando una metodología similar a la comentada previamente, con la diferencia que los suelos presentaban una compactación superficial superior (sistema lechero intensivo) se comparaba la performance de especies anuales y perennes sembradas en condiciones estrictamente comparativas entre LC y SD, presentándose en el cuadro 2 la información referente a especies anuales. Las siembras se realizaron en la primera semana de marzo.

Con la excepción de trébol alejandrino, que en otoño los rendimientos entre las opciones de LC y SD no se diferenciaron

($P > 0.05$), y que además fueron muy bajos no sobrepasando los 300 kgMS/ha, en los verdeos restantes, tanto en otoño como en invierno, los rendimientos registrados en LC fueron superiores ($P < 0.05$) a los de SD. Estos resultados indican que en sistemas intensivos de producción pastoril con animales pesados, la compactación superficial del suelo que se origina, limita los rendimientos de forraje de las gramíneas utilizadas como verdeos (cuadro 2) puesto que con LC se registraron aumentos productivos que variaron entre 15 y 29%. Una situación especial la constituyó el trébol alejandrino, que se comporta como una especie muy afectada productivamente por la compactación del suelo, donde en invierno, el hecho de realizar LC previo a la siembra aumentó ($P < 0.05$) los rendimientos de forraje en un 61%, (cuadro 2).

En estas situaciones de compactación superficial de suelo, el laboreo no solamente aumentó los rendimientos de forraje por estación, sino que también incrementó fuertemente la precocidad medida como rendimiento de materia seca al primer pastoreo, atributo que en esquemas intensivos de producción es altamente relevante, (cuadro 3).

Cuadro 2. Relación entre los rendimientos de forraje obtenidos con suelo preparado con laboreo convencional (LC) o en directa (SD) en otoño e invierno en situaciones de fuerte compactación superficial del suelo.

	O	I	Siembras entre el 1 y 9 de marzo
LC/SD	1,23	1,15	Avena Estanduela 1095 a
LC/SD	1,26	1,19	Raigrás Estanduela 284
LC/SD	1,29	1,24	Raigrás INIA Titán
LC/SD	1,17	1,26	Avena + Titán
LC/SD	1,08	1,61	Trébol alejandrino INIA Calipso

O=otoño, I=invierno. Cicientes en rojo indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre LC y SD.

Cuadro 3. Precocidad, N° de días promedio para acumular 1.000 kg MS/ha de cinco forrajeras sembradas en SD, LC y mínimo labores (ML), sobre suelos compactados en la zona superficial. Siembras entre el 1 y 7 de marzo.

Especies	SD	LC	ML
Avena Estanduela 1095a	44b	35a	38a
Raigrás Estanduela 284	69b	57a	58a
Raigrás INIA Titán	72b	59a	62a

Letras iguales dentro de c/fila no difieren al nivel de $P < 0.05$.

En suelos compactados en su parte superficial, el hecho de sembrar en directa atrasa la precocidad, comparativamente con el laboreo convencional de suelo (LC) o el mínimo laboreo (ML). En ninguna de las especies el mínimo laboreo se diferenció de la preparación convencional del suelo. El ML consistió según las situaciones en una o dos pasadas de disquera provista de todos los discos escotados, donde se laboreaban los 5 a 8 cm superficiales del suelo según los casos. En las situaciones que se requirió doble pasada como consecuencia de compactación superficial excesiva, estas se realizaron con un ángulo de 45 grados entre ellas. El objetivo del mínimo laboreo consistió en descompactar la zona superficial del perfil de suelo y lograr preparar una buena cama de siembra.

Los rendimientos medios de forraje para cinco especies anuales considerando ocho trabajos realizados referentes a siembras tardías, de mayo-junio sobre rastrojos altos y bajos de sorgo para silo de grano húmedo o de planta entera, con períodos de crecimiento del orden de 200 días se muestran en el cuadro 4 (capítulo 3).

Trigo en el 75% de las situaciones produjo en SD de forma similar o superior a la opción de LC, siendo el cociente LC/SD de 1,02. Ambos materiales de raigrás también presentaron buen comportamiento en SD, siendo además los más productivos en términos de producción de materia seca. Avena presentó una frecuencia de situaciones con rendimientos superiores en la opción de LC, en tanto trébol alejandrino INIA Calipso presentó comportamiento donde los rendi-

mientos de forraje fueron similares o superiores en SD comparativamente con LC en el 62,5% de las situaciones.

El cociente de los rendimientos LC/SD indica que en avena y trébol alejandrino el LC aumenta los rendimientos de forraje entre un 14 y 11%, en trigo la producción de forraje en SD y con LC fue muy similar y con raigrás hay pequeñas diferencias productivas a favor del LC del orden de 8 a 9% (cuadro 4, capítulo 3).

En la secuencia de trabajos realizados, a nivel de ambientes, el encostramiento de suelo y la infestación de gramilla fueron los atributos que determinaron las mayores diferencias entre SD y LC con algunas especies.

En el cuadro 4 se resume en forma simplificada la precocidad media para cada especie para siembras tardías sobre rastrojos de sorgo, altos (RA) y bajos (RB), anexándose los coeficientes de variación como un parámetro estimador de la seguridad de obtención de las precocidades medias.

Para las cinco especies, en media los períodos para acumular una tonelada de materia seca fueron muy similares entre las opciones de SD y LC para situaciones de siembras tardías sobre rastrojos de sorgo, en suelos no compactados.

En condiciones comerciales de producción, es muy frecuente en el país, principalmente en las zonas extensivas la realización de siembras al voleo, con el objetivo principal de reducir costos de siembra. Si bien las siembras al voleo (sembradora pendular, de platos, siembra aérea) disminuyen

Cuadro 4. Precocidad, N° de días para acumular 1.000 kg MS/ha y coeficientes de variación (CV %) de cinco forrajeras sembradas en SD y LC, promedio de siembras sobre RA y RB de sorgo granífero.

Especies	SD		LC	
	Nº	CV	Nº	CV
Avena Estanzuela 1095 a	86	23,8	84	26,2
Trigo INIA Tijereta	96	36,0	98	34,5
Raigrás Estanzuela 284	95	15,0	93	22,0
Raigrás INIA Titán	107	23,5	104	22,6
Trébol alejandrino INIA Calipso	135	16,8	126	12,5

el costo de siembra, cuando estos se refieren a la cantidad y momento del forraje producido por siembras al voleo o en líneas, frecuentemente ocurre que las siembras al voleo presentan costos muy superiores de la unidad de materia seca.

Sobre el tema se realizaron una serie de experimentos donde se comparó la siembra en líneas realizada con sembradora provista de tren de siembra monodisco angulado, en suelos desarrollados sobre cristalino (5.02b) o en la serie Ecilda Paullier-Las Brujas, o sobre brunosoles de la formación Yaguarí (Serie de suelos Arroyo Blanco). A las chacras se les aplicaba glifosato entre 4 y 6 litros/ha dependiendo del tipo y nivel de enmalezamiento en diciembre, sembrándose en la última quincena de marzo. Los materiales y densidades de siembra que se utilizaron fueron, avena Estanduela 1095a (120 kg/ha), raigrás Estanduela 284 (18 kg/ha) y raigrás INIA Titán (30 kg/ha) como raigrás de ciclo largo, que además presenta un mayor tamaño de semilla.

En el cuadro 5 se resumen los resultados obtenidos en cinco experimentos. Dentro de cada situación las especies se sembraban el mismo día, en línea cuyos rendimientos se tomaron como base 100% y al voleo utilizando la misma sembradora de líneas, con los trenes de siembra levantados y desconectando los tubos de descarga de la semilla de tal forma que se sembrara al voleo. En dos situaciones se colocaron rastras de cadena detrás de la sembradora, con

el objetivo de mejorar el contacto semilla suelo y mover algo el suelo.

La información fue consistente, siempre las siembras al voleo con rastra o sin ella, para los tres verdeos produjeron significativamente menos ($P < 0.01$) que la siembra en líneas. Los rendimientos acumulados de otoño hasta fines de invierno (30/8), fueron en avena entre 69 y 47% menores que la siembra en líneas, en media el solo hecho de sembrar al voleo determinó que los rendimientos de forraje fueran un 56% menores; con raigrás 284 la situación mejora algo, siendo la máxima depresión de rendimiento un 59% menor y la mínima un 37% menor que los rendimientos registrados con la siembra en líneas, en media se produjo un 47% menos forraje. Titán, presentó una variación de rendimiento entre 63 y 39% menores que la siembra en líneas, la merma promedio fue de 56% (cuadro 5). Esta información debería ser tomada muy en cuenta en zonas extensivas de producción, puesto que en ella es donde se aplica masivamente la siembra al voleo.

Trabajos referentes a establecimiento de pasturas (Formoso, 2006a, 2007d), resaltan la supremacía productiva de las siembras en líneas utilizando sembradoras con trenes de siembra monodisco angulado provistas de mecanismos para controlar estrictamente la profundidad de siembra y el contacto semilla suelo, comparativamente con la siembra al voleo. Las siembras al voleo normalmente presentan una localización deficiente de

Cuadro 5. Rendimientos relativos de forraje en el período siembra al 30 de agosto de tres verdeos de invierno sembrados al voleo, tomando como base 100 los rendimientos de forraje obtenidos en la siembra en líneas.

AVENA	RAIGRÁS 284	RAIGRÁS Titán	Casos
45	56	39	1
52	41	37	2
31	63	61	3 (RC)
38	56	37	4
53	51	46	5 (RC)
44 (-56%)	53 (-47%)	44 (-56%)	Medias

RC= rastra de cadenas. Números en rojo=disminución promedio del rendimiento de forraje de la siembra al voleo, con relación a la siembra en líneas.

la semilla, quedando en superficie sin tapar o mal tapadas, con una alta dependencia a que ocurran períodos húmedos prolongados y continuos de tal forma que aseguren la germinación y flujo continuo de suministro de agua a la semilla y posteriormente a la plántula hasta una correcta emergencia. Evidentemente estos requerimientos de la siembra al voleo, constituyen opciones tecnológicas en principio más económicas, pero de muy alto riesgo, totalmente dependientes del suministro de agua continuo y donde los rendimientos de forraje que se obtienen en la mayoría de las situaciones son significativamente menores, (cuadro 5) generalmente en magnitudes muy importantes. Estas finalmente en general originan costos por unidad de forraje superiores en las siembras al voleo comparativamente con la de líneas. Obviamente que la precocidad de entrega de forraje en la siembra en líneas es muy superior a las de voleo, atributo también altamente relevante.

La dependencia del suministro continuo de agua a la semilla y la plántula determina que en general las siembras al voleo no solamente producen pasturas con potenciales productivos inferiores, sino que además las entregas de forraje se retardan en el tiempo. La colocación de la semilla en la línea, con buen contacto semilla-suelo, ubicada en zona próxima al frente de humedad del suelo y bien tapada, asegura mayores porcentajes de establecimiento, germinación y emergencia más rápida, atributos que finalmente se traducen en entregas de forraje de mayor magnitud y en menor tiempo, o sea, más precocidad.

En media para los cinco experimentos reportados en el cuadro 5, avena requirió un 48% más de tiempo para producir 1000 kgMS/ha cuando fue sembrada al voleo comparativamente con la siembra en línea, raigrás 284 un 59% más y Titán un 62% más. Esta información se visualiza claramente en el país cuando se realizan siembras al voleo a fines de marzo o abril de raigrás. Estos empiezan a aportar forraje en forma relativamente importante a fines de agosto y principalmente de setiembre en adelante. El método de siembra al voleo y las carencias

nutritivas, especialmente de nitrógeno, determinan que este verdeo sembrado en condiciones extensivas con el objetivo de producir en invierno, termina aportando realmente en primavera.

7.3 CONSIDERACIONES GENERALES

- Durante el período inmediato posterior a las siembras, la precocidad (producción de forraje al primer pastoreo) y los rendimientos de forraje en períodos de 60 a 90 días posteriores a la siembra son en general mayoritariamente superiores, entre 10 y 32%, en situaciones con LC del suelo comparativamente a los registrados con SD.
- Cuando pos implantación se registran situaciones de limitación de agua disponible para las plantas, que aún no desarrollaron plenamente su sistema radical, normalmente las ventajas a favor del LC aumentan.
- A medida que transcurre el tiempo luego del primer período pos siembra, en invierno y primavera, las tendencias esperables indican que si no existió ninguna anomalía ambiental, los rendimientos de forraje en la opción de SD y LC tienden a igualarse.
- En sistemas intensivos de producción pastoril con animales pesados y suelos compactados superficialmente, la compactación limitó los rendimientos de forraje de los verdeos y la precocidad en SD. Con LC se registraron aumentos productivos que variaron entre 15 y 29%.
- En siembras tardías pos cosecha de sorgo, tanto en SD como con LC los dos cultivares de raigrás produjeron los mayores rendimientos de forraje, trigo INIA Tijereta los menores y avena 1095 a y trébol alejandrino INIA Calipso presentaron una ubicación productiva intermedia, siendo avena la especie que pos-siembra creció más rápido y posibilitó realizar pastoreos antes que las restantes.

- En siembra tardía pos cosecha de sorgo, el cociente de los rendimientos LC/SD indica que en avena y trébol alejandrino el LC aumenta los rendimientos de forraje entre un 14 y 11%, en trigo la producción de forraje en SD y con LC fue muy similar y con raigrás hay pequeñas diferencias productivas a favor del LC del orden de 8 a 9%.
- Las siembras al voleo con rastra o sin ella, para avena, raigrás 284 y Titán produjeron significativamente menos ($P < 0.01$) que la siembra en líneas realizada con sembradora provista de tren de siembra monodisco angulado. Los rendimientos acumulados de otoño hasta fines de invierno (30/8) en avena disminuyeron en promedio 56%; en raigrás 284, 47%, mientras que Titán presentó una merma promedio de 56%.
- La información muestra que la única ventaja de la siembra al voleo es su costo inicial menor, los rendimientos de forraje y la precocidad en su entrega fueron sustancialmente menores.