

Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas

Organizan:

**INIA La Estanzuela y Com. Agricultura, Ganadería y Pesca,
Junta Deptal. de Colonia**

Teatro Bastión del Carmen, MARZO 2007

Serie Actividades de Difusión N°483

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|---|---------------|
| Ensilaje de grano húmedo <i>Donald Chalkling, Convenio INIA - SRRN</i> | 1 |
| Conceptos sobre implantación de Pasturas <i>Francisco Formoso, INIA La Estanzuela</i> | 17 |
| Manejo de Malezas en Pasturas <i>Amalia Rios, INIA La Estanzuela</i> | 39 |
| Fertilización fosfatada de Pasturas para producción lechera <i>Alejandro Morón, INIA La Estanzuela</i> | 51 |

ENSILAJE DE GRANO HÚMEDO

Donald J. Chalkling¹

Prólogo

En los últimos años la ganadería ha enfrentado un escenario favorable, que ha permitido acelerar el proceso de tecnificación; con lo que se han incrementado los niveles de inversión en procura de mejorar la productividad. En éste escenario la conservación de grano mediante el proceso de ensilaje se ha incrementado significativamente. Si bien la técnica es sencilla y ampliamente difundida, diversas razones que van desde factores climáticos que afectan durante el desarrollo del cultivo, las condiciones de cosecha, de conservación durante el almacenaje el manejo del suministro, hacen que no siempre el material ensilado se encuentre en óptimas condiciones, para el aprovechamiento animal.

En ésta reedición del trabajo sobre el ensilaje de grano húmedo, se abordan aspectos operativos que involucran desde la cosecha hasta el suministro y una revisión sobre factores aspectos de nutrición y toxicología, involucrados en la conservación y aprovechamiento de las reservas forrajeras.

Agradecimientos

- ✓ A la Sociedad Rural de Río Negro, por la confianza brindada y plantearse permanentemente nuevos desafíos en la mejora del sector agropecuario.
- ✓ A la Ing. Agr. Rosina Brasesco y Téc. Agr. Santiago Salaberry, cuya colaboración y apoyo hicieron posible realizar esta publicación.

¹ Ing. Agr. Postgrado en Administración
Unidad Experimental y Demostrativa de Young (Ing. Agr. Luís I. Garmendia)
Convenio: INIA – Sociedad Rural de Río Negro

Introducción

En los últimos años la ganadería nacional ha experimentado un importante crecimiento del nivel de faena, incrementando la proporción destinada a la exportación; y con miras de seguir creciendo. Por otra parte la agricultura ha registrado una importante expansión, basada en la siembra directa, llegando a zonas donde antes no era posible.

Dadas las perspectivas favorables para ambos rubros, y los significativos incrementos de los costos de oportunidad de la tierra (por su mayor valor), se considera que la intensificación productiva y la complementariedad agrícola-ganadera es un camino lógico para el crecimiento del sector agropecuario.

Pero para que este crecimiento sea sostenible en un país como Uruguay, debe respetarse el potencial de uso del suelo, en muchos casos marginales para el uso agrícola, y de las pasturas, recurso básico de la ganadería y a la vez ventaja competitiva, por brindar una oferta forrajera relativamente estable a lo largo del año, de buena calidad y bajo costo (Preston y Willis, 1970).

La intensificación de la producción ganadera, debería encararse de forma gradual, por lo tanto antes de incursionar en el uso de suplementos un buen punto de partida es conocer el potencial productivo de la base forrajera disponible, lo que permite identificar el “*con qué, cómo, cuánto y cuando*” suplementar, adecuando el manejo de la alimentación del ganado y de las pasturas a la realidad productiva, e infraestructura disponible (Santini y Rearte, 1997; Elizalde, 2003; Elizalde y Santini, 1992). De esta forma los pasos de la intensificación podrían ser:

- primero *mejorar la producción netamente a pasto*, lo que implica aumentar la producción de forraje, calidad de las pasturas y grado de aprovechamiento de las mismas.
- segundo *incluir la suplementación (con concentrados, fardos y ensilajes)*, donde se procura mejorar el aprovechamiento del forraje, manteniendo una mayor carga animal y ganancia de peso, así lograr una mayor producción de carne.

Este camino, basado en el uso eficiente del pasto se remarca porque en numerosos casos el uso inadecuado de la combinación Pasto-Suplemento, ha llevado a apreciaciones como que “*la suplementación es una práctica de alto costo y poco rentable*”. Esto contrasta con lo registrado con varios años de registro en la UEDY y la información de empresas comerciales donde se ha demostrado que este paradigma no sólo es falso, sino que el uso adecuado de suplementos, ha probado ser una alternativa de manejo de alto impacto productivo y económico, que una vez incorporada al sistema productivo aporta estabilidad y seguridad (Simeone, 2000; Simeone, 2005).

En esta búsqueda de un sistema de alimentación eficiente, debe tenerse en cuenta la estacionalidad de la producción de las pasturas, donde la baja tasa de crecimiento de invierno es una limitante importante. Esto hace necesario en determinados momentos suplementar la dieta animal para soportar una mayor carga animal y lograr una adecuada performance productiva. Estas estrategias pueden ser la transferencia de forraje (enfardar en primavera para suplementar en otoño-invierno), o la producción de granos y/o ensilajes que aporten energía para balancear dietas cuando las pasturas son muy tiernas.

Para lograr los resultados propuestos se necesita manejar correctamente el proceso de conservación de forrajes y granos, de manera de mantener la aceptabilidad del alimento, su valor nutritivo y la respuesta productiva de los animales. Manejar adecuadamente los recursos forrajeros optimizando su aprovechamiento, permitirá mejorar la productividad de las pasturas así como la respuesta animal, y el resultado económico de las empresas.

Antecedentes sobre reservas forrajeras

La realización de reservas forrajeras es una estrategia mediante la cual se conserva un material (forraje o grano) por un tiempo determinado, para su posterior uso. Como un concepto básico debe considerarse que **ninguna estrategia de almacenaje mejora la calidad del material; lo único que se logra con la mejor opción es minimizar las pérdidas de calidad que indefectiblemente ocurrirán.**

Por lo tanto al realizar la reserva debe tenerse presente: *las condiciones del material previo al almacenaje*, y *el destino del material*: tipo de suplementación, categoría y tipo de animales. Porque según el objetivo, serán los parámetros de calidad necesarios a tener en cuenta; ya que no debería partirse de una calidad insuficiente para el uso post-almacenaje (3, 20, 27, 38).

En el cuadro 1 se presenta una clasificación de las diferentes reservas, según el aporte a los animales, con ejemplos de cada tipo.

Cuadro 1. Caracterización de los distintos tipos de reservas.

| TIPO DE APORTE | RESERVA | Material Base |
|----------------|---------------------------|--|
| FIBROSAS | Heno o Fardo | Cultivos específicos (ej. moha) Praderas Reservadas Campo Natural Mejorado |
| | Henilaje ó Silopack | Básicamente de Praderas |
| | Ensilaje de Planta Entera | Cultivos específicos (Sorgo o Maíz) Praderas |
| CONCENTRADOS | Grano Seco | Con aporte energético o proteico (variable desde Maíz, Sorgo hasta Soja) |
| | Grano Húmedo (Ensilado) | Básicamente de Sorgo o Maíz |
| | Subproductos | Complementos de la dieta con aporte Proteico, energético u otro (Raicilla de Cebada, Semilla de Algodón, etc.) |

Las reservas forrajeras se clasifican además del tipo de aporte nutricional, según el proceso de conservación, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Alternativas de Conservación.

| Tipo de Reserva | % MS | Mecanismo de Conservación |
|---------------------|------|---|
| Heno o Fardo | 85 % | Desecamiento |
| Henilaje o Silopack | 50 % | Desecamiento parcial Fermentación anaerobia (pH 4,5 a 5,5) |
| Ensilaje | 30 % | Sin desecamiento Fermentación anaerobia (pH 4,2) |

Ensilaje de grano húmedo.

III.1) GENERALIDADES

Los granos destinados este tipo de uso son básicamente maíz y sorgo, por la productividad de los cultivos, adaptación a la nutrición animal y valor de mercado del grano (frente a opciones más costosas).

Se define como silo de grano húmedo (SGH) al grano cosechado con una humedad comprendida entre el 23 y 40%, que es conservado sin previo secado, en condiciones de anaerobiosis. En nuestro país, se ha utilizado mayoritariamente el silo-bolsa, que posibilita un alto porcentaje de aprovechamiento (aproximado al 90%).

Si bien la técnica ofrece ventajas considerables, debe ser aplicada correctamente para obtener los resultados deseados teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- A. Momento de cosecha
- B. Método de conservación
- C. El proceso de ensilaje
- D. Utilización

a) MOMENTO DE COSECHA

En los cultivos de maíz y sorgo los ciclos se caracterizan por alcanzar la madurez fisiológica antes de lograr la madurez comercial (que es con el 14% de humedad). A madurez fisiológica se registra el corte del flujo de savia hacia el grano con una humedad del 35% aproximadamente. En este momento el grano tiene el máximo peso seco, con la cantidad más elevada de nitrógeno y azúcar total (carbohidratos); a partir de ahí la comunicación vascular entre el grano y el resto de la planta se corta, el grano se deshidrata hasta llegar al momento de cosecha convencional con 14% de humedad (Fernández, 1990).

El momento de cosecha para ensilar grano húmedo debe ser correctamente identificado, porque cosechar antes de madurez fisiológica implica cosechar menos nutrientes por hectárea, debido a que el grano aún no ha finalizado su llenado. A nivel de campo se identifica este momento, cuando los tejidos vasculares han cicatrizado y se observa el punto negro en la inserción del grano con el 28 a 35% humedad (Bennett, W. y Tucker, B.; 1986; Carrasco, P, 1990; Arrarte, com. pers.).

El retraso de la cosecha, luego de que el grano ha madurado, puede implicar pérdidas de rendimiento, por daños del ambiente (pájaros, inclemencias climáticas, pérdidas de plantas), acción de la cosechadora (mayores pérdidas cuanto más seco), y además por menor calidad del grano al disminuir el contenido de proteínas y la calidad de los almidones (Bennett y Tucker, 1986; Fernández, 1990; Carrasco, 1990).

El anticipar la cosecha al estado de madurez fisiológica, puede ser una de las claves para lograr mejores beneficios, cosechándose más nutrientes por hectárea y de mejor calidad.

Si se cosechara con excesiva humedad, se tendría en primer lugar un menor rendimiento por hectárea, al no haber completado el llenado del grano, y en segundo lugar podrían surgir dificultades para la cosecha y la conservación del ensilaje. Para que la trilla sea aceptable la humedad no debería ser superior al 32%, recomendándose incrementar la velocidad del cilindro de la cosechadora para reducir pérdidas.

En contrapartida la cosecha con una humedad muy inferior al 28%, estaría reduciendo la ventaja de la cosecha anticipada; y en caso de que el grano se deshidrate excesivamente (menos del 22%) no es recomendable el almacenamiento en silo-bolsa por que no se producirá la fermentación.

b) MÉTODO DE CONSERVACIÓN

Las alternativas para la conservación de grano húmedo con destino a la alimentación animal se basan en mantener el valor nutritivo, minimizando los procesos de degradación o el ataque de organismos no deseados, como hongos. A continuación se presentan las diferentes opciones de conservación del grano húmedo:

1) Ensilaje: Grano conservado en un medio anaeróbico con una humedad entre el 23 y 40 %, donde se garantiza la conservación por una reducción del pH, entre 4 y 4.5. La alternativa más difundida ha sido la del "**almacenamiento en silo-bolsa**" (silobag), principalmente por realizar el quebrado del grano y compactación al mismo tiempo, lo que ofrece una importante simplicidad operativa.

2) Estiba con Urea: Es una alternativa que se desarrolla para la conservación de grano húmedo, en la que no es necesaria la anaerobiosis, donde la conservación se basa en elevar el pH (a entre 8 y 9). Este efecto es provocado por la liberación de nitrógeno amoniacal desde la urea, y de esa forma mantiene el grano en condiciones adecuadas para la suplementación (Soderholm y col., 1988; Wohlt, 1989; Hill y col., 1991; Romero y col., 1996). Esta forma de conservación no ha sido muy difundida por la mayor dificultad para realizar un correcto mezclado.

Es importante destacar que si bien hay diversas opciones para el almacenamiento del grano (tanto húmedo como seco), no existe ningún método que mejore la calidad del material cosechado. Por lo tanto es fundamental tratar de cosechar el grano en el mejor momento posible y almacenarlo correctamente de acuerdo al método de conservación a utilizar.

c) El Proceso de ENSILAJE

El *Ensilaje* es una técnica de conservación de forraje y grano húmedo que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones de anaerobiosis. Con la fermentación se produce una acidificación (reducción del pH hasta aproximadamente 4,2); lo que permite inhibir la actividad de los microorganismos que degradan al material y la actividad fúngica, y así disminuir los problemas de micotoxinas en el material almacenado.

Para producir un ensilaje de buena calidad es esencial partir de un material de buena calidad y asegurar que se produzca una adecuada fermentación microbiana. El proceso no depende sólo del tipo y calidad del material sino también de la técnica empleada para la cosecha y almacenaje.

Las bacterias presentes sobre los tejidos vegetales fermentan los carbohidratos del material ensilado produciendo ácido láctico y en menor cantidad acético. Al generarse éstos ácidos, el pH del material baja a un nivel de 4,2 que inhibe a los microorganismos que inducen la putrefacción, y se producen los procesos para la conservación deseada (Acosta, Y., 2002; Mc Donald y cols., 1986; Rodríguez y cols., 2002; Romero y cols., 1997, Romero y cols., 1996). El ensilaje como proceso puede dividirse en cuatro etapas, una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire.

La **Fase I (aeróbica)** es la que se produce a partir de la cosecha; se registran procesos de respiración del material vegetal y microorganismos presentes, que implican pérdidas de nutrientes; por lo que es preferible que dure unas pocas horas. En esta fase el nivel de pH es de 6,5 a 6,0.

En la **Fase II (de Fermentación)** se requiere un medio con ausencia de oxígeno, con azúcares solubles, humedad, y una población adecuada de microorganismos que produzcan el máximo de ácido láctico posible. La fermentación comienza a producirse en un ambiente anaerobio y dura de varios días hasta semanas, dependiendo del material y condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias ácido lácticas proliferará y se convertirán en la población predominante, y por la producción de los ácidos grasos volátiles (AGV) el pH bajará a valores entre 3,8 a 4,5 (Romero y cols., 1996).

Los AGV más frecuentes en el ensilaje son: Acético, Butírico y Láctico, y la relación entre ellos determina la calidad de conservación y la aceptabilidad posterior del ensilado por parte de los animales (Acosta, Y., 2002; Gaudin y cols., 2002; Romero y cols., 1996).

El Acido Láctico es el más fuerte (a igual cantidad produce mayor acidez), y el preferido para una adecuada conservación; además es el que se produce y utiliza con mayor eficiencia energética y biológica, por conservar y hacer disponible para los animales en mayor proporción la energía contenida en el material original a partir del cual fue obtenido (Acosta, Y., 2002; Gaudin y cols., 2002; Mc Donald y cols., 1986).

El Acido Acético es de calidad intermedia, no produce tanta acidez, y cuando se acumula en grandes cantidades tiende a afectar negativamente el consumo animal. Su producción requiere del proceso de decarboxilación que implica pérdida de materia seca (Mc Donald y cols., 1986).

El Acido Butírico es muy poco acidificante, y su presencia aún en cantidades mínimas da un aspecto “baboso” y fuerte olor a “putrefacción” al ensilaje, lo que puede limitar su aceptabilidad. De hecho la fermentación butírica, conjuntamente con la oxidación por problemas de eliminación del aire y sellado del material son los responsables principales de las pérdidas de ensilajes (Romero y cols., 1996).

En la **Fase III (Estable)** ocurren pocos cambios, mientras se mantiene un ambiente sin aire. En esta fase la mayoría de los microorganismos reducen lentamente su presencia y algunos se mantienen inactivados.

La **Fase IV (de Deterioro aeróbico)** comienza con la apertura del silo y la exposición al aire. Si bien es inevitable, puede registrarse antes de iniciar el suministro, por daño de la cobertura del silo (por acción de roedores, pájaros, etc.). El proceso de deterioro puede dividirse en dos etapas. En la primera ocurre una degradación de los ácidos orgánicos, mediante la acción de levaduras y ocasionalmente de bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, para pasar a la segunda etapa de deterioro. En la segunda se constata un aumento de temperatura y de la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje (bacilos, mohos y bacterias).

Para evitar fracasos al ensilar un material, es importante controlar y optimizar el proceso en cada fase, por ejemplo en la **Fase I** con una rápida compactación y eliminación del aire, minimizando los procesos de respiración y pérdida de nutrientes (Riera, 2002; Romero y cols., 1996). Durante las **Fases II y III** podría recurrirse al uso de aditivos, aplicables en el momento de ensilar, pero los resultados hasta el momento en numerosos casos han sido inciertos. Para minimizar el deterioro durante el almacenaje, es preciso asegurar un silo hermético.

Factores que afectan el Ensilaje

a) Compactación: si por mal pisado o poca presión en silos-bolsa se mantiene aire en exceso en el silo, pueden registrarse pérdidas por respiración, sobrecalentamiento, riesgo de desarrollo de hongos y proliferación de toxinas. La adecuada compactación es el factor más importante para eliminar el oxígeno y permitir una fermentación adecuada.

b) Humedad: si el material contiene excesiva humedad se da un ambiente propicio para fermentaciones no deseables que pueden conducir a un ensilaje pobre. Valores de MS inferiores al 26% pueden favorecer la presencia de bacterias clostridiales, que producen una fermentación butírica, incluso utilizando como sustrato el ácido láctico. Estos procesos no sólo dificultan la conservación, por el mayor pH del medio, sino que además ocasionan pérdida de valor nutritivo, al degradar el ácido láctico a butírico (Rodríguez-Amaya, D. y Sabino, M., 2002; Romero y cols., 1996).

c) Proporción carbohidratos / proteínas del material: es importante para lograr una adecuada fermentación, y rápida estabilización del silo. Por ejemplo, en los ensilajes de leguminosas o granos ricos en proteínas, si no se realizan las prácticas con la mayor rigurosidad o combinan con aditivos específicos, pueden no alcanzarse las condiciones para una adecuada conservación (Carrasco, P., 1990; CIAAB, 1974).

d) **Tamaño de partícula:** cuanto menor sea el tamaño de partícula en el picado de forrajes o quebrado en el caso de granos, se posibilita una mejor compactación, mayor superficie de ataque para los microorganismos del ensilaje, por lo tanto se logra un silo de mejor calidad. Pero no debe realizarse un picado excesivo por que si bien se mejora la calidad del ensilaje a nivel de laboratorio, el aprovechamiento por parte del animal podría ser menor.

En los cuadros 3 y 4 se detallan algunas consideraciones prácticas sobre la confección del ensilaje y diferentes características del material ensilado, para mejorar e identificar buenas prácticas de manejo.

Cuadro 3. Resumen de recomendaciones para un correcto ensilado

| PRACTICA | RAZON | BENEFICIO |
|--|--|---|
| Tamaño correcto de picado. | Minimiza la aireación del material. | Reduce pérdida de nutrientes. Aumenta disponibilidad de azúcares para la fermentación. Permite una rápida caída del pH, así como pH más bajos. Reduce las posibilidades de calentamiento. Mayor solubilización de la fracción proteína. |
| Ensilar con 23 a 30 % de Humedad del grano | Optimiza el proceso de fermentación. | Reduce pérdidas de nutrientes. Permite confeccionar ensilajes con temperaturas adecuadas. Minimiza pérdidas por efluentes. |
| Dejar estabilizar la fermentación al menos 21 días antes de abrir el silo. | Permite finalizar y estabilización el proceso de fermentación. | Permite alcanzar pH inferiores. Mejor nivel de ácidos grasos volátiles (AGV). Mayor estabilidad aeróbica del material al contacto con el aire. |

Cuadro 4. Características Físicas de los ensilajes

| Fermentación | Correcta | Medio Aceptable | Indeseable |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Olor | Aroma avinagrado agradable | A levaduras o frutas | Amoníaco (fermentación butírica) Tabaco (sobrecalentamiento) |
| Acidez | Gusto fuerte ácido PH menor a 4,5 | No ácido al gusto pH mayor a 5 | Variable |

d) **UTILIZACIÓN:** El suministro del material ensilado debe hacerse con el menor intervalo desde su extracción, evitando fermentaciones secundarias que implican pérdidas de valor nutritivo del alimento. Debido a que estas pérdidas pueden llegar hasta un 50%; por lo tanto un manejo apropiado es vital para una adecuada eficiencia de utilización (Sebastián y col., 1996; Romero y col., 1996).

Un adecuado manejo de la suplementación con concentrados energéticos de alta degradabilidad ruminal (como el SGH) es una práctica que permite un mejor aprovechamiento de las pasturas de otoño invierno, que tienen altos niveles de proteína degradable. El suministro del SGH favorece una reducción de la concentración de amoníaco ruminal y del nivel de urea en sangre, manteniendo una adecuada formación de proteína microbiana en rumen, en un medio más estable y un proceso de digestión más eficiente (Gagliostro, 1996).

Debe considerarse que la inclusión del SGH en una dieta no balanceada puede provocar una disminución en la capacidad del animal para digerir fibra y por consiguiente una reducción en el consumo de forraje y nivel de producción, como consecuencia de procesos de acidosis. Este efecto puede controlarse mediante el suministro combinado de forraje y concentrado, manejando adecuadamente el momento de suministro, el tipo de alimento, su calidad y composición (Bennett y Tucker, 1986; Mieres, 1997; Santini y Rearte, 1997).

Ante la demanda de los nuevos mercados del sector cárnico que abren las puertas a nuestros productos, debe considerarse a la suplementación con concentrados energéticos como una herramienta fundamental. Esta puede ser utilizada en esquemas de producción intensivos en los que se desee obtener un producto de alto valor y con el que se deban cumplir requerimientos especiales para un mercado exigente, como nivel de engrasado, terneza y color (Brennan y col., 1986). Por otra parte el sector lechero ha registrado en los últimos años un entorno de precios favorable, y con perspectivas promisorias; por lo cual las estrategias de suplementación son herramientas importantes para mejorar productividad.

➤ **Aprovechamiento del grano en la nutrición animal:** Si bien a nivel de laboratorio el grano de maíz tiene un mayor valor nutritivo que el sorgo, en condiciones de producción comerciales (en que el grano difícilmente supera el 40% de la dieta) éstas diferencias no se reflejan en parámetros productivos como volumen, calidad y composición de la leche producida, condición corporal de los animales, calidad de carne y ganancia de peso vivo (Tyrrell y Varga, 1984; Brennan y col., 1986; Carrasco, 1990; Gagliostro, 1996; Rearte, 1996). Para los niveles de suplementación normalmente manejados (inferiores al 40% de la dieta total en base seca) es más importante la cantidad de suplemento que el grano suministrado y su presentación física, en éste sentido Gagliostro (1996) trabajando con vacas lecheras, analizó los efectos a nivel nutricional del suministro de grano de maíz seco y húmedo, pastoreando de un verdeo de Avena y Raigras (detalle en cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de un ensayo con silo de grano húmedo.

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| Suministro | <u>Kg."Tal Cual"/vaca/día</u> |
| Lote 1: Grano de Maíz Húmedo | 9.0 (MS = 74%) |
| Lote 2: " " " Seco | 6.8 (MS = 86%) |

| Parámetro: | Grano Húmedo | Grano Seco | |
|----------------------------|--------------|------------|----|
| Consumo Total (Kg.MS/vc/d) | 20.9 | 20.2 | ns |
| Cons. de forraje (") | 14.5 | 14.6 | ns |
| Cons.de Concentr.(") | 6.4 | 5.6 | ns |
| Leche (lt/vc/d) | 17.6 | 17.2 | ns |
| Grasa Butirosa (%) | 3.29 | 3.13 | ns |
| Proteína (%) | 3.39 | 3.3 | ns |
| Sólidos Totales (%) | 11.96 | 11.68 | ns |
| Sólidos no grasos (%) | 8.67 | 8.56 | ns |
| Ganancia de peso (Kg/vc/d) | 1.44 | 1.43 | ns |
| NH3 Ruminal (mg/dl) | 12.87 | 19.09 | s |

ns = Diferencia estadísticamente No Significativa
s = " " Significativa (p<0.005)

Los resultados obtenidos en la experiencia presentada muestran que al suministrar grano húmedo se reducen los niveles de nitrógeno amoniacal en rumen, lo que podría indicar un aumento de la síntesis de proteína microbiana, y por consiguiente un aprovechamiento más eficiente de los alimentos.

En caso de suministrar un elevado nivel de concentrado, en sustitución del consumo de forraje, se registrará un incremento en la relación ácido propiónico/acético+butírico, lo que puede llevar a una mayor producción de leche, con menor concentración de grasa, pero en el ensayo presentado no se encontraron diferencias significativas en los parámetros de interés comercial.

Manejar la nutrición animal es una tarea compleja, por lo tanto al encarar la suplementación con granos para una producción de leche eficiente, es importante lograr una adecuada combinación de alimentos en el total de la dieta, en cuanto a tipo de alimentos suministrados (energético o proteico, fibroso o concentrado), cantidad, proporción y momento en que se suministra cada uno, que evaluar las ventajas en parámetros productivos de suministrar grano de sorgo o maíz y su presentación (quebrado o no, húmedo o seco). En este sentido en el cuadro 6 se presentan valores comparativos del valor nutritivo de diferentes granos relativos al maíz.

Cuadro 6. Valor nutritivo de distintos granos utilizados en diferentes producciones (C.I.A.A.B., 1974)

| CEREAL | Ganado lechero | Ganado de carne | Cerdos | Ovinos |
|--------|----------------|-----------------|--------|--------|
| Maíz | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Sorgo | 100 | 95 | 95 | 95 |
| Trigo | 100 | 105 | 105 | 85 |
| Cebada | 100 | 88 | 91 | 87 |
| Avena | 95 | 85 | 85 | 90 |

En la evaluación de la respuesta productiva a suplementaciones con diferentes granos y tratamientos de los mismos; se comprueba que la eficiencia en el aprovechamiento depende más de la combinación de la dieta, del procesamiento de ese grano y de la cantidad del mismo en la dieta, que de si ese grano es maíz o sorgo (Tyrrell y Varga, 1984; Brennan y col., 1986; Carrasco, 1990; Hill y col., 1991; Holden y col., 1995).

Con respecto a la eficiencia de aprovechamiento de los granos varios autores (Tyrrell y Varga, 1984; Brennan y col., 1986; Carrasco, 1990; Gagliostro, 1996; Rearte, 1996) han concluido en términos generales que:

- a) el grano que ha sufrido una destrucción de su cubierta es más aprovechado por el animal,
- b) el grano entero; los granos cosechados húmedos y ensilados son más aprovechados que granos secos, a igualdad de tratamiento (ambos quebrados o enteros),
- c) el grano reconstituido, mediante el agregado de agua, y posterior quebrado al almacenarlo, tiene un mayor aprovechamiento que el grano seco quebrado al momento de suministro.

III.2) VENTAJAS DEL ENSILAJE DE GRANO HÚMEDO

- **Cosecha anticipada:** Esta práctica posibilita maximizar el aprovechamiento del potencial de rendimiento del cultivo y obtener una mayor producción por hectárea por año de la chacra considerada. El anticipar la cosecha posibilita además una cosecha adicional de nutrientes, ya sea por el pastoreo con las plantas aún verdes, o la posibilidad de enfardar el rastrojo.

La liberación temprana de la chacra permite una mejor preparación de suelo para el cultivo siguiente; aspecto fundamental para nuestras condiciones climáticas, donde puede dificultarse la entrada a chacra por las lluvias de otoño. Además al anticipar la cosecha se pueden realizar cultivos de verano de segunda, y una adecuada preparación de la chacra para el cultivo de invierno siguiente. Siendo este factor de mayor relevancia en el caso del sorgo, por ser una planta de difícil descomposición.

- **Reducción de costos:** Al ensilar los materiales cosechados con altos niveles de humedad en el establecimiento, se reducen los costos de producción, al eliminar gastos de fletes (ida y vuelta), secado, movimientos de planta (entrada y salida) y almacenaje; debiendo incurrirse solamente en el costo de ensilado o tratamiento del grano húmedo.

- **No se requiere de Infraestructura para almacenaje:** El ensilaje de grano húmedo ha tenido una amplia difusión mediante la técnica de almacenaje en bolsas (*silobolsa*), que es una alternativa que permite que una empresa sin infraestructura de almacenaje, ni maquinaria, pueda almacenar y suministrar el grano húmedo, sin mayores complicaciones operativas.
- **Suplemento en el potrero:** La posibilidad de realizar el silo-bolsa en el campo, permite almacenar el suplemento cerca del lugar deseado; facilitándose la operativa de ensilaje y el posterior suministro.
- **Simplicidad operativa:** Al no realizar mayores movimientos del grano y no requerir maquinaria especial para la extracción.
- **Menor dependencia de factores externos a la empresa:** El almacenaje del grano con destino a la suplementación en el mismo establecimiento posibilita que la empresa sea menos permeable a las variaciones del precio de los granos, disponibilidad de fletes y de ese modo la empresa puede planificar mejor la alimentación del ganado y sus costos de producción.

III.3) DESVENTAJAS DEL ENSILAJE DE GRANO HÚMEDO

- **Ajuste de la operativa:** Debido a la rapidez con que ocurren las pérdidas de humedad y de calidad del grano, es importante tener el menor intervalo posible entre cosecha y almacenaje. Las pérdidas en kilos de grano o en calidad pueden llegar a ser importantes, en caso de no contar con una operativa sincronizada, por lo tanto se debe ajustar el ritmo de cosecha y traslados al de procesamiento del grano (con urea, o ensilaje).
- **Destino único la suplementación:** El SGH tendrá como único destino la alimentación animal, en el propio predio, lo que determina una limitante en las posibilidades de utilización y comercialización de ese grano.
- **Difícil comercialización:** El grano húmedo ensilado es de difícil comercialización, lo que no ocurre en caso de conservar el grano seco; por lo tanto al encarar esta alternativa se debe realizar una planificación productiva-económico-financiera del establecimiento. En caso de necesidad de capital circulante ese grano no podrá ser vendido; pudiendo representar un importante costo de oportunidad.
- **Roturas de la estructura:** El silobag es una estructura donde la posibilidad de daños debe ser tenida en cuenta. Estos pueden ser causados tanto por inclemencias climáticas (temporales, granizo), como por la acción de animales.

Para reducir la probabilidad de pérdidas es aconsejable:

- ◆ ubicar las bolsas en un lugar seguro, evitando bajos anegables y montes cercanos;
 - ◆ cercar el área para evitar el daño por animales;
 - ◆ revisar periódicamente la estructura, para realizar reparaciones en caso necesario;
 - ◆ utilizar bolsas con capas gruesas (200 micrones) y de buena calidad (resistentes a la acción del sol y variaciones de temperatura).
- **Conservación durante el suministro:** Al extraer el grano húmedo del silo debe evitarse al máximo el ingreso de aire y la remoción del material dentro del silo; por lo tanto es fundamental extraer el material con el mayor cuidado posible y luego cerrar adecuadamente la estructura. Se debe ajustar la operativa para que el período entre la extracción y el consumo del grano por el animal sea lo menor posible, así evitar pérdidas de calidad. Durante el suministro una adecuada velocidad de avance minimiza las pérdidas; se recomienda avanzar en el silo unos 20 cm diarios en invierno y 30 cm en verano (Cozzolino y col., 1994; Riera, 2002).

- **Importancia del tamaño de partícula:** El grado de quebrado del grano se regula mediante la calibración de la luz entre los rodillos de la ensiladora, por lo tanto durante el ensilaje debe controlarse frecuentemente el trabajo de la maquinaria, mediante el muestreo del material que ingresa a la bolsa.

En caso de realizar un quebrado excesivo (lo que no es aconsejable) se ententece el ensilaje, y pueden registrarse pérdidas difíciles de visualizar. Dichas pérdidas pueden producirse por la formación de masas con hongos, o por una excesiva velocidad de pasaje por el tracto gastrointestinal (lo que determina pérdida en heces que no es apreciada a simple vista). Mientras que en caso de que un alto porcentaje de granos quede entero se el silo tendrá más aire, lo que dificulta la estabilización del medio, provocando pérdidas de valor nutritivo dentro del silo, y en el caso del sorgo el aprovechamiento será menor (por la baja digestibilidad del grano cubierto).

III.4) CONSIDERACIONES SOBRE TOXICOLOGIA

En el ensilaje de grano húmedo si bien las toxinas no han ocasionado mayores inconvenientes a nivel comercial, se considera oportuno tratar el tema debido a que en caso de ocurrencia las mismas pueden provocar mermas en la producción de carne o leche (afectando básicamente la ganancia de peso, o producción diaria, respectivamente), y en casos graves pueden registrarse problemas de fertilidad e incluso la muerte de animales. Además al ser la actividad agropecuaria responsable en la producción de alimentos para el hombre, deben contemplarse los aspectos que hacen a la inocuidad, ya que por ejemplo algunas toxinas presentes en el alimento de vacas lecheras pueden afectar la calidad de la leche.

En todos los productos vegetales se desarrollan hongos que atacan a los tejidos en una amplia gama de ambientes, difiriendo el tipo de hongo que se encontrará con mayor frecuencia según el sustrato y las condiciones ambientales de temperatura, humedad y presencia de oxígeno.

La actividad de los hongos comienza desde las primeras etapas del desarrollo de las plantas y continúa luego de la cosecha en los productos vegetales, dependiendo su evolución del manejo poscosecha y condiciones de almacenaje. Algunos de los hongos presentes en productos almacenados con destino a la nutrición animal son: *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, y su nivel de depende del nivel de humedad, producto, temperatura, tiempo de almacenaje, grado de invasión previo al almacenaje, y condiciones de conservación de la estructura de almacenaje (Gallardo y col., 1996; Olivera y Germano, 1996; Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001).

Estos mohos forman metabolitos secundarios que son conocidos como **micotoxinas**, y cuya afección se denomina micotoxicosis. Las micotoxinas pueden afectar las propiedades organolépticas y valor nutritivo de los alimentos, alterando la performance productiva de los animales afectados pudiendo causar enfermedades e incluso la muerte de los animales o personas que los consumen (Ballarini, G., 1997; Cozzolino y col., 1994, Gallardo y col., 1996; Lucas, E., 2002; Olivera y Germano, 1996; Romero, L., y col., 1996; Schneider y col., 2001).

Al plantear la problemática de las micotoxinas es relevante destacar que la presencia de determinado hongo en un sustrato no asegura la presencia de la micotoxina, dado que el hongo puede no haberla elaborado, un hongo puede producir más de una toxina, o determinada toxina puede ser formada por más de una especie de moho. También puede darse que en condiciones naturales la toxina sea inactivada por acción de otro microorganismo a sustancia (Gaggiotti, M., y col., 2001; Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001). Además sólo algunos hongos tienen capacidad de producir micotoxinas, y las generan cuando no cuentan con los nutrientes adecuados, por lo que necesitan competir por éstos con bacterias y otros hongos por el sustrato (Schneider y col., 2001).

Los factores que intervienen en la proliferación de hongos y en la contaminación con micotoxinas de los ensilajes son múltiples; siendo algunos de los principales:

- susceptibilidad del cultivo, por ejemplo los sorgos con elevado contenido de taninos son menos susceptibles que maíz, por lo aireado de la panoja y el efecto de los taninos (Schneider y col., 2001)

- condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo (Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001)
- madurez de los granos en el momento de la cosecha (Romero y col., 1996)
- temperatura y humedad ambiente a la cosecha
- daños mecánicos o los producidos por insectos y/o pájaros, a la cubierta del grano, y
- tipo de almacenamiento.

En el cuadro 7 se resumen algunas consideraciones sobre las micotoxinas de mayor relevancia para la producción ganadera, para facilitar la comprensión de sus efectos en la producción animales. La acción de las micotoxinas afecta más a individuos jóvenes que a los adultos, debido a la mayor tasa de división celular, pudiendo presentar efectos a largo plazo, lo que causaría graves problemas al llegar a adultos (Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001). A modo de guía se presentan en el cuadro 8 los niveles de toxinas manejados en EEUU, para la alimentación de bovinos, y en el cuadro 9 los valores admitidos para la comercialización de granos y alimentos en los países de la región y EEUU.

Cuadro 7. Principales micotoxinas y hongos que las producen.

| Hongo | Micotoxina | Características Principales |
|--|--|--|
| <i>Aspergillus flavus</i> <i>A. parasiticus</i> | Aflatoxina | Altamente cancerígeno Produce toxicidad y cáncer de hígado Detectado en diferentes cultivos en el campo, cosecha, transporte, almacenamiento y en el hogar. Productos contaminados con facilidad: Maní y Maíz |
| <i>Aspergillus ochraceus</i> | Ochratoxina | Causa Nefropatía crónica o intoxicación del riñón en cerdos y aves. |
| <i>Fusarium sp.</i> | Zearalenona Toxina T ₂ Vomitoxina | Produce efectos estrogénicos en animales, vómitos y muerte Produce reducción de productividad, alergias y vómitos. |
| <i>Penicillium sp.</i> | Citrina Patulina | Causa enfermedad en riñones Causa temblores |

Cuadro 8. Micotoxinas y niveles de riesgo para bovinos.

| Tipo de Hongo | Micotoxina | Tolerancia | Rango de Toxicidad |
|---------------------------|----------------|------------|--------------------|
| <i>Aspergillus</i> | Aflatoxina | 22 ppb | 22 - 333 ppb |
| <i>Fusarium</i> | Vomitoxina DON | 0.56 ppm | 5.0 - 12 ppm |
| | Zearalenona | 0.56 ppm | 5.6 - 10 ppm |
| | T 2 | 0.25 ppm | 0.7 - 1.5 ppm |
| | Fumonisina | 3.0 ppm | 6.7 - 11 ppm |
| <i>Penicillium</i> | Ochratoxina | 0.25 ppm | 5.9 - 11.1 ppm |

Fuente: Adaptado de Mc Donald y col., 1986.

(*) Las expresiones ppm y ppb corresponden a partes por millón y por billón respectivamente.

1 ppm = mg/Kg

1 ppb = 1 ppm x 10⁻³

Cuadro 9. Niveles de toxinas permitidos en alimentos y granos, para países de la región y EEUU
(se presenta un rango máximo permitido, expresados en ppb)

| País | Aflatoxinas | Zearalenona | Ocratoxina | DON |
|---|-------------|-------------|------------|--------|
| EEUU (Food and Durgs Administration) | | | | |
| Raciones de crecimiento para aves y suinos | 20 | | | 10.000 |
| Raciones de terminación en suinos | 200 | | | 5.000 |
| Productos lácteos | 0.5 (de M1) | | | |
| Vacunos (mayores a 4 meses) | | | | 10.000 |
| Uruguay | | | | |
| Maíz y Cebada | | 200 | | |
| Arroz, Cebada, Café y Maíz | | | 50 | |
| <u>Materia Prima de Raciones</u> (Fuente: MGAP) | | 200 | | |
| Bovinos de Carne | | | | 10.000 |
| Bovinos de Leche | | | | 2.000 |
| Ovinos y aves | | | | 5.000 |
| Suinos y Equinos | | | | 1.000 |
| MERCOSUR | | | | |
| Maíz y su Harina | 20 | | | |

Fuente: Adaptado de Riet Alvariza, F. 1992.

III.4.1) Tratamientos para limitar efectos de las micotoxinas

a) Métodos microbiológicos: Algunos microorganismos tienen la capacidad de ligarse a las micotoxinas o metabolizarlas, lo que permite una detoxificación. Esto puede lograrse con ciertas líneas de bacterias lácticas, de *propionibacterias* y de *bifidobacterias* que poseen estructuras químicas capaces de ligarse a las micotoxinas (por ejemplo *Flavobacterium aurantiacum* puede fijar aflatoxina B1 e inactivarla). De todas formas este fenómeno es generalmente lento y de una eficiencia relativa (Gagliostro, G., 1996; Schneider y col., 2001).

b) Métodos físicos: Comprenden métodos de búsqueda por fluorescencia y eliminación de granos contaminados, el lavado con agua o carbonato de sodio, tendientes a reducir la concentración de toxinas. Para los granos de maíz también pueden emplearse métodos de inactivación térmica a alta temperatura. **Otra posible forma de disminuir la concentración de las micotoxinas en el alimento puede ser a través de la dilución con lotes no contaminados, de forma de lograr concentraciones “seguras” para la salud animal (10).**

c) Aplicación de adsorbentes: La adición en los granos de adsorbentes capaces de fijar las micotoxinas permite reducir su biodisponibilidad y limitan los riesgos relacionados a la presencia de residuos tóxicos en los productos animales destinados al consumo humano (Schneider y col., 2001). Este tipo de sustancias como los *aluminosilicatos sódico-cálcicos hidratados* (HSCAS), o *filosilicatos* presentan gran afinidad por Aflatoxina B1, pero los estudios in vitro e in vivo aún no han mostrado consistencia con referencia a su eficacia en la adsorción de otras micotoxinas (Gagliostro, G., 1996).

Actualmente la búsqueda está orientada a desarrollar nuevas clases de ligantes naturales; dentro de los cuales los *glucomanos*, extraídos de la parte externa de la pared de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* son capaces de ligar in vitro ciertas micotoxinas, como: Afla, Zea, fumonisinas y diversos tricotecenos (Gomez-Basauri; 2001, citado por Gagliostro, G., 1996).

Uno de los ejemplos de los polímeros orgánicos más sofisticados usados como agentes antimicotoxinas es el glucomanano esterificado extraído enzimáticamente de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* 1026, que es termoestable y no fermentable en el tracto digestivo. Esta es la base del producto Mycosorb® de Alltech, que es comercializado en el país desde hace varios años.

III.4.2) Estrategias para reducir los problemas de micotoxinas

El mejor método para disminuir la contaminación con micotoxinas, es la adopción de estrategias de prevención. En caso de enfrentarse a un alimento contaminado, dado que el nivel de intoxicación está directamente relacionado con el nivel de toxinas, una forma de poder utilizar ese alimento sería a través de la dilución con lotes sin problemas, o la utilización de secuestrantes; de forma de lograr una concentración "segura" para la salud animal y humana (Olivera y Germano, 1996; Olivera y cols., 1997).

En los rumiantes generalmente las toxinas T2, DON, Zea y Ocrá son transformadas a nivel de rumen (por acción de los microorganismos ruminales), produciéndose una detoxificación, por lo que en general afectan menos a éstos que a otros animales. Pero para las Aflatoxinas no se da la misma detoxificación, por que también afectan a los microorganismos del rumen (Schneider y col., 2001).

a) Estrategias a adoptar "antes de la cosecha"

- Seleccionar cultivos menos afectados por plagas que dañen los granos y menos susceptibles al efecto de hongos, por ejemplo variedades de maíz menos afectados por *Diatraea*, u optando en algunos casos por el cultivo sorgo (en lugar de maíz), por su menor susceptibilidad al ataque de plagas y patógenos.
- Anticipar la cosecha, para reducir el ataque de patógenos y la degradación del grano a campo, que aumenta el riesgo de contaminación.
- Cosechar el grano con baja humedad y con baja humedad relativa del ambiente.
- Minimizar la presencia de malezas a cosecha, potencial fuente de inóculo para el material cosechado.
- Minimizar la cantidad de rastrojos contaminados en superficie, que servirían como hospedero de hongos y fuente de inóculo para el cultivo siguiente.

b) Estrategias a adoptar "durante el almacenamiento"

- Almacenar los productos bajo condiciones adecuadas.
- Eliminar los cuerpos extraños al grano antes de secar y almacenar.
- Las estructuras de almacenamiento con buen aislamiento para evitar la entrada de agua y aire.
- Es deseable mantener el lugar de almacenaje a temperaturas y humedades relativas que minimicen el desarrollo de hongos, evitando valores elevados que favorecen los procesos de degradación del material y la proliferación de hongos y toxinas.

c) Uso de Aditivos: A partir de la década del '90, el uso de aditivos para favorecer las condiciones de almacenaje o reducir procesos de deterioro durante el suministro de ensilajes, comenzaron a hacerse más comunes. Actualmente se dispone de una amplia gama de aditivos, que pueden ser químicos o biológicos (Oude Elferink, S.J.W.H., y col., 2001; Sewell, H. y Wheaton, H.N. 1999; Yiannikouris, A. y Jouany, J.P., 2002).

Entre los aditivos de una misma categoría hay diferencias tales como efectividad general, adecuación a determinado tipo de forraje o grano, y facilidad de manejo y aplicación, éstos factores junto al precio determinan la opción más conveniente para cada caso.

Un problema práctico de algunos aditivos es su naturaleza corrosiva para la maquinaria, siendo de ese modo los aditivos biológicos mejores por no ser corrosivos y además por que no implican una manipulación riesgosa. Pero biológicos tienen el inconveniente de ser costosos, además la eficiencia su es más variable que la de los químicos, puesto que depende de la actividad de organismos vivos, que son afectados según la conservación del producto desde los fabricantes, a vendedores y el propio productor (Gaggiotti y col., 2001; Oude Elferink, y col., 2001; Romero y cols., 1996).

Cuadro 10. Categorías de aditivos para el ensilaje (adaptado de Mc Donald y col., 1991).

| Tipo de Aditivo | Ingrediente Activo Típico | Comentarios |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Estimulantes de la Fermentación | Bacterias Acido Lácticas Azúcares (melaza); y Enzimas | Puede afectar la estabilidad aeróbica |
| Inhibidores de Fermentación | Acido Fórmico *, Ac. Láctico * Nitritos, Sulfitos, y Cloruro de Sodio | Inhibición de clostridios |
| Inhibidores de deterioro aeróbico | BAC, Acido Propiónico, y Acido Benzoico | Puede mejorar estabilidad aeróbica |
| Nutrientes | Urea; Amoníaco Minerales | Puede mejorar estabilidad aeróbica |
| Absorbentes | Pulpa de remolacha azucarera Paja | |

* o su sal correspondiente

Aditivos para mejorar la fermentación del ensilaje: La aplicación de las técnicas apropiadas de ensilaje puede no ser suficiente para lograr una adecuada conservación, por lo que la utilización de aditivos podría contribuir a minimizar las pérdidas de calidad. Los materiales que contienen baja cantidad de carbohidratos solubles o una baja relación carbohidratos/compuestos nitrogenados, tienen cantidades insuficientes de sustrato para la fermentación láctica y una adecuada reducción del pH. Frente a estas dificultades para la conservación el uso de aditivos puede ser beneficioso (Oude Elferink, y col., 2001), un ejemplo puede ser el agregado de carbohidratos solubles, mediante la adición de melaza, o granos de cereales.

Aditivos inhibidores de la fermentación: Este tipo de aditivos podría utilizarse teóricamente en todo tipo de ensilaje, pero en la práctica se utilizan solamente en cultivos con bajo contenido de carbohidratos hidrosolubles y/o alta capacidad tampón. En Holanda los inhibidores más difundidos son las sales, por su facilidad de manejo y seguridad de manipulación frente a los ácidos (Mc Donald y col., 1991; Oude Elferink, y col., 2001).

Aditivos inhibidores del deterioro aeróbico: Algunos de estos aditivos incluyen ácidos como propiónico, acético, y otros ácidos biológicos provenientes de microorganismos como lactobacilos y bacilos. Recientemente se ha comprobado que *Lactobacillus buchneri* es un eficaz inhibidor del deterioro aeróbico, por su capacidad de degradar bajo condiciones anaeróbicas el ácido láctico, lo que provoca una disminución significativa del número de levaduras presentes (Mannetje, L. 't. 2001).

Aditivos usados como nutrientes o como absorbentes: Comprende la utilización de ciertos elementos para suplementar algún déficit del grano almacenado; por ejemplo con el agregado de urea o amoníaco para incrementar el contenido de proteína, también podrían utilizarse minerales.

El agregado de urea (en el orden del 2 a 4%), permite un aumento del pH al entorno de 8, ocurriendo una conservación en medio alcalino, por la liberación de amonio. Estos procesos disminuyen la concentración de toxinas; por lo tanto la conservación con urea es una alternativa apropiada para determinados casos (Chalkling, D., y Brasesco, R., 1997; Gaggiotti y col., 2001).

Los **absorbentes** son empleados en alimentos de elevado porcentaje de agua (bajo %MS) para evitar pérdidas de nutrientes por escurrimiento, por ejemplo en la pulpa de remolacha azucarera y de cítricos, pueden utilizarse reservas groseras como paja. Aunque el alimento grosero tenga un efecto depresor sobre el valor nutritivo, en el conjunto el efecto es benéfico por que reduce el escurrimiento de componentes de alto valor nutritivo (Mc Donald y col., 1991; Oude Elferink, y col., 2001).

La contaminación de los ensilajes con microorganismos y micotoxinas es un problema complejo, que afecta tanto la producción animal como al comercio internacional y la salud humana; por lo tanto es importante la vigilancia de los alimentos y tomar medidas preventivas para disminuir su incidencia. En general las prácticas adecuadas y medidas de prevención del ataque de hongos, evitarán casi por completo la presencia de micotoxinas.

Consideraciones finales.

Al considerar el almacenaje de un alimento (grano o forraje), con destino a la industria o nutrición animal deben aplicarse las prácticas adecuadas, para maximizar la eficiencia de cosecha, minimizar las pérdidas de valor nutritivo y contaminación, así evitar posteriores pérdidas en la producción. Los costos finales por una menor productividad o problemas sanitarios, muchas veces menospreciados, deben ser tenidos en cuenta como parte del sistema de producción de la cadena alimentaria de forma responsable económica y socialmente.

En el almacenamiento del grano, debe considerarse como punto básico que ***una buena estrategia de conservación será aquella que minimice las pérdidas de valor nutritivo del material almacenado y los riesgos de intoxicación para el destino final.*** Además en suplementación animal para que una estrategia sea adecuada deben considerarse aspectos como: el índice de cosecha del material, el grado de aprovechamiento del suplemento y de la dieta base; debido a que el objetivo es la “eficiencia económica del sistema”, obtener el mayor producto con el menor costo (Cowan, T., 2001; Gagliostro, G., 1996; Gallardo y cols., 1996; Rearte, D., 1996; Riera, 2002; Romero y cols., 1996; Schneider y col., 2001, Sewell, H. y Wheaton H., 1999, Thomas, P. y Rook, J., 1981; Vieira y col., 1999; Wilkins, R., 1981).

Frecuentemente a nivel comercial se realizan análisis parciales comparando, el SGH con el grano seco, el suministro de fardos, el ensilaje de planta entera, o diferentes tipos de cultivos, pero se deja de lado el ajuste de la alternativa de suplementación a las necesidades del sistema productivo y los objetivos de la empresa. Por lo tanto es oportuno remarcar que: ***“una buena reserva mal utilizada no aportará los resultados esperados, entonces pasará a ser una mala alternativa para el objetivo perseguido”.***

CONCEPTOS SOBRE IMPLANTACIÓN DE PASTURAS

Francisco Formoso¹

Dentro del sistema: semilla-suelo-tren de siembra de la sembradora interactúan muchos factores, entre ellos, los restos vegetales, la estructura de la zona más superficial del suelo donde se ubica la cama de siembra y especialmente la humedad tienen impactos muy importantes. Obviamente la calidad de la semilla sembrada tiene importancia fundamental.

Con relación a variables ambientales, la temperatura influye directamente sobre la velocidad de cualquier proceso biológico, pueden ser infra-óptimas, óptimas o supra-óptimas. Por ser una variable continua, dentro de los rangos normales que se registran en nuestro país, en general actúa deprimiendo o acelerando los procesos de germinación, implantación, etc. Valores térmicos extremos, altos o bajos, especialmente los primeros pueden determinar la muerte de las plántulas como se ejemplifica en el cuadro 1.

TEMPERATURA. Siembras tempranas (fines de febrero) con el objetivo de disponer de más forraje a fines de otoño e invierno según las especies pueden determinar en algunas forrajeras pérdidas importantes de la población. Estas con laboreo convencional de suelo o en siembra directa, germinaron y crecieron inicialmente muy bien, en función de las buenas condiciones de humedad existentes. Temperaturas muy altas durante la primer semana de abril determinaron temperaturas foliares superiores a los 41°C a las 14 horas en algunas especies. El calentamiento foliar excesivo de las forrajeras más sensibles durante 4 días seguidos determinó un n° importante de plantas muertas. Las menores áreas cubiertas en la línea por la especie sembrada muestran que con la excepción de avena (termo-resistente) que se comportó como una especie muy resistente y apta para siembras muy tempranas, las restantes presentaron problemas importantes, cuadro 1.

Cuadro 1. Efecto de altas temperaturas durante la implantación en siembras tempranas. Siembra directa (SD) y con preparación convencional del suelo (LC) el 22 de febrero. Condiciones estrictamente comparativas. Rastrojo previo: raigrás de ciclo largo.

| | % de AC de la especie sembrada 19/4 | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|------------|
| | SD | LC | Diferencia |
| Avena 1095a | 100 | 100 | NS |
| Lotus Draco | 47 | 83 | ** |
| Alfalfa Chaná | 32 | 58 | ** |
| T. Blanco Zapicán | 23 | 48 | ** |
| T. Rojo E116 | 37 | 63 | ** |
| T. Alejandrino Calypso | 17 | 35 | ** |
| Raigrás 284 = Titán = Dominó | 6 | 28 | ** |
| Festuca Tacuabé | 4 | 19 | ** |
| Dactylis Oberón | 5 | 11 | ** |
| | | | |
| Diferencia | ** | ** | |

En siembra directa las especies en general presentaron menores % de área cubierta, o sea, mayor mortandad de individuos, comparativamente con las siembras realizadas sobre suelo preparado con laboreo convencional. Probablemente, el mayor desarrollo radical de las sembradas con

¹ Ing. Agr. Msc. Pasturas, INIA La Estanzuela. E-mail: fformoso@le.inia.org.uy

preparación convencional de suelo (información no reportada en este trabajo) posibilitaron mayor consumo de agua, mejor refrigeración de las plantas y por tanto mayor resistencia al estrés térmico.

AGUA. La humedad en cambio es una variable discontinua y por tal, agregado a su alta variabilidad, es generalmente la causa principal en determinar malas implantaciones. La cobertura vegetal del suelo y tiempos de barbecho largos posibilitan aumentar el nivel de humedad en el suelo y disminuir los riesgos de estrés hídrico.

La semilla viable para germinar necesita agua y se absorbe tanto en forma líquida como de vapor. Un aspecto importante a resaltar con esta variable radica en **garantizar el suministro de agua continuo a la semilla**, más seguro, que es a partir de la fase líquida. Para esto se requiere que *el suelo tenga disponibilidad de agua adecuada*, se necesita un *buen contacto semilla-suelo* y *la semilla debe estar colocada próxima al denominado frente de humedad*. Esto se regula dentro de ciertos límites con la *profundidad de siembra* en función del tamaño de la semilla. No todas las sembradoras presentan mecánicamente mecanismos que posibiliten ajustar adecuadamente la profundidad de siembra y el contacto semilla-suelo para especies forrajeras de semillas de tamaño pequeño. En esta situación es muy importante que la rueda reguladora de la profundidad de siembra se localice lo más próximo posible al abresurco en la zona de descarga de la semilla. Figuras 1 y 2.

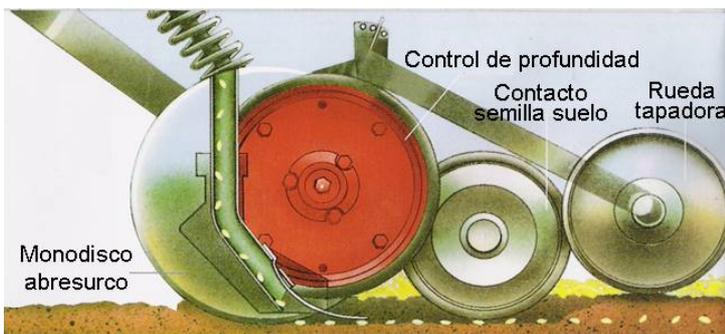


Figura 1. Abresurco monodisco.

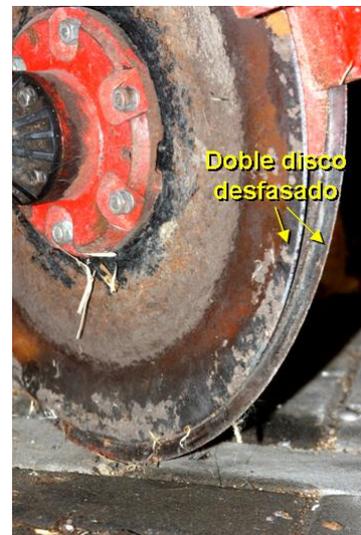


Figura 2. Abresurco de doble disco

Porque es tan importante tener en cuenta estos factores? Simplemente, porque una vez que la semilla absorbe agua y desencadena los procesos iniciales de germinación, si se interrumpe la disponibilidad de agua, el embrión muere, los porcentajes de implantación bajan y las pasturas pueden quedar ralas o perderse.

En las figuras 3 y 4 se presentan en forma simplificada los procesos descriptos.

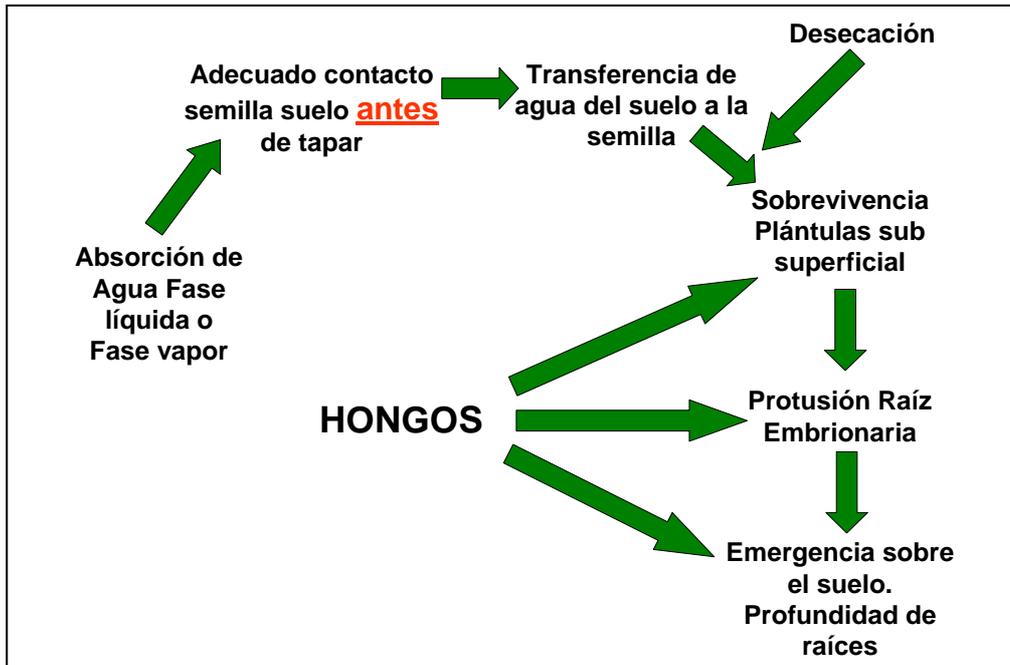


Figura 3. Esquematación de procesos entre la siembra y emergencia de plántulas.

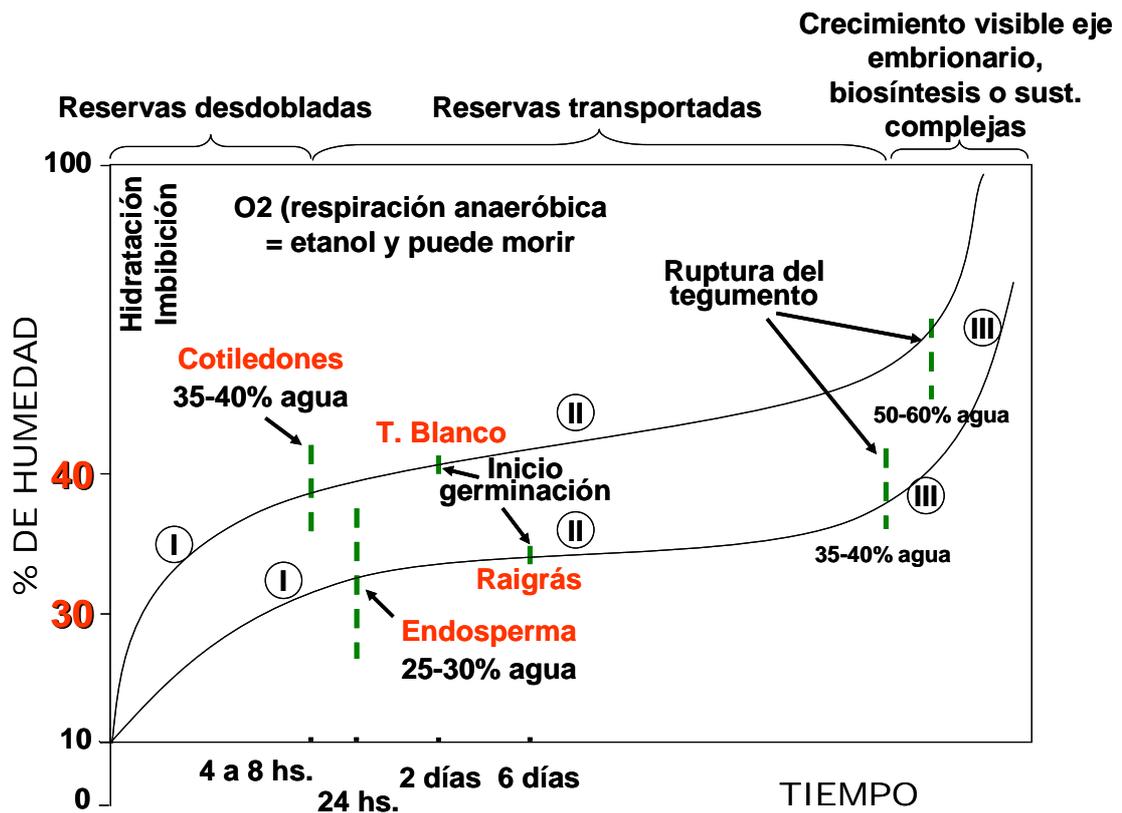


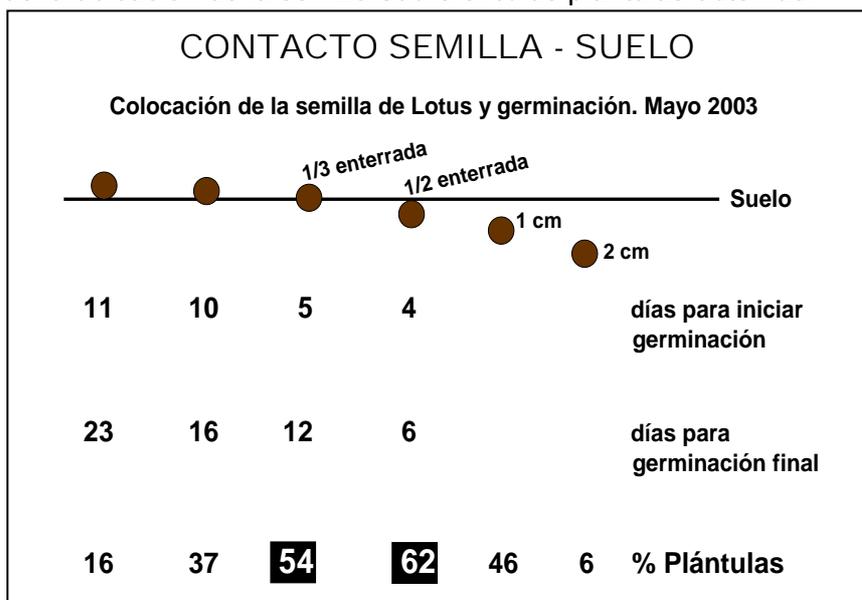
Figura 4. Evolución en el tiempo de las tres fases principales involucradas en la germinación de raigrás y trébol blanco.

En general, cuantitativamente las semillas de leguminosas absorben mayor cantidad de agua que las de gramíneas, inician antes la germinación, presentan una fase II de transporte de reservas más prolongada y rompen el tegumento por protusión de la radícula después.

En las tres fases descritas, el agua juega un rol protagónico.

En el cuadro 2 se observa claramente que asegurando un mejor contacto semilla suelo, que garantice un rápido, adecuado y continuo suministro de agua a la semilla (semilla enterrada a 1/3 o 1/2), disminuyen los días necesarios para germinar, o sea, el proceso es más rápido, y se obtienen los mayores porcentajes de implantación (54 y 62%, valores que son muy buenos, difíciles de lograr en la práctica).

Cuadro 2. Efecto de la ubicación de la semilla sobre el % de plántulas obtenido.



Asegurar un buen suministro de agua sin interrupciones a la semilla, generalmente es más fácil en el período húmedo, fin de otoño e invierno, que mas temprano en el otoño, o tarde en primavera. Cuando las siembras se realizan en períodos de menor disponibilidad de agua, que en general coinciden con temperaturas mas elevadas, las siembras sobre suelo recubierto con rastrojo, protegen en mayor grado a las semillas de la desecación con relación al suelo desnudo, cuadro 3. En este período disponer de sembradoras de directa con trenes de siembra adecuados para semillas forrajeras pequeñas, que aseguren un buen contacto semilla—suelo y mejoren el flujo de humedad hacia la semilla, disminuye notoriamente la probabilidad de malas implantaciones

Cuadro 3. Incidencia de la cobertura del suelo y la profundidad de siembra sobre el % de implantación en diferentes leguminosas.

CONTACTO SEMILLA - SUELO
% de plántulas

| | Suelo desnudo | | | | Suelo con rastrojo | | | |
|------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | mm de Profundidad | | | | | | | |
| | 0 | 6 | 12 | 25 | 0 | 6 | 12 | 25 |
| T. Rojo | 40 | 45 | 39 | 25 | 74 | 85 | 86 | 70 |
| T. Blanco | 15 | 34 | 30 | 15 | 49 | 60 | 62 | 42 |
| Alfalfa | 42 | 75 | 63 | 48 | 76 | 85 | 82 | 73 |
| Dactylis | 37 | 58 | 59 | 41 | 44 | 95 | 86 | 69 |

La profundidad de siembra es un factor de suma importancia en determinar el nº de plántulas a obtener (cuadro 3), razón por la cual es importante disponer de sembradoras que aseguren manejar correctamente esta variable. Además, sembrando a profundidades de siembra adecuadas, se garantiza un mejor flujo continuo de agua a la semilla.

Los mayores % de implantación se lograron con suelo cubierto de rastrojo y utilizando profundidades de siembra adecuadas.

La colocación de la semilla en cobertura generalmente determina menores % de implantación, sobre todo en situaciones de poca cobertura vegetal, debido principalmente a la variabilidad que presenta la continuidad del flujo de agua hacia la semilla.

En general las siembras en cobertura presentan resultados altamente dependientes del clima, especialmente de la humedad, elevando por tanto el riesgo frente a buenas siembras en líneas.

Las implantaciones de distintas especies, en respuesta a distintos tratamientos aplicados sobre rastrojos de sorgo de alto volumen se presentan en el cuadro 4. Las siembras fueron realizadas con una sembradora de siembra directa John Deere 750.

Cuadro 4. Área cubierta (%) por la especie en el surco de siembra, entre 90 y 130 días pos siembra, en respuesta a diferentes tratamientos aplicados sobre rastrojos de sorgo granífero.

| Años | 2003 | | | | 2004 | | | |
|-----------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|---------|
| | RA | RB | RAQ | RAR | RA | RAQ | RAR | Gavilla |
| Trigo | 53a | - | 56a | 31b | 84a | - | 53b | 34c |
| Avena | 40a | 35a | | | 74a | 81a | 63b | 43c |
| Rg 284 | 68b | 67b | 79a | 47c | 74a | 88a | 56b | 51b |
| Rg Titán | 59b | 56b | 66a | 44c | - | - | - | - |
| Festuca | 38b | 40b | 53a | 26c | 47a | 51a | 24b | 9c |
| Dactylis | 43b | 46ab | 55a | 33c | - | - | - | - |
| T. blanco | 51b | 44b | 63a | 22c | 56a | 61a | 19b | 7c |
| T. rojo | 46b | 38c | 64a | 36c | 68a | 77a | 44b | 36b |
| Lotus | 54b | 50b | 71a | 39c | 45b | 62a | 31c | 26c |
| Calipso | 58b | 53b | 82a | 37c | - | - | - | - |
| Alfalfa | 35b | 24c | 49a | | 49b | 67a | 36c | 11d |
| Medias | 49 | 45 | 64 | 35 | 61 | 67 | 40 | 27 |

RA: rastrojo alto, RB: rastrojo bajo, RAQ: rastrojo quemado, RAR: rastrojo rotativado.

Gavilla: implantación sobre la gavilla de paja y casullo dejado por la cosechadora.

En general, en los dos años, las mejores implantaciones se verificaron cuando el rastrojo de sorgo fue quemado, cuadro 4.

Sin embargo, mientras que en el 2003 el RAQ, excepto con trigo, superó significativamente ($P < 0.05$) al RA en las áreas cubiertas por las especies sembradas, en el 2004 predominaron las situaciones donde en RAQ y en RA se verificaron implantaciones similares.

En el 2003, excluyendo el caso de alfalfa, con las restantes especies las áreas cubiertas sobre RA y RB fueron similares ($P > 0.05$).

Consistentemente, para todas las especies, en los dos años estudiados, siempre se deterioró significativamente la implantación cuando el RA se picaba con rotativa comparativamente con el RA sin rotativar.

En el 2004, cuando además se compararon las áreas cubiertas obtenidas sobre el RAR con relación a las desarrolladas por las especies en la zona correspondiente a las gavillas, se verifica que esta última situación deprime aún más las implantaciones.

La distribución en el espacio del RA de sorgo se modifica drásticamente cuando son picados. La mayor cobertura del suelo, consecuencia de la alta cantidad de trozos de tallos ubicados en posición horizontal sobre la superficie del suelo determina cambios importantes sobre el mismo.

La mayor cobertura vegetal actúa interceptando mayor cantidad de radiación, razón por la cual, la capa superficial del suelo se mantiene más húmeda y mas fría que con el rastrojo en pie. Este exceso de humedad, en un período que normalmente es muy húmedo, quizás explique en parte las menores implantaciones. Estas condiciones se agravan aún más en la zona bajo las gavillas, por presentar mayor densidad de material vegetal, ser más compactas que los rastrojos rotativados.

Estas condiciones favorecen el desarrollo de hongos que atacan las plantas en sus estadios iniciales, aspecto que se agrava si estas además reciben poca radiación y de mala calidad. Ante estos hechos, las plántulas por un estímulo interno, elongan sus entrenudos, afinando los tallos, los cuales quedan mas susceptibles al ataque de hongos, damping off, etc. Posteriormente se reportarán resultados referentes a curasemillas para control de hongos.

En el cuadro 5 se resume la información recabada en tres experimentos en que se sembraban en la misma línea, todas las especies componentes de la mezcla, o la festuca en líneas alternas, desencontradas con las de trébol blanco + alfalfa.

Tanto en las siembras sobre rastrojos de sorgo, como de maíz, *consistentemente el picado del rastrojo con rotativa deteriora en forma importante la calidad de las siembras*, es decir, aumenta la frecuencia de situaciones con implantaciones regulares (rango 2) y malas (rango 3), con respecto al rastrojo imperturbado, anclado, sin picar.

Cuadro 5. Calidad de implantación de las especies sembradas en la línea, en directa, de tres mezclas forrajeras. sobre dos tratamientos de rastrojos de alto volumen de sorgo granífero y maíz. Cada mezcla corresponde a una chacra y año diferente.

| TIPO DE RASTROJO | Rastrojo alto en pie | | | Rastrojo alto rotativado | | |
|--------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| D + TB + AA | 20 | 69 | 11 | 7 | 33 | 60 |
| <i>F + TB + AA</i> | 38 | 57 | 5 | 13 | 43 | 44 |
| F + TB + L | 30 | 46 | 24 | 4 | 47 | 49 |

D: Dactylis, TB: Trébol blanco, AA: Alfalfa, F: Festuca, L: Lotus. En negro: rastrojos de sorgo granífero, en cursiva rastrojo de maíz. Rangos 1-2 y 3 significa que promedialmente cada 100 metros de surco se verifican entre 0 y 10 metros, o entre 11 y 20, o 21 o mas metros con discontinuidad de plantas en el surco de siembra (metros de surco sin plantas) respectivamente.

Con el rastrojo de maíz picado caben las mismas consideraciones que para el rastrojo de sorgo, es decir, los trozos de tallos picados de maíz mayoritariamente no son cortados por los discos de siembra y la semilla queda mal sembrada, fuera del surco, o muy superficial, o sin tapar.

Sin embargo, el rastrojo de maíz, cuando no hay tallos picados, posibilita que el tren de siembra de la sembradora, sembrador monodisco angulado, deje una mejor condición del suelo en el surco para germinación y establecimiento de la especie sembrada que el rastrojo de sorgo.

En el cuadro 6 se reporta información para 11 especies, de tres experimentos donde se compararon diferentes tipos de rastrojos en términos de la implantación. La misma se expresa en rangos.

Trigo y festuca, sistemáticamente en los tres experimentos, empeoraron la implantación en las siembras sobre RA o gavillas. Dactylis y trébol blanco presentaron una tendencia similar.

En general sobre los RB se registraron con mayor frecuencia mejores implantaciones que sobre los RA, aunque con muchas especies se logran muy buenos stand independientemente de la altura que los rastrojos de sorgo tengan, cuadro 3.

Cuadro 6. Calidad de implantación (expresada en rangos) de especies sembradas en la línea, en siembra directa, sobre distintos tipos de rastrojos, entre 90 y 150 días pos siembra. Resumen de 3 experimentos. Unidad de producción intensiva de carne. INIA La Estanzuela.

| Años | 2002 | | 2004 | | | 2005 | |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Cultivos | SORGO | | SORGO | | TITÁN | MAÍZ | |
| Rastrojos | ALTO | BAJO | ALTO | BAJO | | Alto | Gavilla |
| Trigo | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Avena | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Rg 284 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Rg Titán | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Festuca | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Dactylis | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| T. blanco | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| T. rojo | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Lotus | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Calipso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Alfalfa | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| MEDIAS | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |

Dentro de cada año, para cada especie, los números diferentes en cursiva difieren significativamente al nivel de probabilidad de $P < 0.05$ %.

Gavilla: significa la siembra sobre el material dejado en la cola de la cosechadora desprovista de picador-esparcidor de rastrojo. Rangos 1-2 y 3 significa que promedialmente cada 100 metros de surco se verifican entre 0 y 10 metros, o entre 11 y 20, o 21 o mas metros con discontinuidad de plantas en el surco de siembra (metros de surco sin plantas) respectivamente.

Sobre rastrojo de raigrás se lograron implantaciones buenas, similares a las obtenidas sobre los RB de sorgo.

Alfalfa fue la especie donde se verificaron mayores problemas para obtener buenas implantaciones y fue la única donde se verificó discontinuidad de plantas en el 21% o más de los surcos de siembra, rango 3, RA y gavilla.

Cuando se comparan las implantaciones en todas las especies sobre el RA de maíz con relación a la gavilla, año 2005, se verifica nuevamente que las gavillas deterioran consistentemente las implantaciones de las especies sembradas, excepto raigrás. Este material fue el único que en todas las situaciones evaluadas presentó siempre buena implantación, cuadro 6.

Consideraciones generales

La quema del rastrojo de sorgo puede mejorar la implantación en algunas situaciones y en otras producir resultados similares a los registrados con rastrojos altos.

En general, sobre los rastrojos bajos se verificó mayor frecuencia de mejores implantaciones comparativamente a los rastrojos altos, aunque con muchas especies se logran buenas implantaciones independientemente de la altura de los rastrojos.

Consistentemente, para todas las especies, sea con sorgo o maíz, el picado del rastrojo con rotativa siempre deterioró la implantación, comparativamente con el rastrojo alto sin rotativar.

Las implantaciones de las especies sembradas sobre la zona de las gavillas, fueron aún inferiores a las registradas en los rastrojos rotativados.

Las gavillas y/o el exceso de tallos picados por rotativa determinó que los abresurcos operaran con dificultades, quedando frecuentemente la semilla mal tapada y/o fuera del surco, sobre y/o en las proximidades de los fragmentos de tallos, traduciéndose en menores implantaciones en esas zonas.

Las dificultades operativas de los abresurcos aumentaron con la humedad ambiental, y/o del suelo, y con la cantidad de rastrojo no anclado, suelto.

El picado de los rastrojos y las gavillas aumentaron la frecuencia de atascamientos en los trenes de siembra,

La información reportada permite sugerir que el picado de los rastrojos dificulta las siembras, aumenta la frecuencia de atascamientos, deteriora las implantaciones de las especies sembradas y eleva innecesariamente los costos. En contrapartida, se sugiere el uso de picadores-esparcidores de paja y casullo en las cosechadoras, debería ser considerado una inversión y no un gasto.

CAMAS DE SIEMBRA SOBRE CHACRAS ENGRAMILLADAS A PARTIR DE: PRADERAS VIEJAS O CULTIVOS DE VERANO. La siembra directa de verdeos invernales a continuación de praderas viejas engramilladas previamente tratadas con glifosato, constituye una alternativa recomendable a seguir dentro de las rotaciones. Sin embargo, las respuestas productivas que se obtienen pueden ser muy diferentes de acuerdo a las condiciones de la cama de siembra, cuadro 7.

Cuadro 7. Rendimientos de forraje (kgMS/ha) y número de plantas por metro de surco (en negrita) de tres especies sembradas en directa (Sembradora J.Deere 750) sobre una pradera vieja engramillada tratada con 6 litros/ha de glifosato genérico. Resultado de dos experimentos en Unidad de Lechería, INIA La Estanzuela.

| | Avena 1095a | Raigrás TITÁN | Trébol Rojo |
|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Suelo Desnudo | 1620 a 55 | 860 a 48 | 350 a 52 |
| Gramilla Seca | 560 b 28 | 345 b 22 | 65 b 7 |
| Gramilla Quemada | 1710 a 49 | 960 a 59 | 380 a 64 |
| | Avena 1095a | Raigrás 284 | Calipso |
| Suelo Desnudo | 960 a 48 | 547 a 79 | 730 a 85 |
| Gramilla Seca | 230 c 9 | 225 b 33 | 150 c 7 |
| Gramilla Quemada | 551 b 51 | 444 a 64 | 570 b 69 |

Las evaluaciones se realizaron entre los 80 y 120 días pos siembra.

Avena fue sembrada a 100 kg/ha, las restantes especies a 15 kg/ha.

Los mayores rendimientos se registraron en las zonas sembradas donde no había gramilla, denominadas "suelo desnudo". Estos fueron similares en general, no siempre, a los registrados cuando se sembró sobre la gramilla tratada con glifosato, pero además quemada con fuego.

Las siembras sobre la gramilla seca por el herbicida, sin quemar, en las tres especies determinó disminuciones productivas muy importantes.

En todas las especies, la siembra directa sobre tapiz de gramilla seca determinó disminuciones muy importantes en la implantación, en los casos que se registraron menos de 10 plantas por metro lineal de surco de siembra, podría considerarse como pastura perdida o de muy baja producción.

Importa resaltar que a mediano y/o largo plazo, si bien la gramilla quemada con glifosato y además fuego, mejora sustancialmente la implantación, posteriormente la gramilla, en primavera y/o verano vuelve a rebrotar y deprime la producción de forraje.

La siembra directa de forrajeras sobre diferentes rastrojos de especies estivales genera por la propia arquitectura, cantidad y velocidad degradación de los restos vegetales, camas de siembra diferentes. Sin embargo, pese a que visualmente las camas de siembra pueden presentar aspectos muy diferentes, desde muy atractivas como los rastrojos de soja a muy rechazables como los rastrojos de sorgo, generalmente estas grandes diferencias visuales no se manifiestan en la misma dimensión en la implantación y rendimientos obtenidos durante el primer año. Un resumen de los resultados de varios experimentos instalados en la unidad intensiva de producción de carne de INIA La Estanzuela se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Rendimientos relativos de forraje en el primer año de leguminosas sembradas sobre diferentes rastrojos, tomando como base 100% el rendimiento sobre rastrojo de sorgo granífero. Datos de 4 experimentos.

| | Raigrás | Digitaria | Moha | Maíz | Girasol | Soja |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Calipso 1 | 146 | | | | | |
| Calipso 2 | | | 114 | | 106 | 93 |
| Calipso 3 | | 93 | 122 | 100 | 102 | 119 |
| Calipso 4 | | 50 | 88 | 97 | 96 | 101 |
| Media | 146 | 71 | 108 | 98 | 101 | 104 |
| T rojo 1 | 115 | | | | | |
| T rojo 2 | | | 113 | | 102 | 83 |
| T rojo 3 | | 89 | 99 | 116 | 95 | 108 |
| T rojo 4 | | 63 | 112 | 103 | 100 | 110 |
| Media | 115 | 76 | 108 | 109 | 99 | 100 |
| T blanco 1 | 121 | | | | | |
| T blanco 2 | | | 104 | | 109 | 85 |
| T blanco 3 | | 58 | 89 | 93 | 88 | 102 |
| T blanco 4 | | 76 | 119 | 105 | 119 | 111 |
| Media | 121 | 67 | 104 | 99 | 107 | 108 |
| Lotus 1 | 123 | | | | | |
| Lotus 2 | | | 114 | | 109 | 100 |
| Lotus 3 | | 76 | 99 | 104 | 60 | 94 |
| Lotus 6 | | 71 | 96 | 108 | 103 | 102 |
| Media | 123 | 73 | 103 | 106 | 91 | 99 |
| Alfalfa 1 | 130 | | | | | |
| Alfalfa 2 | | | 134 | | 99 | 91 |
| Alfalfa 3 | | 104 | 106 | 118 | 113 | 101 |
| Alfalfa 4 | | 96 | 108 | 119 | 135 | 112 |
| Media | 130 | 100 | 116 | 116 | 116 | 101 |

Porcentajes en cursiva indican diferencias $P < 0.05$ con relación al rastrojo de sorgo, en negro, no difieren.

Si bien se verifican diferencias entre rastrojos, especies, dentro y entre años, las mismas no son muy consistentes. Esto indica que en esta temática están incidiendo varios factores simultáneamente que son difíciles de aislar separadamente los efectos de cada uno.

Las diferencias que se generan en los rendimientos relativos, se explican más por interferencia que por diferentes implantaciones. La excepción para las leguminosas es el rastrojo de pasto blanco, cuya interferencia es superior a los restantes cuadro 9.

Cuadro 9. Rendimientos de forraje (kg MS/ha) promedio de 5 leguminosas sembradas en 4 experimentos sobre diferentes rastrojos y rendimientos relativos (%) referidos al rastrojo de sorgo base 100. Frecuencia de casos en que los rendimientos son significativamente superiores, similares o inferiores a los cuantificados sobre rastrojo de sorgo.

| | Raigrás | Digitaria | Moha | Maíz | Sorgo | Girasol | Soja |
|-------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Kg/MS/Ha | 6519 | 3486 d | 4176 b | 4899 a | 4255 b | 3948 bc | 4061 bc |
| % | 153 | 82 | 98 | 115 | 100 | 93 | 95 |
| Superiores | 100 | 0 | 13 | 20 | - | 7 | 0 |
| Similares | 0 | 40 | 87 | 80 | - | 80 | 87 |
| Inferiores | 0 | 60 | 0 | 0 | - | 13 | 13 |

Medias con misma letra no difieren significativamente al nivel $P < 0.05$.

En general sobre rastrojos de maíz las leguminosas alcanzaron los mayores rendimientos medios, un 15% superiores a los registrados sobre rastrojos de sorgo, en tanto, sobre los rastrojos de Digitaria se verificaron los peores comportamientos productivos. Los rastrojos restantes, sorgo, moha, soja y girasol, sin diferenciarse entre ellos ($P > 0.05$), presentaron comportamiento intermedio.

El efecto negativo que la Digitaria (pasto blanco) determina sobre la implantación y producción posterior de las leguminosas es muy similar al que origina sobre las mismas la Poa anua, (información no reportada).

Los rastrojos de girasol y soja, en general están muy bien calificados por los productores, en contraposición al mal concepto que se tiene de los rastrojos de sorgo, sin embargo con leguminosas, en promedio, las performances productivas fueron similares, cuadro 9.

Las mayores frecuencias de rendimientos significativamente superiores a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo se verificaron en los rastrojos de maíz y moha, mientras que las mayores frecuencias de rendimientos significativamente inferiores a los registrados sobre rastrojos de sorgo, ocurrieron en las siembras sobre rastrojos de girasol y soja.

La percepción muy positiva que se tiene de los rastrojos de girasol y soja comparativamente con los de sorgo, se fundamenta principalmente en las mayores facilidades de siembra, especialmente por las menores frecuencias de atascamientos con rastrojo en los trenes de siembra, de los rastrojos de soja y girasol comparativamente con los de sorgo. Con maíz, si bien su rastrojo también implica altas cantidades de materia seca por hectárea, sus raíces alteran positivamente por lo menos la zona más superficial del suelo, permitiendo que los abresurcos dejen en general depositada las semillas sobre buenas camas de siembra.

Excepto el rastrojo de Digitaria, donde las leguminosas consistentemente en el 60% de los casos estudiados, presentaron rendimientos en el primer año significativamente inferiores ($P < 0.05$) a los registrados sobre rastrojos de sorgo, sobre los restantes rastrojos (moha, maíz, girasol y soja), el resultado más frecuente, 80 a 87% de las situaciones, fue de rendimientos similares a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo, cuadro 9.

En el cuadro 10 se reporta la performance productiva en el año de siembra de distintas especies sembradas en directa y con preparación convencional de suelo de 4 experimentos instalados en chacras de la unidad de producción intensiva de carne de INIA La Estanzuela.

En la información que se reporta se verifica que tanto la **compactación del suelo como la gramilla** son factores que inciden sobre la implantación y crecimiento inicial de las especies. En especial la compactación del suelo durante el período húmedo puede determinar enlentecimiento de la germinación y

crecimiento inicial, hasta la muerte de plantas como ocurre con alfalfa, la especie menos tolerante a carencias de **oxígeno**.

Cuadro 10. Relación entre los rendimientos de forraje en el año de siembra obtenidos en SD y LC, relación SD/LC, con diferentes especies forrajeras en 8 situaciones. RA y RB significan rastrojo alto y bajo de sorgo.

| Siembra | 29/05/2001 | | 09/05/2002 | | 12/06/2003 | | 13/06/2003 | | Medias |
|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Alto | Bajo | Alto | Bajo | Alto | Bajo | Alto | Bajo | |
| ESPECIES | Relación SD/LC | | | | | | | | Medias |
| Avena | 0,71 | 0,70 | 1,16 | 0,82 | 0,97 | 1,05 | 0,86 | 0,84 | 0,89 |
| Trigo | 0,72 | 0,65 | 1,32 | 1,07 | 1,08 | 1,00 | 1,04 | 1,01 | 0,99 |
| Rg 284 | 0,88 | 0,84 | 0,99 | 0,94 | 1,03 | 1,08 | 0,78 | 0,84 | 0,92 |
| Rg Titán | 1,00 | 1,08 | 1,06 | 0,90 | 0,83 | 1,00 | 0,91 | 0,80 | 0,95 |
| Festuca | 0,81 | 0,90 | 1,78 | 1,22 | 1,00 | 1,28 | 0,89 | 0,97 | 1,11 |
| Dactylis | 0,95 | 0,98 | 1,35 | 1,00 | 1,12 | 1,39 | 0,93 | 0,96 | 1,08 |
| Calipso | 0,68 | 0,91 | 1,90 | 1,42 | 0,79 | 0,86 | 0,33 | 0,91 | 0,97 |
| T. Rojo | 0,95 | 0,95 | 1,80 | 1,26 | 0,49 | 0,54 | 0,15 | 0,76 | 0,86 |
| T. Blanco | 0,89 | 1,12 | 1,56 | 1,26 | 0,80 | 0,85 | 0,42 | 1,02 | 0,99 |
| Lotus | 0,93 | 1,03 | 1,52 | 1,52 | 0,89 | 0,96 | 0,56 | 1,01 | 1,05 |
| Alfalfa | 0,68 | 0,86 | 4,58 | 2,48 | * | * | * | * | 2,15 |
| Medias | 0,87 | 0,93 | 1,73 | 1,26 | 0,90 | 1,00 | 0,69 | 0,91 | 1,04 |

Suelo Encostrado: 9/5/02; Suelo con Gramilla: 13/6/03

Las celdas de alfalfa con * indican pastura perdida por muy mala implantación.

Haciendo abstracción de la interacción tratamientos por experimentos, considerando los promedios de los cocientes de las especies estudiadas en las 8 situaciones (última columna del cuadro 10), se observa que globalmente, las diferencias entre SD y LC variaron entre un 14% a favor del LC (trébol rojo) a un 11% a favor de la SD (festuca).

En promedio para las especies estudiadas, cuando se consideran mayores números de situaciones, chacras, se verifica que los resultados tienden a mostrar paridad entre SD y LC, cociente de 1.04, guarismo que indica que con cualquiera de las formas de siembra es posible obtener buenas camas de siembra, implantaciones y rendimientos de forraje.

Sin embargo, los cocientes dentro del cuadro 10, muestran en muchas situaciones diferencias muy importantes a favor de la SD (cociente mayor a 1), o a favor del LC (cociente menor a 1). Estos hechos confirman la existencia de interacción.

Entre fechas de siembra "chacras" se verifican diferencias productivas muy importantes entre formas de siembra, SD y LC.

El encostramiento del suelo (9/5/02) y la infestación de gramilla (13/6/03) fueron los atributos que determinaron las mayores diferencias entre SD y LC con algunas especies o grupos de ellas.

El LC aumenta notoriamente los riesgos de encostramiento del suelo, tanto más cuanto mayores son los volúmenes de rastrojo a laborear, RA mayor riesgo que RB, por mayor número de laboreos.

En SD la tendencia es opuesta, a mayor volumen de rastrojo menor riesgo de encostramiento.

En condiciones de RA, el fuerte encostramiento en LC con relación a SD determinó rendimientos de forraje muy superiores en SD con respecto a LC en casi todas las especies: leguminosas, gramíneas perennes y gramíneas anuales, exceptuando raigrás, cuya performance fue indiferente a este factor.

Con RB, el suelo en SD se encostró más que con RA, y con LC se encostró menos que en RA por menor número de laboreos.

En suelo con infestación de gramilla, con leguminosas, los rendimientos con LC en general son superiores a SD, tanto más cuanto mayor sea la infestación de gramilla; con gramíneas en general, las diferencias fueron menores entre LC y SD.

Ambos cultivares de raigrás presentaron un comportamiento notable en condiciones de elevado nivel de encostramiento del suelo (siembra del 2002), produciendo en forma similar tanto en SD como en LC. Se destacaron además por su comportamiento muy estable, poco variable, frente al método de siembra aplicado.

En situaciones de encostramiento de suelo, la SD aventajó sustancialmente al LC. El exceso de laboreos con implementos de discos, especialmente en la situación de RA, necesarios para conseguir una aceptable cama de siembra, al registrarse importantes e intensas precipitaciones, originaron fuerte encostramiento.

En condiciones de chacra engramillada, siembra del 13/6/2003, las gramíneas perennes se mostraron indiferentes al método de siembra (SD o LC), cociente SD/LC próximo a 1. Obviamente que con LC, aunque con dificultades a consecuencia del rastrojo de sorgo y la gramilla, se obtuvo una mejor cama de siembra para que las gramíneas se implantaran correctamente. Sin embargo, es destacable que en estas condiciones, con SD, se obtuvieron rendimientos similares, con una estrategia más rápida, simple y económica.

Sobre suelo engramillado, las gramíneas anuales y perennes presentaron buen comportamiento productivo durante el primer año en situaciones de SD, en cambio las leguminosas disminuyeron los rendimientos proporcionalmente con el grado de infestación de gramilla.

Cuando se hace referencia a suelo engramillado debe tenerse presente que se partió de un rastrojo con la gramilla en el estrato inferior muy sombreada por el sorgo. En estas condiciones el *Cynodon* presentaba una arquitectura de plantas acorde con ambientes de baja luz incidente, entrenudos y tallos largos, baja densidad de hojas, alta proporción de tallos erectos, tapiz poco denso, o sea, muy diferente a los gramillales que en general quedan luego de una pradera degradada.

Las leguminosas en general, como era de esperarse presentaron una variabilidad en las respuestas a métodos de siembra muy superior a las gramíneas. Entre leguminosas hay diferencias importantes en las respuestas obtenidas, cuadro 10.

En situaciones de muy alto encostramiento de suelo todas las leguminosas, sin excepción, presentaron depresiones significativas sustanciales en los rendimientos de forraje al primer año, LCRA mayor que LCRB. Este hecho determina que los cocientes SD/LC sean mayores que 1 con diferencia significativa entre numerador y denominador, (siembra del 9/5/2002).

Alfalfa fue la especie menos tolerante al encostramiento. La susceptibilidad de alfalfa a condiciones de anoxia, compactación de suelo más exceso de precipitaciones es ampliamente conocida y una vez más corroborado en esta situación.

Cuadro 11. Relación entre los rendimientos de forraje en el año de siembra, obtenidos sobre rastrojos altos (RA) y bajos (RB) de sorgo granífero, relación RA/RB en 8 situaciones.

| Siembra | 29/05/2001 | | 09/05/2002 | | 12/06/2003 | | 13/06/2003 | | Medias |
|--------------|----------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|--------|
| | SD | LC | SD | LC | SD | LC | SD | LC | |
| Tipo Siembra | SD | LC | SD | LC | SD | LC | SD | LC | |
| ESPECIES | Relación RA/RB | | | | | | | | |
| Avena | 0,95 | 0,93 | 1,11 | 0,79 | 1,24 | 1,34 | 0,96 | 0,94 | 1,03 |
| Trigo | 0,91 | 0,82 | 0,81 | 0,65 | 1,30 | 1,20 | 0,94 | 0,91 | 0,94 |
| Rg 284 | 1,00 | 0,95 | 1,03 | 0,98 | 1,14 | 1,20 | 0,80 | 0,87 | 1,00 |
| Rg Titán | 0,86 | 0,93 | 1,14 | 0,97 | 1,13 | 1,36 | 1,00 | 0,87 | 1,03 |
| Cebadilla | 1,01 | 1,06 | | | | | | | 1,04 |
| Holcus | 1,04 | 0,99 | | | | | | | 1,02 |
| Festuca | 0,94 | 1,04 | 1,10 | 0,75 | 1,00 | 1,28 | 0,68 | 0,74 | 0,94 |
| Dactylis | 1,02 | 1,05 | 0,98 | 0,72 | 1,13 | 1,40 | 0,64 | 0,66 | 0,95 |
| Calipso | 0,90 | 1,20 | 1,34 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 0,38 | 1,07 | 1,02 |
| T. Rojo | 1,24 | 1,24 | 1,47 | 1,03 | 1,21 | 1,33 | 0,21 | 1,03 | 1,09 |
| T. Blanco | 0,92 | 1,16 | 1,29 | 1,05 | 1,46 | 1,55 | 0,35 | 0,85 | 1,08 |
| Lotus | 1,03 | 1,13 | 0,90 | 0,91 | 0,95 | 1,03 | 0,54 | 0,98 | 0,94 |
| Alfalfa | 0,73 | 0,92 | 1,74 | 0,94 | * | * | * | * | 1,08 |
| Achicoria | | | 1,00 | 1,00 | | | | | 1,00 |
| Medias | 0,96 | 1,03 | 1,16 | 0,90 | 1,17 | 1,29 | 0,65 | 0,89 | 1,01 |

Suelo Encostrado: siembra 9/5/02; Suelo con Gramilla: 13/6/03

Las celdas de alfalfa con * indican pastura perdida por muy mala implantación.

El impacto productivo de las alturas de los rastrojos de sorgo sobre los rendimientos de forraje varió con las chacras, con los métodos de siembra, con las especies.

Efectos de los tipos de rastrojos en SD

En SD, el ambiente diferencial que puede generarse a partir de un RA comparativamente con un RB de sorgo puede explicarse por la incidencia de varios factores.

Los flujos de radiación son significativamente menores en cantidad y calidad en las situaciones de RA comparativamente con RB (información no reportada en esta publicación). Esto podría operar: deprimiendo las tasas de crecimiento por sombreado, promoviendo el crecimiento en altura de las especies con el objetivo de captar más y mejor luz y un consecuente afinamiento, disminución del diámetro de los tallos. Este hecho aumenta la susceptibilidad de daños por enfermedades, damping off, etc., especialmente en alfalfa (información no reportada). Las semillas en estos experimentos no fueron tratadas con curasemillas.

La menor cantidad de radiación incidente en el estrato inferior de los RA también determina un ambiente más húmedo comparativamente con los RB. Este puede incidir en sentido positivo cuando sobrevienen condiciones hídricas limitantes, o altas temperaturas, principalmente en las etapas tempranas, germinación, crecimiento inicial, etc. También puede actuar en sentido negativo,

aumentando riesgos de ocurrencia de enfermedades, damping off, etc., en estadios tempranos, especialmente con leguminosas que afinan sus tallos y tejidos en condiciones de bajos flujos de luz.

Los RA también pueden actuar en algunas situaciones como “cultivo protector,” atemperando el ambiente, vientos, etc. originando efectos positivos para el crecimiento de plántulas, etc., con la ventaja competitiva sobre las siembras asociadas a trigo o cebada (cultivos en activo crecimiento), que son rastrojos muertos o en vías de morir.

Las mayores cantidades de rastrojo que quedan en las siembras sobre RA podrían originar mayores interferencias sobre las especies sembradas por efectos alelopáticos (efectos negativos), hecho frecuentemente resaltado en la literatura referente al tema rastrojos de sorgo. Sin embargo, los mayores volúmenes de forraje que persisten en los RA pueden generar efectos positivos sobre el crecimiento por mayor tasa de reciclaje de nutrientes, etc.

En situaciones de LC, ya fue comentado previamente que los RA de sorgo tienen mayores requerimientos de pasadas de rastras de discos que los RB, para alcanzar una cama de siembra adecuada. Este aspecto puede generar mayores riesgos de encostramiento, (efecto negativo).

Tanto en SD como en LC, el balance de los innumerables efectos positivos y negativos de los diferentes factores que operan en cada situación según se trate de RA o RB, se cuantificaron directamente en función de la respuesta vegetal obtenida con cada especie mediante el cociente RA/RB.

En general, para SD, predominó un comportamiento productivo neutro, indiferente a la altura del rastrojo, para la mayoría de las especies en la chacra sembrada el 29/5; para las gramíneas anuales y perennes en la siembra del 9/5 donde el suelo se encostró menos en el RA y con las gramíneas anuales en la siembra del 13/6 realizada sobre chacra engramillada.

La mayoría de las especies presentó rendimientos tendencialmente mayores o significativamente superiores sobre RA en la SD del 12/6, cuadro 11.

En situaciones especiales, o específicas como pueden ser: encostramiento de la capa superficial del suelo (siembra del 9/5), con excepción de lotus (respuesta neutra), las leguminosas más susceptibles a esta condición del suelo, alfalfa, tréboles rojo, Calipso y blanco respondieron en forma favorable y significativa al RA, mientras que, las gramíneas perennes y todas las leguminosas respondieron muy favorablemente al RB, en la siembra del 13/6 sobre chacra engramillada.

En realidad, en estas dos últimas situaciones descritas y catalogadas como específicas, el efecto positivo (siembra del 9/5) o negativo (siembra del 13/6) del RA en SD fue, indirecto, o sea, el RA operó como cobertura que intercepta más la lluvia, o el herbicida glifosato. En la primera situación (9/5), el RA determinó menor grado de encostramiento que el RB, simplemente por una cobertura del suelo muy superior, que impidió en mayor proporción que las gotas de lluvia impactaran directamente sobre el suelo (precipitaciones abundantes y muy intensas pos siembra). En el segundo caso, siembra del 13/6, el RA interceptó en mayor grado el herbicida glifosato aplicado presiembra de las forrajeras. Como consecuencia de esto, la gramilla prácticamente no fue controlada, las especies debieron implantarse afrontando la competencia de gramilla viva. Las implantaciones fueron menores y la performance productiva de las especies fue muy mala. En el RB el control de gramilla fue muy superior.

Efectos generales sobre los rendimientos de forraje al 1er año de los tipos de rastrojo

Considerando globalmente el impacto de la altura del rastrojo de sorgo sobre la producción de forraje en el primer año, excluyendo las situaciones del 13/6 (leguminosas y gramíneas perennes en suelo engramillado), para un total de 39 situaciones de SD estudiadas se verifica: que un 67, 26 y 7 % de los casos, los rendimientos de forraje fueron: RA=RB ($P>0.05$), RA>RB ($P<0.05$) y RA<RB ($P<0.05$) respectivamente.

En LC, para un total de 45 situaciones: RA=RB en el 55% de los casos, RA>RB en el 24% y RA<RB en el 21% de las situaciones.

Obviamente, para alcanzar una adecuada cama de siembra, con LC, los RA de sorgo requieren un mayor consumo de energía y tiempo, por mayor número de laboreos que los RB.

Los resultados obtenidos con SD, donde el 93% de las situaciones registró rendimientos sobre RA similares o superiores a los obtenidos con RB justifican agronómicamente realizar las siembras directamente sobre los RA de sorgo.

Se excluye de esta recomendación la siembra de gramíneas perennes y leguminosas, no así gramíneas anuales, en condiciones de chacra engramillada.

En situaciones de rastrojo engramillado, la gramilla debe ser la variable principal para desestimular la siembra de especies perennes y no los RA.

No es comprensible el temor que se tiene de perder las siembras realizadas directamente sobre los RA de sorgo, tal como lo demuestra la información aquí reportada.

El rechazo natural de los productores a la SD sobre RA de sorgo seguramente se explica por la mala impresión visual en el corto plazo que dan estos rastrojos comparativamente con los RB.

Las **MALEZAS** pueden determinar disminuciones importantes en los porcentajes de implantación y/o crecimiento inicial de las forrajeras. En este sentido las malezas arrosetadas con hojas planófilas pueden ser fuertemente competitivas y deprimir en gran magnitud las plántulas de las especies forrajeras sembradas.

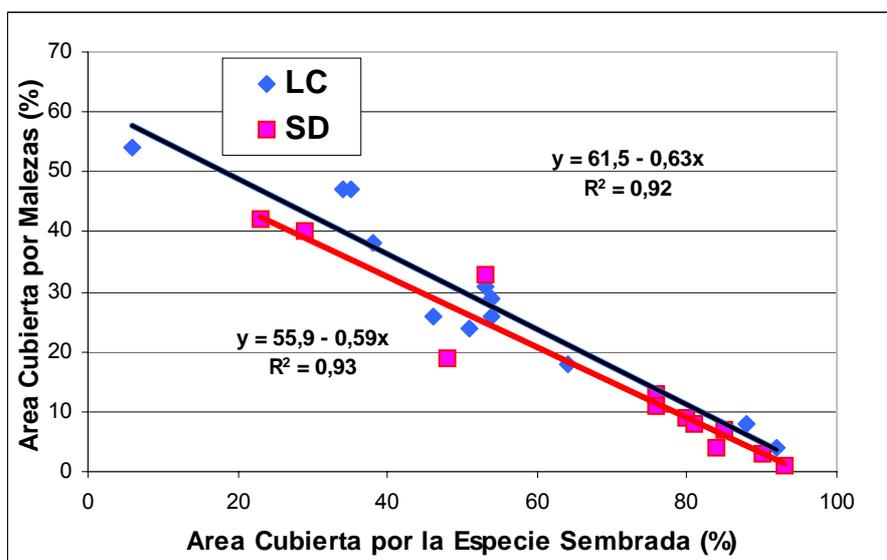


Figura 5. Relación entre el área cubierta de la especie sembrada y el área cubierta por malezas, 120 días pos siembra.

El área cubierta por la especie sembrada y el área cubierta por malezas tienen una relación inversa, figura 5. Las menores áreas cubiertas se explican además de los efectos competitivos directos por muerte de plantas de las forrajeras sembradas.

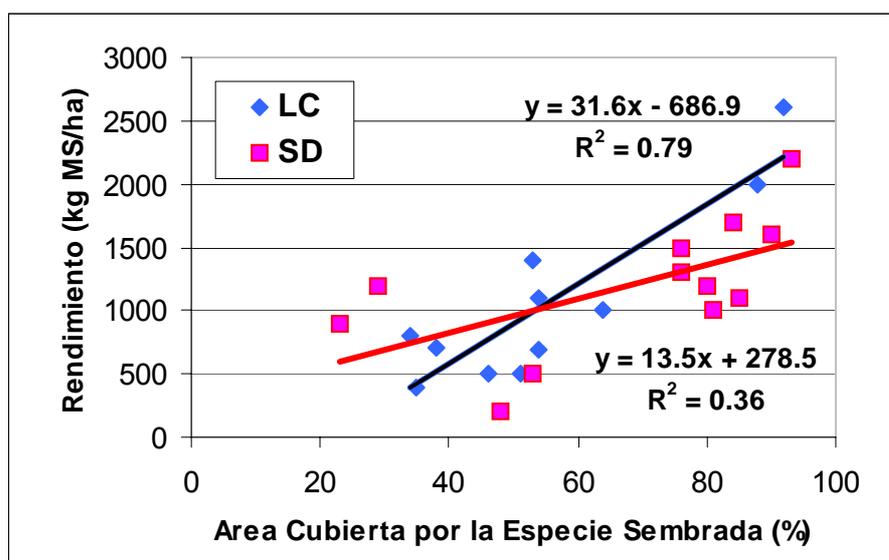


Figura 6. Relación entre el área cubierta (%) y el rendimiento (kg MS/ha) de la especie sembrada, 150 días pos siembra.

Las mayores áreas cubiertas de las especies sembradas normalmente se corresponden con mayores rendimientos de forraje.

Consideraciones generales

En siembra directa, se verificó una frecuencia muy superior de casos con menores contenidos de malezas latifoliadas comparativamente con la preparación convencional del suelo.

Para cada especie, predominaron netamente las situaciones donde las áreas cubiertas por malezas fueron similares entre rastrojos altos y bajos de sorgo granífero.

Consistentemente raigrás, tanto en SD como en LC, fue la especie que en general presentó menores porcentajes de áreas cubiertas por malezas (información no reportada).

Mayores rendimientos de forraje se correspondieron con mayores áreas cubiertas por las especies sembradas y éstas se relacionaron inversamente con las áreas cubiertas por malezas.

Por tratarse de siembras en períodos húmedos interesa realizar una mención especial referente a la implantación de especies, relacionada con la **compactación y humedad del suelo**, como variables relacionadas. En este sentido, tanto la carencia de oxígeno como las dificultades de crecimiento sub-superficial originada por la compactación, pueden originar depresiones en las poblaciones a obtener.

En el cuadro 12 se resume la información recabada de tres experimentos. Los efectos de la compactación del suelo sobre el área cubierta de las especies, varió con especies y años.

A pesar de no haberse cuantificado la humedad del suelo en los primeros 10 cm de perfil durante las siembras, se puede considerar que en los tres años se sembró sobre suelo húmedo y que los tenores de humedad del suelo aumentaron del 2001 al 2005.

Una estimación general del impacto de la compactación en los distintos años, esta dada por las medias generales de área cubierta para las especies estudiadas en cada año, que se reportan en la última fila del cuadro 12.

Las depresiones del área cubierta en los tratamientos denominados con compactación comparativamente con SC, aumentaron con los tenores de humedad del suelo, es decir, del 2001 al 2005.

Obviamente, a mayor humedad del suelo, aumenta la compactación y sus efectos nocivos sobre la germinación y/o crecimiento inicial de las especies, midiéndose este estrés, mediante su repercusión sobre las áreas cubiertas desarrolladas. Esto explica los aumentos en las magnitudes de las diferencias entre las áreas cubiertas de C versus SC registrados del 2001, (10%), 2003, (21%) al 2005, (45%).

Con gramíneas, raigrás 284 fue la única especie que no alteró el área cubierta debido a la compactación del suelo. Raigrás Titán, mientras que en el 2001 no fue afectado ($P>0.05$), en el 2003, con mayor compactación, la redujo ($P<0.05$).

Cuadro 12. Porcentaje de área cubierta por la especie sembrada sobre el surco de siembra en suelo compactado (C) y sin compactar (SC)

| Siembra | 29 MAYO 2001 | | 7 JUNIO 2003 | | 12 JUNIO 2005 | | | | Densidad de siembra kg/ha y Nº de semillas por metro |
|----------|--------------|----|--------------|-----|---------------|------|------------------|-----|--|
| | 70 | | 97 | | 74 | | | | |
| | | | | | Suelo húmedo | | Humedad adecuada | | |
| | C | SC | C | SC | C | SC | C | SC | |
| Trigo | 81 | 96 | 64 | 98 | 33 d | 41 c | 71 b | 89a | 120-61 |
| Avena | 88 | 94 | 84 | 100 | - | - | - | - | 120-69 |
| Rg 284 | 97 | 98 | 100 | 100 | 51a | 54a | 53a | 61a | 15-128 |
| Rg Titán | 92 | 95 | 73 | 89 | - | - | - | - | 15-82 |
| Festuca | 92 | 95 | 68 | 77 | 33 c | 47 b | 52 b | 69a | 15-105 |
| Dactylis | 81 | 92 | 54 | 72 | | | | | 15-138 |
| Holcus | 85 | 95 | - | - | | | | | 5-306 |
| T.blanco | 88 | 93 | 71 | 96 | 38 c | 47 b | 52 b | 61a | 5-140 |
| T.rojo | 83 | 94 | 65 | 99 | | | | | 15-125 |
| Calipso | 85 | 95 | - | - | - | - | - | - | 15-118 |
| Lotus | 87 | 91 | 72 | 81 | 59 b | 63 b | 72a | 77a | 15-209 |
| Alfalfa | 66 | 89 | 48 | 66 | 18 c | 31 b | 35 b | 58a | 15-135 |
| Medias | 85 | 94 | 70 | 88 | 39 | 47 | 56 | 71 | - |

Medias en cursiva difieren significativamente al nivel $P<0.05$ y en negro no difieren $P>0.05$. En el 2005, medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente al nivel $P<0.05$.

Trigo presentó un comportamiento que lo ubica como la gramínea mas sensible en términos de área cubierta frente a la compactación, es decir, fue la que registró las mayores diferencias entre el ambiente más favorable (SC) y menos propicio (C). Quizás este aspecto justifique el rechazo que algunos agricultores trigueros tienen en pastorear las chacras que van a seguir con trigo.

Cuadro 13. Evolución de los rendimientos de forraje (kgMS/ha) de diferentes especies forrajeras sembradas en directa sobre suelo compactado (C) y sin compactación (SC).

| | Festuca | | Dactylis | | T. blanco | | T. rojo | | Lotus | | Alfalfa | |
|-------|---------|------|----------|------|-----------|------|---------|------|-------|------|---------|------|
| | C | SC | C | SC | C | SC | C | SC | C | SC | C | SC |
| 10/9 | 70 | 320 | 150 | 440 | 80 | 120 | 80 | 820 | 90 | 450 | 20 | 250 |
| 20/10 | 280 | 480 | 960 | 1280 | 480 | 1130 | 490 | 1460 | 520 | 1050 | 20 | 450 |
| 30/11 | 510 | 730 | 700 | 940 | 1440 | 1620 | 1550 | 1670 | 1210 | 1570 | 380 | 1200 |
| 20/1 | 690 | 880 | 920 | 1070 | 1000 | 1020 | 1310 | 1380 | 2260 | 2180 | 420 | 1830 |
| 20/3 | 750 | 740 | 1410 | 1320 | 1180 | 1190 | 1660 | 1720 | 1880 | 1970 | 690 | 1590 |
| 10/6 | 540 | 500 | 680 | 740 | 960 | 980 | 1360 | 1410 | 770 | 730 | 470 | 1040 |
| 10/8 | 790 | 860 | 550 | 820 | 900 | 820 | 980 | 820 | 600 | 630 | 1330 | 1650 |
| 30/9 | 1970 | 1950 | 1100 | 1210 | 1270 | 1230 | 1930 | 1920 | 1560 | 1630 | 1400 | 2330 |
| 10/11 | 2110 | 2140 | 1510 | 1740 | 1630 | 1720 | 1990 | 1880 | 2390 | 2460 | 2460 | 2907 |

Dentro de cada especie y fecha de corte, los rendimientos en cursiva indican que difieren significativamente al nivel $P<0.05$ entre C y SC, en negro no difieren $P>0.05$.

- La magnitud de las diferencias entre las áreas cubiertas de las especies sembradas sobre suelo compactado versus sin compactar, varió con las especies y los años, aumentando con los tenores de humedad del suelo, de 10% en 2001, a 21% en 2003, a 45% en 2005.
- Raigrás 284 fue la única especie que no alteró el área cubierta debido a la compactación del suelo.
- Entre tratamientos extremos de siembra sobre suelo compactado versus sin compactar se verificaron diferencias muy importantes en el área cubierta: de 63% en trigo, 52% en festuca, 69, 38 y 23% para alfalfa, trébol blanco y lotus respectivamente.
- Todas las especies deprimieron sus rendimientos de forraje, en cantidades importantes en las primeras etapas de crecimiento, aunque con diferencias entre ellas, consecuencia de la compactación.
- Las depresiones de rendimiento fueron de 79, 66, 34, 91, 80 y 92% para festuca, dactylis, trébol blanco, rojo, lotus y alfalfa respectivamente, durante el período en que los rendimientos del tratamiento C fueron significativamente inferiores al SC.
- Los períodos en que las especies se recuperaron del estrés causado por compactación (rendimientos de forraje de C = SC) variaron con las mismas, los mas cortos correspondieron a tréboles blanco y rojo, alfalfa presentó daños permanentes en la productividad de su stand, las restantes especies fueron intermedias.
- La compactación puede alterar drásticamente la precocidad, por tanto, cuando se estiman las producciones de forraje, por lo menos en predios intensivos, este factor debería ser ponderado especialmente.
- Trébol rojo, especie muy utilizada por su precocidad, deprime fuertemente su producción inicial por compactación.
- Entre fines de primavera y/o verano según las especies, es decir, cuando el suelo comienza a secarse, agrietarse, etc., las forrajeras comienzan a equiparar los rendimientos entre los tratamientos con y sin compactación de suelo.

Las diferencias en compactación superficial, en promedio fueron casi un 10% superiores en C respecto a SC, la velocidad de infiltración fue 9 veces menor en C comparativamente con SC.

La evolución de las diferencias en la capacidad de producción de cada especie en situación de C versus SC, mide el impacto del estrés directamente con las plantas. Estas difirieron en su comportamiento frente a la compactación.

Como hecho general se resalta que todas las especies manifestaron depresiones productivas (kgMS/ha) muy importantes en las primeras etapas de crecimiento, aunque con diferencias entre ellas. Este aspecto, a nivel de rotaciones forrajeras significa en primera instancia que la precocidad de las especies puede ser alterada drásticamente por la compactación, razón por la cual, cuando se estiman las producciones de forraje, por lo menos en predios intensivos, de altas cargas animales, este factor debería ser ponderado.

Alfalfa, la especie más sensible a la compactación, anoxia y exceso de humedad, perdió a causa de estos problemas un número de plantas tal, que afectó en forma permanente la productividad de la pastura en relación a la situación de siembra de suelo sin compactar.

Interesa resaltar que las grandes depresiones productivas iniciales que origina la compactación sobre el crecimiento inicial de las especies, evidentemente afecta la precocidad de las mismas. En este sentido, trébol rojo, es una forrajera que normalmente se incluye en sistemas intensivos de producción, priorizando uno de los atributos resaltables que presenta, su precocidad.

Estos esquemas intensivos, que requieren altas cargas animales y frecuentemente como factor asociado a las mismas, presentan suelos más compactados, deben considerar la susceptibilidad de las forrajeras a la compactación y especialmente con trébol rojo.

En la medida que la germinación, velocidad de crecimiento inicial, etc., disminuyen por diferentes factores que determinan estrés y aumentan los períodos de implantación, el complejo de hongos patógenos existentes en el medio puede actuar determinando muerte de plántulas, fenómeno denominado comúnmente como damping-off.

En el cuadro 14 se resume para distintas especies forrajeras sembradas al voleo o en líneas, en siembra directa o con preparación convencional de suelo la información recabada de varios experimentos localizados en predios de productores y en las unidades de lechería y carne de INIA La Estanzuela.

Cuadro 14. Efecto de curasemillas sobre los porcentajes de implantación de gramíneas y leguminosas forrajeras. Resumen de varios experimentos.

| | Captan + Tiram | | | | Metalaxil 35CE | | | |
|---------------------------|----------------|-----|-----|-------------------|----------------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Festuca Tacuabé | 101 | 142 | | TB Zapicán | 107 | 101 | 105 | |
| | 132 | 129 | 100 | | 111 | 109 | 114 | |
| | 141 | 101 | | | 152 | 111 | 100 | |
| | 98 | | | | | | | |
| | | | | TR 116 | 100 | 107 | 105 | |
| Dactylis Oberón | 106 | 132 | | | 111 | 115 | 121 | |
| | 100 | 127 | | | 101 | 146 | | |
| | 110 | 146 | 98 | | | | | |
| | 135 | 99 | | L. Draco | 100 | 111 | 117 | 108 |
| | | | | | 145 | 151 | 187 | 123 |
| Holcus La Magnolia | 101 | 139 | | | 174 | 103 | 176 | |
| | 127 | 103 | | | | | | |
| | 98 | 141 | | AA Chaná | 129 | 125 | 151 | 121 |
| | | | | | 124 | 137 | 156 | 116 |
| Raigrás E 284 | 100 | 107 | 119 | | 100 | 101 | 243 | 164 |
| | | | | | | | | |
| Raigrás INIA Titán | 106 | 98 | 124 | | | | | |

Nº de plantas por m lineal de surco expresado en términos relativos al testigo sin curasemilla base 100%. Cada fila corresponde a un año y o chacra diferente.

Siembra temprana: 1 (marzo y abril), Siembra media: 2 (mayo y junio), Siembra tardía: 3 (julio y agosto).

Las respuestas a la aplicación de fungicidas curasemillas variaron con los años, chacras, momentos de siembra dentro de una misma chacra, con la presencia de muchos (gavillas) o pocos restos vegetales, con las especies, etc.

En general se reportan casos donde el nº de plántulas de la semilla tratada con fungicidas fue similar al testigo sin curasemilla (valores iguales o próximos a la base 100), sin embargo predominan situaciones donde se verificaron respuestas en aumentos en la población de plantas consecuencia de la aplicación de curasemillas muy importantes. Esta tecnología está ampliamente difundida en el primer mundo y en el área agrícola, llama la atención su escasa adopción en nuestro país, a pesar que el costo marginal de los curasemillas en general es muy bajo.

En situaciones de suelo compactado, lotus Draco (segunda fila) se verificaron respuestas muy importantes en las 4 siembras evaluadas.

Un factor sumamente importante para asegurar buenas siembras, implantaciones, es la **calidad de la semilla** utilizada.

En lotus pesos de mil semillas bajos, del orden de 0.81 gramos, o en festuca de 1.87 gramos son reales en condiciones de producción. Este tipo de semillas livianas, de mala calidad, se encuentran en el mercado en proporciones variables, muchas veces importantes, en lotes de semilla sin etiquetar, sea

las de uso propio del productor, o las comercializadas ilegalmente, denominadas comúnmente “bolsa blanca”.

En el cuadro 15 se ejemplifica el impacto de la calidad de la semilla que se siembra sobre los resultados que se obtienen. Las siembras fueron realizadas con una sembradora de directa John Deere 750.

Cuadro 15. Efectos del tamaño de la semilla y la profundidad de siembra sobre los porcentajes de implantación a los 68 días pos siembra, en lotus y festuca.

| | Lotus INIA Draco | | | | | Festuca Estanzuela Tacuabé | | | | | |
|-------|------------------|----|----|-----|-------|----------------------------|----|----|----|-----|-------|
| PMS | 9 | 18 | 27 | Cob | Media | PMS | 9 | 18 | 27 | Cob | Media |
| 0.81 | 33 | 8 | 5 | 28 | 18 | 1.87 | 41 | 31 | 2 | 8 | 20 |
| 1.21 | 44 | 21 | 17 | 41 | 31 | 2.21 | 64 | 58 | 28 | 21 | 43 |
| 1.42 | 48 | 29 | 26 | 39 | 35 | 2.58 | 66 | 62 | 33 | 20 | 45 |
| Media | 42 | 19 | 16 | 36 | - | - | 57 | 50 | 21 | 16 | - |

PMS = peso de mil semillas (g), en sombreado corresponden aproximadamente a los pesos de buena semilla. 9 – 18 – 27 = profundidades de siembra (mm), Cob: siembra en cobertura

En general, aumentos en el tamaño de semilla, *mejoraron sustancialmente los porcentajes de implantación*, con incrementos de 94 y 125 % para lotus y festuca respectivamente.

Aumentos en las profundidades de siembra de 9 – 18 a 27mm deprimieron las implantaciones de ambas especies, sin embargo, en las dos especies, las semillas de menor vigor, las de menor tamaño, en la medida que se aumentó la profundidad de siembra disminuyen en dimensiones muy superiores el número de plantas obtenido (porcentaje de implantación), al punto que podrían considerarse casi pasturas pérdidas, comparativamente con las semillas de mayor tamaño.

Cuando se eleva el tamaño de las semillas, su vigor aumenta y las muertes de plantas frente a mayores profundidades de siembra son menores.

En las siembras en cobertura, en lotus, los porcentajes de implantación fueron para cada tamaño de semilla, en general menores que la siembra en líneas a 9mm y superiores a la sembrada a 18mm de profundidad.

Con siembras en cobertura los resultados que se obtienen son altamente dependientes del clima, de las condiciones de humedad que aseguren un flujo continuo de agua a la semilla, en las etapas claves.

Lotus, también cuando es sembrado en cobertura con semillas de bajo peso, presenta alta mortalidad de plántulas y fracasos en la emergencia de las mismas, o sea, bajos porcentajes de implantación.

La implantación de festuca es afectada negativamente cuando se siembra en cobertura, comparativamente con la siembra en líneas a profundidad adecuada, y la pérdida de plántulas es muy elevada cuando se siembra semilla de bajo peso.

Con festuca, se pueden obtener buenas poblaciones con siembras en cobertura a partir de semilla de buena calidad, sin embargo, en líneas se obtienen mejores resultados.

De acuerdo con la información recabada, con semillas de bajo peso en festuca habría que sembrar 5 veces más semilla en cobertura comparativamente con líneas a 9mm, en tanto con semillas de calidad normal, PMS = 2.2 la relación es de 3 a 1.

Los aspectos relatados precedentemente ponen claramente de manifiesto la importancia que tiene el uso de **buena semilla**, por su alto impacto en las implantaciones, etc., sin embargo, frecuentemente es *subvalorado por productores que priorizan precio sobre calidad*.

Resumiendo las claves para obtener buenas implantaciones: 1) *Utilizar semilla de buena calidad garantizada*, 2) *manejar el sistema suelo-rastrero para asegurar niveles de humedad adecuados durante la germinación y establecimiento*, 3) *asegurar un buen contacto semilla-suelo que garantice un suministro de agua continuo a la semilla (buena cama de siembra + apretado de la semilla al suelo previo tapado de la misma)*, 4) *asegurarse una profundidad de siembra, correcta y uniforme (sembradora con abresurco que copie bien el terreno)*, 5) *asegurar un tapado correcto de la semilla*, 6) *por lo menos con semillas de alto valor y/o en situaciones que se detecten atributos que puedan limitar, enlentecer la germinación y crecimiento inicial, (compactación, etc.) tratar de curar la semilla con funguicidas*.

Introducción

El concepto manejo de malezas resume todas las prácticas preventivas, culturales, biológicas y químicas, que entronizadas en sistemas de rotaciones planificados en el largo plazo, hacen al control integrado de las comunidades florísticas minimizando su interferencia en los sistemas de producción.

En este trabajo se realizan una serie de consideraciones relacionadas: con las prácticas de prevención y culturales, con el efecto de control biológico de la siembra directa, con la estrategia de evaluación de situaciones al momento de hacer las aplicaciones para maximizar su calidad y eficiencia, con los factores a considerar al momento de planificar las rotaciones para diluir la incidencia de malezas en las pasturas de larga duración y por último se presentan estrategias y alternativas químicas de control para las praderas.

Prácticas preventivas para evitar el ingreso de malezas foráneas a los predios

Las malezas, en general, se caracterizan por su gran producción de semillas que aseguran la persistencia de la especie en el largo plazo.

La prevención es la mejor solución para evitar la entrada de malezas foráneas a los establecimientos y existen una serie de prácticas simples a ser consideradas para disminuir este riesgo:

- ❖ **Compra de semillas:** Utilizar semilla etiquetada.
- ❖ **Subproductos de maquinación:** En general los subproductos de maquinación tiene un componente importante de malezas, si se piensa y aplica “lo barato sale caro” deberían ser eliminados sin ser usados.
- ❖ **Maquinaria compartida o contratada:** Sopletear los implementos agrícolas que ingresen al establecimiento, ya sean de laboreo, de cosecha de forrajes o de semillas.
- ❖ **Compra de fardos:** Se requiere un cuidado especial por su riesgo de contaminación con semilla de malezas. En general la mayor producción de fardos se realiza en primavera cuando las malezas están semillazas.
- ❖ **Compra de animales:** El ganado es portador entre las pezuñas y los pelos de sus extremidades de semillas de malezas. Consecuentemente animales provenientes de áreas donde malezas como *Senecio madascariensis*, margarita de piria, capin annoni y otras estén florecidas serán diseminadores de semillas y contaminarán el predio.
- ❖ **Mantener libre de malezas problemáticas** banquinas, cunetas, retiro de rutas y caminos y áreas próximas a cursos de agua.

Las prácticas culturales como medida de manejo

Las prácticas culturales implican en sistemas con laboreo la preparación de la cama de siembra utilizando ya sea excéntricas, disqueras, realizando también una función muy importante en el control de malezas: promoviendo su germinación y cuando existen especies perennes como gramilla, sorgo de alepo o pasto bolita fraccionando sus rizomas y tubérculos promoviendo su desecación y consecuente control.

¹ Ing. Agr., M. Sc., Dr. Sc. INIA La Estanzuela

Los laboreos secundarios ya sea con discos, púas o dientes desagregan terrones "afinando" la chacra y eliminando las plantas emergidas previo a la siembra. Esta labor es muy importante porque elimina las malezas originadas de semillas que están más próximas a la superficie.

Las nuevas camadas de plántulas se suceden de capas más profundas con lo cual se retardan en el tiempo y muchas de ellas mueren antes de emerger porque las reservas son insuficientes para llegar a la superficie.

Esta situación favorece la capacidad de colonización de las especies sembradas disminuyendo la incidencia de la competencia de las malezas en la etapa de implantación.

La siembra directa y su efecto en el control biológico de malezas

En sistemas bajo siembra directa la realización de laboreos se sustituye por aplicaciones de herbicidas totales con lo cual se alcanzan cometidos similares, el barbecho químico sustituye al laboreo en la preparación de la cama de siembra y en el control de las malezas, a lo cual se le suma la presencia del rastrojo en superficie.

La eliminación del laboreo produce en lo inmediato una disminución en la emergencia de plántulas ya que sólo germinarán las más próximas a la superficie, permaneciendo dormidas e integrando el banco de semillas del suelo las enterradas a mayores profundidades.

A su vez las semillas de las malezas que se implantan y llegan a la fase reproductiva, al no realizarse remoción de suelo se distribuyen en su superficie, con lo cual se concentran los flujos de germinación favoreciendo la eficiencia de las aplicaciones de herbicidas.

Asimismo, las semillas al quedar en superficie se deterioran más rápido al estar más expuestas a las condiciones ambientales, a la acción de patógenos e insectos.

La presencia del rastrojo también incide en la pérdida de viabilidad de las semillas y disminuye la sobrevivencia de las plántulas, al constituirse éstas, semillas y plántulas, en el sustrato alimentario de microorganismos y fitopatógenos cuya presencia está favorecida por los restos vegetales en superficie.

La germinación y el crecimiento de malezas son deteriorados, además, por los procesos de descomposición de los residuos vegetales que liberan al ambiente distintos compuestos químicos con características alelopáticas.

El rastrojo también ejerce un efecto de sombreado que afecta la sobrevivencia de las plántulas pues las reservas de las semillas pueden no ser suficientes para atravesarlo, muriendo antes, siendo la mortandad mayor en plántulas que provienen de semillas pequeñas.

Al efecto del sombreado, se le suman el alelopático y de microclima que favorece la presencia de fitopatógenos, el físico que implica atravesar la barrera de restos vegetales siendo junto a la no remoción del suelo los factores principales que minimizar la incidencia de malezas en sistemas de siembra directa.

La eficiencia y la calidad de la aplicación como medida de manejo

Cuando las aplicaciones se realizan con herbicidas no selectivos como glifosato para el control total de la vegetación en el período de barbecho es necesario realizar algunas puntualizaciones para maximizar la eficiencia de control.

Estas especificaciones también son extrapolables en líneas generales a otros herbicidas que se aplican a las plantas de las malezas y son selectivos para pasturas y cultivos.

1°. Estado de las malezas:

- es fundamental que las malezas se encuentren en activo crecimiento presentando hojas nuevas, con lo cual se favorecerá la absorción y traslocación del producto hacia las zonas donde ejerza su acción fitotóxica.

2°. Control según el tipo de malezas presentes

- **Las malezas anuales se controlan más fácil que las perennes.** El rango de dosis para controlar especies anuales siempre es menor que para perennes y en general no es necesario realizar reaplicaciones. Al controlar especies perennes en el corto o en el largo plazo generalmente es necesario reaplicar
- **Las gramíneas son más fáciles de controlar** porque sus puntos de crecimiento están ubicados en la base de la planta, donde el herbicida se concentra más rápidamente. De esta apreciación están excluidas gramíneas como gramilla y sorgo de alepo, porque presentan, principalmente la gramilla, infinidad de puntos de crecimiento
- **Las especies de hoja ancha son más difíciles de controlar** porque tienen sus puntos de crecimiento distribuidos en toda la planta, y se requerirá una mayor dosis de glifosato para que se acumule en la cantidad necesaria en cada una de esas zonas.
- **Especies invernales se controlan más fácil** porque sus hojas presentan cutículas finas e hidratadas, determinadas por las condiciones de crecimiento del período invernal, principalmente baja radiación y alta humedad relativa, lo cual facilita la penetración del herbicida
- **Especies estivales son más difíciles de controlar** porque crecen en condiciones de mayor radiación y limitantes hídricas del verano, por lo cual las plantas desarrollan cutículas mas gruesas y pelos en las hojas para evitar la deshidratación, barreras que previenen la transpiración preservándolas del desecamiento, pero que también dificultan la penetración de los herbicidas

3°. Estado fenológico de las malezas:

- Las especies anuales se controlan con menores dosis en estado vegetativo, requiriéndose dosis mayores en estadios reproductivos.
- Especies perennes como gramilla, sorgo de alepo, cardilla, por ejemplo, tienen dos estadios claves para el control:
 - Cuando acumulan reservas en el otoño
 - Cuando reinician el crecimiento en primavera

Las especies perennes acumulan reservas durante el otoño para su sobrevivencia durante el período invernal donde las tasas de fotosíntesis declinan y se anulan por las menores temperaturas, dependiendo el consumo de reservas de la extensión del período.

En esa estación el flujo fotosintético se direcciona hacia los centros de almacenamiento de reservas, estolones, rizomas, tubérculos, entre otros, y al aplicar el herbicida, este acompaña esa corriente

La eficiencia de control de las aplicaciones de herbicidas en otoño, entonces, se favorece al distribuirse preferencialmente en el aparato subterráneo de las malezas perennes.

Utilizando la gramilla como ejemplo, también en esta especie, durante el otoño existe un flujo preferencial de carbohidratos hacia la parte subterránea que determina la sobrevivencia de la especie

durante el período invernal. La especie durante el invierno permanece en latencia o sea sobrevive a través del proceso respiratorio que usa como sustrato los carbohidratos almacenados en el otoño.

El acumulo de reservas para el invierno, dependerá de las condiciones ambientales durante el otoño que establecen el estatus hídrico de la maleza condición sine qua non para la fotosíntesis cuya actividad es dependiente de la temperatura, maximizándose la velocidad de las reacciones enzimáticas con temperaturas en el entorno de los 30 °C.

Hacia fines del invierno, al aumentar las temperaturas se activan inicialmente los puntos de crecimiento aéreos, se desdoblan y se traslocan para su crecimiento las reservas remanentes.

Al aplicar el glifosato en ese estadio, se matan los puntos de crecimiento activos y las nuevas hojas que se han desarrollado. El siguiente rebrote de la gramilla es a expensas de otros puntos de crecimiento, ya con un componente subterráneo más importante y con nuevo desdoblamiento de reservas que siguen en disminución.

En base a este comportamiento ecofisiológico de la especie es que se recomienda las aplicaciones sucesivas de glifosato luego del invierno y antes de la siembra de cultivos de verano, para efectivizar el consumo reservas en los sucesivos rebrotes.

4°. Las condiciones ambientales pueden llegar a hacer fracasar las aplicaciones al condicionar la eficiencia en la actividad del herbicida

- **Temperaturas extremas** ya sean altas o bajas reducen la actividad de las plantas y en consecuencia la traslocación de los herbicidas, con lo cual se puede afectar la eficiencia de control.

Se debe evitar realizar aplicaciones en el período estival en horas donde las temperaturas son altas porque en general se asocian a menor humedad relativa ambiente.

Asimismo en el invierno evitar realizar aplicaciones los días donde hubo heladas.

- **Humedad relativa ambiente alta** cuando se realiza la aplicación es clave para el éxito en el control. Las plantas deben estar turgentes para facilitar la penetración del herbicida, fotosintetizando y transpirando. Esas actividades dependen de las condiciones del día, en días cálidos y soleados la temperatura aumenta y la humedad relativa ambiente baja, la actividad de las plantas disminuye y la penetración del herbicida se dificulta.

Con la ayuda de la figura 1 se pretende ejemplificar como algunas condiciones ambientales similares pueden determinar humedades relativas contrastantes que pueden condicionar la eficiencia de la aplicación.

En la figura se observa una línea horizontal que la divide en dos: por encima de 70% de humedad relativa se consideran condiciones donde durante el período estival la humedad no interferiría con la aplicación.

Se ejemplifican dos días, 13 y 16 de diciembre, ambos con similar evolución de temperaturas diurnas como se observa en las líneas punteadas.

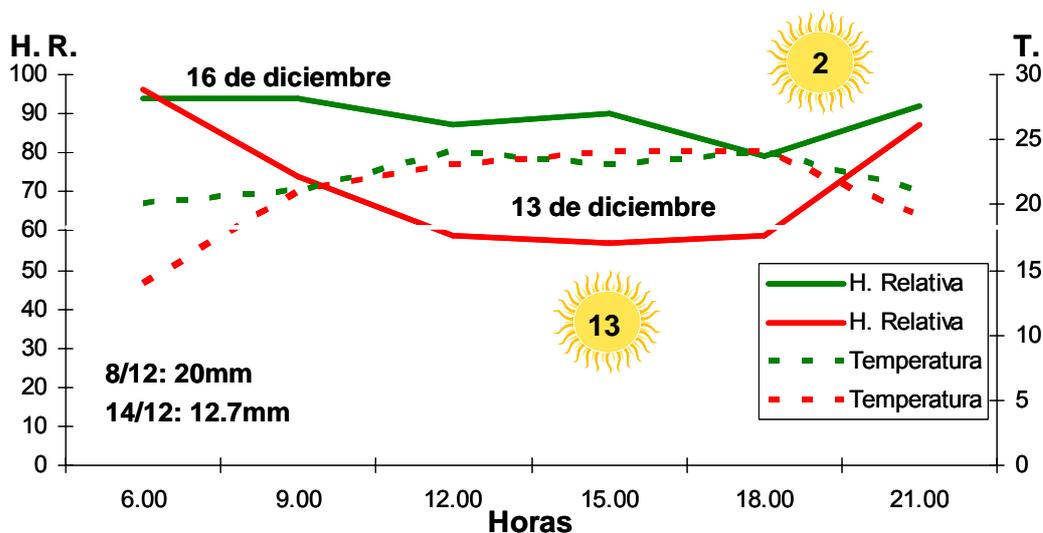


Figura 1. Condiciones ambientales y su evolución en el día.

Asimismo las precipitaciones fueron abundantes hacia fines de noviembre y se registraron de 20 y 13 mm los días 8 y 13 en diciembre, respectivamente.

Sin embargo, en la figura también se observan las líneas correspondientes a las humedades relativas ambiente, para el día 16 de diciembre siempre los valores superaron el 70%, entretanto el día 13 de diciembre a partir de las 10 horas la humedad descendió y solo después de las 18 horas nuevamente comienza a aumentar la humedad relativa.

La explicación de situaciones tan contrastantes estaría determinada por las horas de sol en ambos días, el 16 de diciembre fue un día nublado, apenas 2 horas de sol, y el 13 de diciembre el día fue totalmente despejado.

En días con altas temperaturas y baja humedad ambiente el líquido pulverizado se evapora al ir asperjando y en la superficie de las plantas, y como el glifosato necesita del agua de la pulverización para penetrar, si esto no se cumple al secarse el agua el herbicida cristaliza en superficie, inactivándose.

Resumiendo los comentarios precedentes para tener éxito en la aplicación se debe:

- Evitar aplicar con temperaturas extremas
- Que las plantas no estén con estrés hídrico

Si las condiciones ambientales limitantes persisten, lo cual es bastante característico en el verano se pueden realizar aplicaciones nocturnas. La limitante de las aplicaciones nocturnas puede ser la presencia de rocío. Para que el rocío afecte la aplicación tiene que ser lo suficientemente abundante para que con la pulverización se formen gotas tan grandes para se deslicen de las hojas al suelo.

En general, el rocío del verano no es una limitante para las aplicaciones nocturnas y si lo es la baja humedad relativa diurna y los vientos.

5° Otras condiciones ambientales a considerar:

- **Viento:** es una realidad generalmente presente limitando los días hábiles para las aplicaciones. Esta situación se puede subsanar, en parte con el uso de boquillas antideriva, disponibles en plaza y aplicaciones nocturnas. Con estas boquillas los límites de viento dependen del modelo, razón por la cual conviene solicitar las recomendaciones del fabricante al comprarlas. Con boquillas estándar no aplicar con velocidades del viento superiores a 12 km por hora,

El viento afecta la intercepción y retención del líquido asperjado y favorece la evaporación de las gotas, y también la deriva pudiendo afectar cultivos sensibles en áreas próximas.

El sistema de rotación como medida de manejo de malezas

Cultivos anuales invernales

En los sistemas de rotación, los cultivos invernales son el punto de partida más eficiente biológica y económicamente que dispone el productor para controlar malezas de hoja ancha, porque los herbicidas recomendados: metsulfuron, finesse o glean son “casi infalibles”, actúan por absorción foliar, radical, tienen residualidad, son de bajo costo, y algo muy importante son amigables con el ambiente.

Sin embargo, es importante señalar que la selectividad de estos herbicidas puede variar con los cultivares, por lo cual se recomienda consultar a las empresas semilleristas antes de su aplicación evitando daños que deriven en pérdidas de productividad.

También se pueden utilizar herbicidas hormonales como 2,-4D o MCPA en mezclas con distintos principios activos como picloram, dicamba, clorpiralid, entre otros, con excelente selectividad para las gramíneas y con amplio espectro de control

En verdeos que se van a utilizar para pastorear las aplicaciones se pueden realizar en cualquier momento, sin embargo es conveniente esperar hasta observar una emergencia homogénea de las malezas, y si la aplicación se dilata puede ser necesario realizar un primer pastoreo para que las malezas queden expuestas, y luego de esperar 4 o 5 días aplicar.

En chacras donde el grado de enmalezamiento es alto pueden ser necesarias dos aplicaciones, en el otoño para maximizar la producción de forraje otoño invernal, complementada con otra en la primavera, luego del último pastoreo, especialmente en aquellos cultivos destinados a grano, semilla, fardos o silo.

Las dosis de los herbicidas dependen fundamentalmente del momento de aplicación, desarrollo de las malezas y de la capacidad de competencia del cultivo.

Pasturas con leguminosas

Al planificar el sistema de rotación es importante considerar que dependiendo del grado de enmalezamiento de la chacra pueden ser necesarias dos secuencias de verdeos de invierno y verano antes de instalar praderas con leguminosas.

La siembra de las pasturas asociadas a un cultivo como trigo, y con gramíneas perennes como festuca o dactylis presenta una serie de ventajas:

- ❖ Las gramíneas interfiere en la emergencia y crecimiento de malezas latifoliadas al ocupar los espacios que, debido al crecimiento más lento de la leguminosa se generan una vez de sembrada la chacra.
- ❖ Atenúan el efecto compactador de las precipitaciones, con lo cual se favorece la emergencia de las leguminosas.
- ❖ Disminuyen los riesgos de erosión.
- ❖ Disminuyen la incidencia de heladas.
- ❖ Determinan mayor producción de forraje en el primer año.

Asimismo, se deben considerar todas las medidas de manejo que propicien una adecuada implantación, que favorezcan altas tasas de crecimiento inicial de la pastura y su capacidad de competencia como:

- ❖ Sembrar semilla de calidad que cumplan con los estándares de germinación y vigor, utilizando las densidades adecuadas.
- ❖ Realizar análisis de suelo y de plantas para decidir la fertilización a aplicar.
- ❖ Utilizar sembradoras de línea para uniformizar y maximizar el poder de competencia de la mezcla forrajera.
- ❖ Sembrar en buenas condiciones de preparación de suelo o luego de barbechos que permitan el “acondicionamiento” de la cama siembra.

En el largo plazo es clave el manejo del pastoreo que maximiza la productividad y la vida útil de la pradera, pastoreando con altas cargas instantáneas, se logran rebrotes vigorosos de las especies forrajeras favoreciendo el rápido sombreado del suelo y limitando la reinfestación de malezas.

La estrategia del control químico

Las aplicaciones de herbicidas exigen una planificación detallada que resulte en un uso seguro y eficiente para lo cual deben tenerse en cuenta diversos aspectos.

Al controlar malezas en una pradera hay que considerar la comunidad y que con la aplicación se logre no sólo el mayor espectro, sino que se afecte aquellas especies con mayor incidencia en la productividad en el corto y en el largo plazo, realizando la correcta identificación de la o las malezas problema dado que en general no existen alternativas químicas que controlen todas las malezas presentes

Asimismo, la capacidad de crecimiento de la pastura asociada a condiciones ambientales no limitantes favorecerá una rápida cobertura que complementará el control químico lográndose una mayor eficiencia del herbicida.

Al planificar la tecnología que se va a aplicar se debe considerar priorizar la o las malezas blanco, objetivos del control, considerando:

- ❖ **Competencia en el establecimiento.** En el año de implantación, por ejemplo, flor morada (*Echium plantagineum*) forma una roseta que alcanza 30 a 35 cm de diámetro debajo de la cual mueren las plántulas del cultivo. Hacia fines de primavera, florece y muere. Los espacios liberados son ocupados generalmente por gramíneas estivales como pasto blanco, *Echinochloa spp*, setaria, las cuales son más eficientes en la captación de agua que las especies forrajeras, con lo cual es dable esperar menores tasa de crecimiento y mermas en la población.
- ❖ **Competencia en cultivos implantados.** Los cardos son malezas características de pasturas implantadas, en general, su incidencia se manifiesta a partir del segundo año del semillero, con cardos que emergieron en la primavera del primer año y en el otoño del segundo. En el primer año, generalmente permanecen en estado vegetativo debido al menor tamaño y a que no satisfacen sus requerimientos de vernalización que condicionan su elongación.
- ❖ **Eficiencia de cosecha.** La presencia de cardos alongados, enlentece la cosecha al atascar el cilindro.
- ❖ **Mermas en el procesamiento.** Como sucede con la presencia de raigrás en festuca.

- ❖ **Problemas de comercialización.** En los países a los cuales se exporta semillas forrajeras existen diferentes normativas relacionada con malezas prohibidas. De acuerdo a los estándares exigidos y a su cumplimiento es el precio que se paga.
- ❖ **Selección del herbicida adecuado.** En base a la identificación de la o las malezas problema. Por ejemplo en semilleros de lotus en el control cardo, lontrel (clorpiralid) es la alternativa mas económica, sin embargo si predomina lengua de vaca se deberá aplicar vanceweed, si predominan crucíferas deberá mezclarse con glean. En semilleros de trébol blanco, rojo y alfalfa el control de cardos se restringe a vanceweed, y para las crucíferas se debe mezclar con 2,4 D si la leguminosa es trébol blanco, con MCPA si es trébol rojo, con bromoxinilo o clorimuron si es alfalfa.
- ❖ **Utilización de la dosis recomendada.** Cuando la recomendación abarca un rango de dosis, las dosis bajas siempre son para el estado de menor desarrollo de las plantas. En el control de raigrás por ejemplo, en semilleros se recomiendan **indistintamente** diferentes graminicidas y para cada uno de ellos se explicita un rango de dosis, en general en aplicaciones de octubre con el raigrás ya en estado reproductivo se debe aplicar la dosis más alta.
- ❖ **Aplicaciones en preemergencia.** Preside es un herbicida que puede ser aplicado en preemergencia de leguminosas. Al realizar las aplicaciones en ese momento se controlan los flujos de germinación iniciales, pero en general la residualidad declina antes de que las forrajeras terminen de colonizar los espacios y en esos nichos se suceden nuevas emergencias que es necesario controlar con aplicaciones postemergentes. La presencia de plántulas de malezas en la fase de establecimiento de las pasturas, se puede asimilar al efecto de un cultivo protector, protegiendo a las leguminosas de factores ambientales adversos como temperaturas bajas y precipitaciones que dependiendo de su intensidad pueden compactar el suelo, limitando las tasas de emergencia y crecimiento de las forrajeras.
- ❖ **Aplicaciones postemergentes** deben ser realizada una vez que la superficie del suelo esté cubierta por una mezcla de malezas y forrajeras, presentando la leguminosa por lo menos tres hojas verdaderas. En esa situación, además se tienen otros efectos benéficos, luego de la aplicación las malezas siguen por un tiempo protegiendo al suelo y a las leguminosas, aportan nutrientes resultado de su descomposición, y sus canales radicales ayudan a la percolación de las lluvias y son colonizados rápidamente por las forrajeras con una menor demanda energética para el crecimiento de su sistema radical.
- ❖ **Aplicaciones en cultivos implantados.** En términos generales, se recomienda realizar un corte o un pastoreo y realizar la aplicación a la semana siguiente, para permitir la recuperación de las leguminosas y el rebrote de la maleza, ya que las hojas nuevas tienen menos barreras, cutículas más finas y menos pelos para la penetración del herbicida, y las superficies foliares de las malezas quedan más expuestas y limpias. como ya fue señalado. La excepción la constituye en lotus la aplicación de glean que se debe diferir hasta que el rebrote tenga 10 cm de altura.
- ❖ **Período de 90 días,** entre la aplicación y la cosecha para permitir la recuperación del cultivo dado que en general todos los herbicidas causan algún daño.

Sintomatología de daños en leguminosas. En todas las leguminosas preside produce detención del crecimiento y clorosis, pivot detención del crecimiento, vanceweed deformación de folíolos y curvatura de tallos, sintomatología similar se observa con 2,4.-D en trébol blanco y MCPA en trébol rojo. En lotus, glean produce amarillamiento en los folíolos superiores, mientras que lontrel produce detención del crecimiento con reducción del tamaño de folíolos, los cuales se repliegan sobre si mismos. En alfalfa, clorimuron produce detención del crecimiento y clorosis, mientras que con bromoxinilo quemado de hojas al igual que en trébol rojo. En lotus y alfalfa de segundo año con bromoxinilo y diuron se detiene el crecimiento y pueden morir plantas cuyas raíces estén afectadas por insectos y fitopatógenos,

Recomendaciones de herbicidas para leguminosas

Las recomendaciones de herbicidas que se presentan en los cuadros siguientes, son una guía, y es necesario enfatizar que los tratamientos químicos de control pueden dañar a las leguminosas y a las gramíneas, por lo cual para seleccionar los herbicidas, ajustar dosis y disminuir los riesgos de daños e ineficiencias de control, **el asesoramiento técnico es imprescindible.**

Los herbicidas preside y vanceweed se pueden usar solos o mezclados, dependiendo de las malezas presentes, en un rango de dosis para la mezcla de 0.25+1.2 a 0.45+1.4 L PC/ha, en lotus, alfalfa, trébol blanco y rojo.

| TREBOL BLANCO | | |
|------------------|-------------|--|
| Herbicida | Dosis PC/ha | Consideraciones |
| 2.4 D (48%) | 1-1.25 L | > dosis con malezas desarrolladas Protegiendo a las leguminosas |
| Clorimuron (25%) | 20 g | amplio espectro de control |
| Vanceweed | 1.2-1.6 L | no controla crucíferas |
| Pivot | 0.7 L | buen espectro de control, malezas chicas |

| TREBOL ROJO | | |
|-------------|-------------|--|
| Herbicida | Dosis PC/ha | Consideraciones |
| MCPA (40%) | 1-1.5 L | > dosis con malezas desarrolladas protegiendo a la leguminosa |
| MCPA+Cimbra | 1+1.4 L | amplio espectro de control |
| Vanceweed | 1.2-1.4 L | no controla crucíferas |
| Pivot | 0.5 L | buen espectro de control, malezas chicas |

| LOTUS CORNICULATUS | | |
|--|------------------------|--|
| Herbicida | Dosis PC/ha | Consideraciones |
| 2.4 D (48%) | 1-1.25 L | > dosis con malezas desarrolladas protegiendo a la leguminosa |
| Glean | 12-15 g | Excelente espectro de control Lotus con más de 10 cm |
| Venceweed | 1.2-1.5 L | no controla crucíferas |
| Pivot | 0.8 L | buen espectro de control, malezas chicas |
| SOLO PARA LOTUS DE 2° AÑO O MÁS | | |
| Herbicida | Dosis PC/ha | Consideraciones |
| Lontrel | 0.1 L | control de cardos |
| Glean+Lontrel | 15g+0.1 L | Excelente espectro de control |
| Bromacil (80%) | 1.5-2.0 kg | buen espectro de control gramíneas, gramilla, latifoliadas No controla cardos |
| Diurón (80%) | 1-1.5 kg | controla trébol blanco |

| ALFALFA | | |
|-------------------------|------------------------|---|
| Herbicida | Dosis PC/ha | Consideraciones |
| Cimbra | 1.5–2.0 L | malezas poco desarrolladas |
| Clorimuron (25%) | 30-40 g | amplio espectro de control |
| Pivot | 0.8-1 L | buen espectro de control, malezas chicas |
| Venceweed | 1.2-1.5 L | no controla crucíferas |

| SOLO PARA ALFALFA DE 2° AÑO O MÁS | | |
|--|------------------------|--|
| Herbicida | Dosis PC/ha | Consideraciones |
| Bromacil (80%) | 1.5-2.0 kg | Buen espectro de control Gramíneas, gramilla, latifoliadas No controla cardos |
| Diurón (80%) | 1-1.5 kg | Controla trébol blanco |

En lotus y en alfalfa de segundo año bromacil o diurón, se deben de aplicar después del corte o pastoreo, con buena humedad en el suelo para minimizar los riesgos de daño y lograr mayor eficiencia de control.

Consideraciones finales

- La comunidad de malezas presentes en una chacra es el resultado del sistema de rotación y de las prácticas agronómicas aplicadas.
- La improvisación es el peor enemigo para un manejo eficiente de malezas, minimizar su incidencia exige la planificación en el largo plazo.
- La estrategia de manejo de malezas implica racionalizar el uso de herbicidas, considerando la integración de prácticas preventivas, culturales y biológicas que maximicen la capacidad de competencia de las especies sembradas.

FERTILIZACION FOSFATADA DE PASTURAS PARA PRODUCCION LECHERA

Alejandro Morón ¹

En este artículo se mencionaran los principales conceptos y herramientas disponibles para realizar un uso eficiente de los fertilizantes fosfatados en sistemas de producción lechera en base a pasturas de alta productividad y calidad. En algunos casos se ejemplificara con resultados experimentales.

La amplia mayoría de los suelos del Uruguay son naturalmente deficientes en fósforo (P). La aplicación consecutiva de fertilizantes fosfatados en algunas áreas ha conducido a que exista una heterogeneidad de situaciones respecto a la disponibilidad de P. Esta situación demanda contar con indicadores de disponibilidad, así como conocer los procesos que la aumentan o disminuyen.

El P es un elemento esencial para todos los seres vivos que cumple un rol central en la transferencia de energía entre los procesos bioquímicos que la generan y los que la demandan. El déficit de P en las leguminosas conduce a bajas tasas de crecimiento, baja concentración de P en el forraje y afecta negativamente la fijación biológica de nitrógeno (N). En los bovinos los síntomas de deficiencia severa de P conducen a problemas de ablandamiento y fracturas óseas, dentición, bajas tasa de crecimiento y fallas en la reproducción.

En los sistemas de producción el ciclo del P es abierto o sea que existen entradas y salidas de P. Las salidas de P de los sistemas están dadas por las perdidas debidas al "factor animal" (producción de leche, producción de carne, deposiciones fuera de área productiva), las perdidas ocasionadas por la erosión y la extracción por reservas forrajeras. En el cuadros 1 y 2 se observan los valores medios de perdidas de P en productos animales y en reservas forrajeras para silos, respectivamente. Generalmente, del P consumido por vacas lecheras, proveniente de buenas pasturas con leguminosas, entre el 70 y el 95 % es devuelto en las heces. Una parte (10-20%) dependiente del sistema de manejo de los animales, son deyecciones fuera de área productiva (camino, sala de ordeño, etc.). Los aumentos de los niveles de producción implican mayores salidas o perdidas de P debido al "factor animal". En Nueva Zelanda determinaron que una vaca lechera de 500 kg de peso vivo produciendo 140 kg de grasa al año provoca una perdida de 15.9 kg P₂O₅ debido al "factor animal" anteriormente mencionado.

También existen perdidas "internas" de P disponible dentro de los sistemas que son ocasionadas por la reacción del fertilizante y el suelo producidas por diversas reacciones químicas. Estas perdidas son variables según el tipo de suelo involucrado. Por otra parte, a diferencia del nitrógeno, las entradas de P a los sistemas de producción esta dada básicamente por los fertilizantes. En el caso que existan compras de concentrados o reservas forrajeras extra prediales deben asumirse como entradas aditivas a la de los fertilizantes. Estas entradas y salidas originan balances de P que pueden ser positivos, neutros o negativos. Balances negativos nos informan de la perdida de calidad del suelo y la no sustentabilidad del sistema en cuestión.

Cuadro 1. Perdidas de fósforo en productos animales

| Producto | Cantidad | Kg P | Kg P ₂ O ₅ |
|----------|--------------------|-----------|----------------------------------|
| Leche | 1000 litros | 0.9 – 1.0 | 2.1 – 2.3 |
| Carne | 100 kg (peso vivo) | 0.7 - 1.0 | 1.6 – 2.3 |

¹ Ing.Agr., Dr. , Sección Suelos INIA La Estanzuela

Cuadro 2. Extracciones de fósforo en reservas forrajeras para silos

| Cultivo | Kg M. Seca / ha | % P | Kg P2O5 / ha |
|---------------------|-----------------|------|--------------|
| Maíz | 8000 | 0.26 | 48 |
| Trigo | 4000 | 0.27 | 25 |
| Achicoria + T. rojo | 4000 | 0.25 | 23 |

Todas las leguminosas utilizadas en Uruguay tienen importantes respuestas al agregado de P cuando se parten de los niveles naturales de P en el suelo. Las respuestas afectan: a) la cantidad de materia seca producida, b) la concentración de P en la planta, c) la fijación biológica de nitrógeno, d) persistencia de la leguminosa. Como ejemplo en la figura 1 se presenta la respuesta acumulada en 4 años de la producción de alfalfa partiendo de campo natural no fertilizado previamente. En la figura 2 se observan los cambios producidos en la productividad y paralelamente en la concentración de P en las plantas de alfalfa. Debe mencionarse que las concentraciones de fósforo en la planta de alfalfa requeridas para vacas en lactación se alcanzaron solamente con las dosis más elevadas de aplicación de fertilizante fosfatado.

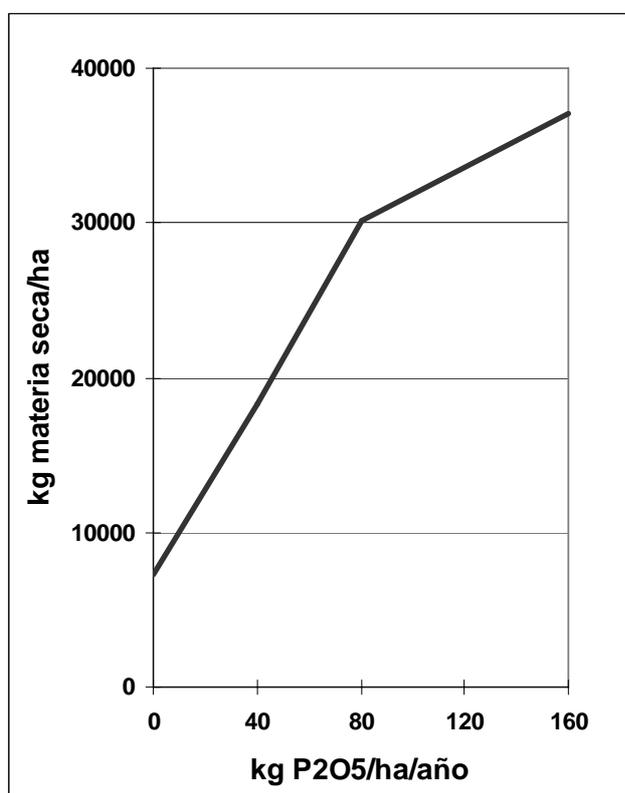


Figura 1. Producción total acumulada de alfalfa en 4 años.

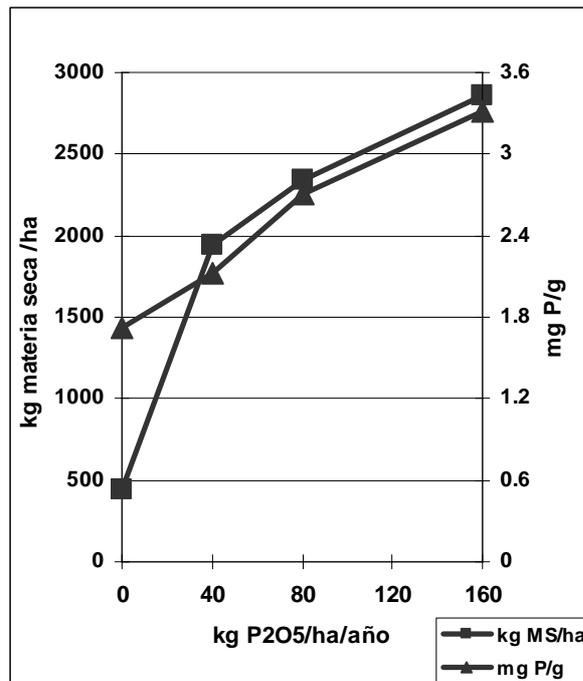


Figura 2. Respuesta en producción y en contenido de fósforo de alfalfa en primavera del 2º año

Otra característica importante desde el punto de vista de la calidad del forraje es la concentración de nitrógeno. En la figura 3 se puede observar la relación existente entre la concentración de fósforo en la planta de alfalfa y el contenido de nitrógeno. Los mayores niveles de N en planta lo obtienen las alfalfas que presentan las mayores concentraciones de P.

La persistencia de la alfalfa al igual que la de otras leguminosas depende de diversos factores bióticos y abióticos cuyo abordaje escapa al objetivo de este artículo. Simplemente, se debe mencionar que las dosis de fertilizante utilizadas tienen un efecto importante en la persistencia de la alfalfa como se presenta en la figura 4.

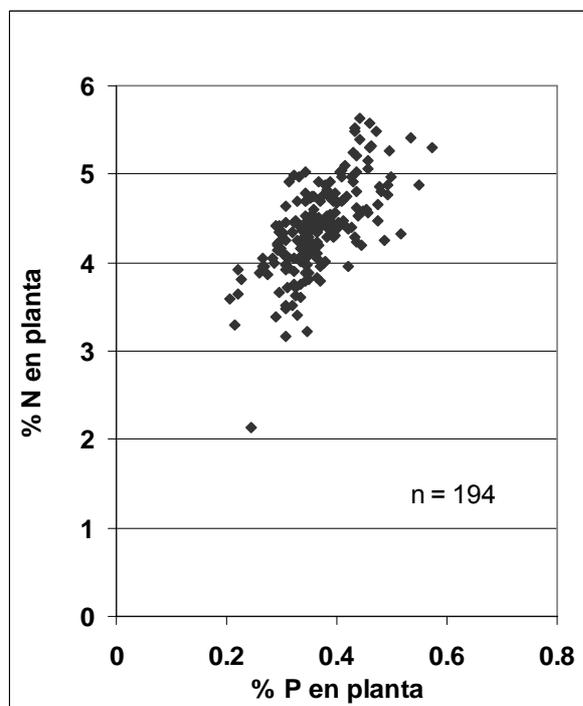


Figura 3. Relación entre el contenido de nitrógeno y fósforo en los primeros 15 cm de la parte aérea de la alfalfa

Análisis económicos simples demuestran en forma contundente la rentabilidad de la fertilización fosfatada de las leguminosas. La obtención de 50 kg de materia seca por kg P_2O_5 agregado es un coeficiente realista si se realizan diagnósticos y recomendaciones correctas. Es posible estimar que aproximadamente cada 1-1.2 kg de materia seca de leguminosas ingeridos se produce 1 litro de leche. Dentro de las leguminosas se destacan por presentar mayor sensibilidad al déficit de P y por tanto mayor respuesta al agregado de fertilizantes la alfalfa y el trébol blanco.

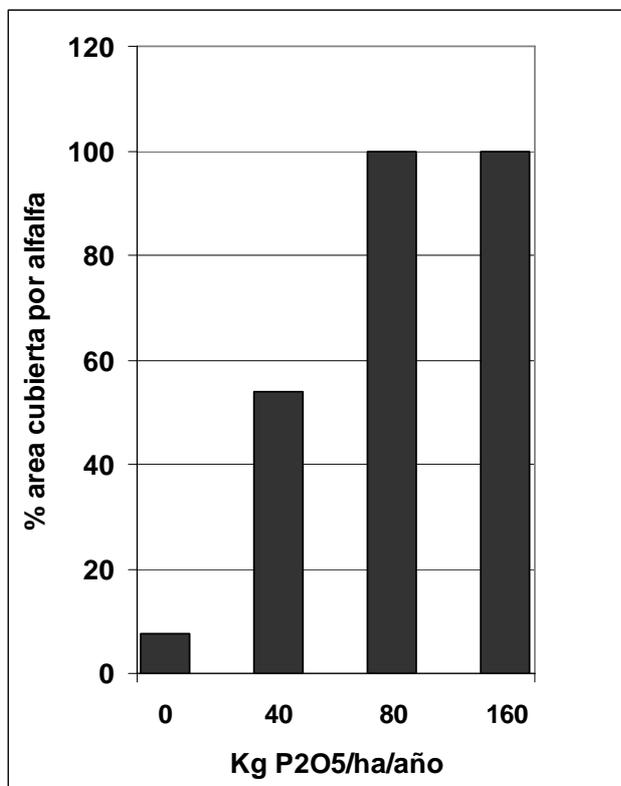


Figura 4. Estimación visual del porcentaje de área cubierta por alfalfa. Primavera del tercer año

Por otra parte, *Lotus corniculatus* si bien presenta respuesta al agregado de P esta es de menor magnitud que la alfalfa y el trébol blanco. El trébol rojo sería intermedio. Las gramíneas tienen requerimientos de niveles de P disponible en el suelo medios a bajos, similares a *Lotus corniculatus*.

Generalmente para la mayoría de los suelos en producción lechera de Uruguay se utilizan fertilizantes solubles al agua simples (superfosfatos) o binarios (ejemplo fosfato de amonio). Sin embargo, debe tenerse presente que en determinados suelos y especialmente con leguminosas como T. blanco o *Lotus Rincón* las fosforitas naturales pueden tener un comportamiento igual o superior a las fuentes de fósforo solubles al agua (superfosfatos). Las fosforitas naturales presentan claras ventajas económicas cuando son utilizadas en suelos con pH (agua) iguales o menores a 5.6, V % (porcentaje de saturación en bases) iguales o menores a 70 y los valores de Ca intercambiables iguales o menores a 10 meq / 100 g.

Las herramientas disponibles para realizar un correcto diagnóstico de la disponibilidad de P de una chacra son: 1) análisis de suelo. Dentro de estos existen los métodos de resinas y Bray I. Si bien en muchos suelos estos métodos tienen buen valor predictivo, presentan problemas en suelos sobre cristalino y zona este. Para estas situaciones, provisoriamente, se recomienda utilizar el método del ácido cítrico el cual se encuentra disponible en el Laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela. Además de tomar muestras representativas del potrero en cuestión, especial cuidado deberá ponerse en la profundidad de muestreo. Potreros en siembra directa y/o con varias refertilizaciones debe disminuirse la profundidad de muestreo a 7 – 8 cm.

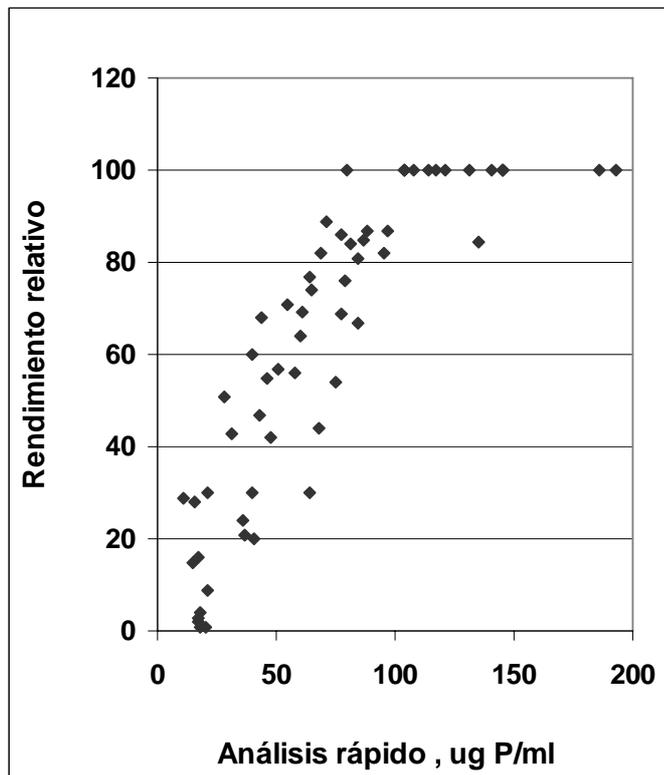


Figura 5. Relación entre análisis rápido de P y rendimiento en alfalfa (4 años)

Dentro de los análisis foliares existe la posibilidad de utilizar el análisis rápido de P (*Fosforapid*) y el análisis de P total. Para ambos casos debe tenerse presente que para cada especie debe respetarse el momento de muestreo y la parte de la planta a analizar. En la figura 5 se presenta la calibración del análisis rápido de fósforo para alfalfa. Como puede observarse no existe respuesta a la fertilización con valores iguales o superiores a 90-100 $\mu\text{g P/ml}$. Este valor de referencia también es válido para las otras leguminosas.

Ambas herramientas, análisis de suelo y análisis de planta, son indicadores complementarios que poseen una calibración razonable y deben utilizarse ya que permiten mejorar la eficiencia en el uso de un insumo de alto impacto.

En términos generales, se tiene la percepción de que los niveles de fertilización que se utilizan en el ámbito productivo en Uruguay son medios a bajos. Específicamente, en la producción lechera existen posibilidades ciertas de aumentar la producción de leche por vía de lograr pasturas con mayores niveles productivos y calidad si se utilizan niveles de fertilización adecuados.