

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA
INIA TREINTA Y TRES - Estación Experimental del Este**

CULTIVOS Y FORRAJERAS DE VERANO

Resultados Experimentales 2006-2007

Agosto de 2007.

TÉCNICOS PARTICIPANTES

- Ing. Agr., PhD Álvaro Roel
Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental,
Director Regional
- Ing. Agr., PhD José Terra
Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental
- Ing. Agr., Virginia Pravia
Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental
- Téc. Agrop. José Correa
Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental
- Ing. Agr., PhD Walter Ayala
Director Programa Nacional Pasturas y Forrajes
- Ing. Agr., MPhil Raúl Bermúdez
Programa Nacional Pasturas y Forrajes
- Téc. en Prod. Animal Ethel Barrios
Programa Pasturas y Forrajes
- Ing. Agr. José I. Velazco
Programa Producción Carne y Lana

PRÓLOGO

Esta constituye la segunda publicación de la serie Actividades de Difusión de “Resultados Experimentales de Cultivos y Forrajeras de Verano de la Unidad Experimental de Palo a Pique” comenzada en el pasado año. En el mes de febrero de este año se realizó un Día de Campo “Cultivos y Forrajeras de Verano” con la finalidad de poder observar los trabajos y el estado de los cultivos y forrajes que se llevan adelante dentro de la rotación agrícola ganadera planteada dentro de esta Unidad, así como trabajos referentes a la evaluación de alternativas forrajeras estivales. Sin duda que el período estival conforma para los sistemas productivos realizados sobre suelos de lomadas un período crítico y de alta incertidumbre. De esta manera, es que se ha consolidado en el calendario de actividades de INIA Treinta y Tres la realización de un Día de Campo y una Jornada de Divulgación específica en esta temática.

La publicación de estos resultados experimentales es por lo tanto la continuación de este proceso, iniciado en el Día de Campo, la cual conforma la etapa siguiente de hacer disponible la información generada.

Atentos a la situación energética actual del país que ha obligado a la búsqueda de nuevas opciones dentro del sector agropecuario-forestal que reduzcan la dependencia de la matriz de fuentes no renovables, podrán encontrar en esta publicación información referente a trabajos relacionados con el estudio de la adaptación y comportamiento agronómico de algunos materiales de sorgo azucarado a las condiciones agroclimáticas de esta región. Este cultivo integra la lista de posibles cultivos generadores de biocombustibles y debido a su rusticidad aparece como una alternativa promisoría para adaptarse a las condiciones ambientales, edáficas y socio-económicas de esta región. Sin duda, el sector ofrece una multiplicidad de alternativas y oferta de materia prima para reducir esa dependencia y además generar una actividad económica interesante en términos de empleo y desarrollo para la zona. Es tarea del INIA estudiar la viabilidad agronómica de estas alternativas según los sistemas productivos y suelos imperantes en cada región.

En el actual contexto agropecuario con una marcada expansión de la frontera agrícola, la cual revaloriza los trabajos llevados adelante durante muchos años en el sistema de rotación agrícola-ganadera bajo siembra directa de la Unidad Experimental de Palo a Pique, podrán encontrar también en esta publicación información relevante referida al efecto de la intensidad de uso del suelo sobre los cultivos de sorgo y soja a escala de chacra.

En el marco de la búsqueda de alternativas forrajeras que realicen aportes en cantidad y calidad en los meses de verano y que puedan contribuir a la estabilización de los resultados físicos de los predios, es de destacar también en esta publicación, la presentación de los resultados preliminares sobre la evaluación de la utilización “Brassicás” (Nabos Forrajeros) tanto para alimentación de terneros como para la recría-engorde de corderos.


Ing. Agr. MSc. PhD Álvaro Roel
Director Regional INIA Treinta y Tres

ÍNDICE

Página

CULTIVOS DE VERANO

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALGUNOS CULTIVARES DE SORGO
AZUCARADO BAJO DISTINTAS ALTERNATIVAS DE MANEJO DE SUELOS 1

IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE USO DEL SUELO SOBRE LOS CULTIVOS
DE SORGO Y SOJA A ESCALA DE CHACRA EN LOMADAS DEL ESTE 8

FORRAJERAS DE VERANO

EFFECTO DE LA CARGA ANIMAL EN LA PERFORMANCE DE CORDEROS
CRUZA TEXEL PASTOREANDO *Lotus corniculatus* DURANTE EL
VERANO. Resultados Preliminares 29

UTILIZACIÓN DE “BRASSICAS” (NABOS FORRAJEROS) EN LA
ALIMENTACIÓN DE TERNEROS DE DESTETE ANTICIPADO.
Resultados Preliminares 35

UTILIZACIÓN DE “BRASSICAS” (NABOS FORRAJEROS) EN LA RECRÍA –
ENGORDE DE CORDEROS TEXEL DURANTE EL PERÍODO ESTIVAL.
Resultados Preliminares 41

CULTIVOS DE VERANO

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALGUNOS CULTIVARES DE SORGO AZUCARADO BAJO DISTINTAS ALTERNATIVAS DE MANEJO DE SUELOS

José A. Terra¹ y José M. Correa²

INTRODUCCIÓN

El aumento de la demanda mundial de energía en los últimos años, el inexorable agotamiento en el mediano plazo de los combustibles fósiles y su alto costo han puesto de manifiesto la necesidad de contar con fuentes alternativas de energía, preferentemente renovables. El aprovechamiento de la capacidad de las plantas de transformar la energía solar en biomasa mediante la fotosíntesis y su posterior industrialización para la obtención de los llamados biocombustibles es una de las alternativas en que más se invierte en el mundo.

Hay dos grandes grupos de biocombustibles: el biodiesel y el bioetanol. El biodiesel es producido a partir de cultivos de plantas oleaginosas como la soja, el girasol etc., tanto en forma de aceites crudos o aceites modificados químicamente. El bioetanol es obtenido a partir de cultivos energéticos con alta proporción de hidratos de carbono fermentables ya sean azúcares o almidones producidos por cultivos como la caña de azúcar, el sorgo azucarado, la remolacha azucarera, el maíz y el sorgo entre otros.

Existe interés a nivel nacional en la producción de biocombustibles derivados de cultivos agrícolas y forestales para atender la creciente demanda de energía y reducir la dependencia a la importación de petróleo del país. Entre los posibles cultivos alternativos para la producción de biocombustibles, el sorgo azucarado (*Sorghum bicolor* L. Moench) debido a su rusticidad aparece como promisorio para adaptarse a las condiciones ambientales y edáficas de la región Este.

El sorgo tiene menores requerimientos de agua y N para producir biomasa comparado con otros cultivos energéticos, es tolerante al stress hídrico y puede ser usado como forraje para animales (Geng et al., 1989; Mastroilli, 1999). Comparado con la caña de azúcar, el sorgo azucarado requiere 30% menos agua por kg de biomasa aérea producida. El sorgo es uno de los cultivos de mayor eficiencia de uso de la radiación interceptada (3.6 g de MS/MJ de la radiación fotosintética activa absorbida) (Woods, 2001). De acuerdo con este autor y a otros (Fariello, 1980; Siri com.pers.; Fassio 2006; Terra et al. 2006) el cultivo de sorgo azucarado de secano tiene un potencial productivo, dependiendo del material genético y condiciones ambientales, de unos 35-70 Mg/ha de tallo fresco en aprox. 120 días de crecimiento. Los jugos extraídos de los tallos de sorgo representan aprox. el 50% de su peso y son ricos en monosacáridos y disacáridos (glucosa, fructuosa y sacarosa) fácilmente fermentables para la obtención de alcohol etílico. La calidad del jugo extraído de los tallos se mide por el total de sólidos disueltos en el jugo (BRIX) y por la composición de esos sólidos, particularmente el contenido de sacarosa (POL) y de otros sólidos fermentables (Woods, 2001). Según este autor el potencial de producción de etanol del cultivo de sorgo azucarado sin irrigar ronda los

¹ Ing. Agr. Ph.D, Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental

² Téc. Agr., Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental

2000-3000 l/ha. Similares resultados son reportados por Fariello (1980) en ensayos en el sur del país y por Siri (com.pers.) en ensayos contemporáneos ubicados en el litoral norte.

Desde la zafra 2005-06 se realizan trabajos exploratorios en la UEPP de INIA Treinta y Tres para estudiar el comportamiento agronómico de algunos materiales de sorgo azucarado en las condiciones agroclimáticas de la región. En la zafra 2006-07 se instalaron parcelas de observación (fajas repetidas de 10m*400m) sobre dos situaciones de chacra (6 ha) y se realizaron 2 ensayos sobre las mismas. El objetivo general fue cuantificar el efecto de la intensidad de uso del suelo y la fertilización N sobre el comportamiento agronómico y productivo de algunos materiales de sorgo azucarado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos que se realizaron durante la zafra 2006-07 se instalaron dentro del experimento de rotaciones de larga duración de la UEPP (Terra y García-Prechac, 2001). Tanto las fajas de observación como los 2 ensayos tuvieron el mismo manejo.

El control de malezas empezó a inicios de primavera con una mezcla de tanque de 5 l/ha de glifosato (Rango[®]) + 0.2 l/ha de Hyspray + 0.2 l/ha de Dicamba 48% (Dombel[®]) + 0.6 l 2.4D (Damine60[®]) el día 29/9 para desecar el raigrás y las malezas invernales.

Previo a la siembra, se aplicaron 3.3 l/ha de glifosato (Rango[®]) + 0.2 l/ha de Hyspray el 15/11/05 en combinación con 1 l/ha de Metolaclor (Dual Gold[®]) y 1.5 kg/ha de Atrazina 90% (Gesaprim[®]) para el control de gramíneas (*Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa sp.*). La semilla fue provista por CALPROSE (cultivar Topper y M81) y AGRITEC SA (AGT Ultra BMR). Toda la semilla fue tratada con Imidacloprid 60% (Gavilan[®], 250 cc/100 kg semilla) para protegerla de insectos del suelo y con Concep II.

La fertilización basal fue de 125 kg/ha de Fosfato de Amonio (NPK, 18-46-0), 45% al surco y 55 % al voleo en superficie. Se sembró el 21/11/06 con una sembradora de siembra directa (Semeato, Personale Drill) de doble disco de 6 líneas equipada con surcador guillotina a una distancia entre hileras de 40 cm y a una profundidad de 2,5 cm.

Se instalaron 2 ensayos con los mismos tratamientos y diseño experimental, uno sobre una rotación corta de 2 años de pasturas y 2 años de cultivos (RC), y otro sobre una rotación larga de 2 años de cultivos y 4 años de pasturas (RL) Los ensayos se instalaron sobre raigras sembrado a la salida de la fase de pasturas en suelos de similar fertilidad (Cuadro1).

El diseño estadístico correspondió a bloques completos al azar con 3 repeticiones con un arreglo en franjas cruzadas (Strip Plot).

Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1) Cultivares: M81, Topper y AGT BMR Ultra (Fajas 10m ancho).
- 2) Fertilización N (Urea): 0-50-100-150 kg de N a V8 en fajas 10m ancho (27/12/06).

Densidad de siembra: Cultivares M81 y Topper (5 kg/ha) y BMR Ultra 8 kg/ha.

Cuadro 1. Contenido de C, P, K y pH del suelo (0-15cm) a la siembra y contenido de nitratos al estado V8 del cultivo.

| | C org. (g/kg) | P (µg/g) | K (meq/100g) | pH | N-NO3 (ppm) |
|---------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-----------|------------------------|
| Ensayo 1 (RC) | 20 | 14.3 | 0.24 | 5.3 | 30 |
| Ensayo 2 (RL) | 19 | 14.4 | 0.23 | 5.6 | 19 |

Determinaciones: número de plantas a la emergencia, N-NO3 en el suelo a V8 (previo aplicación de N), largo de tallos a la cosecha, número de tallos, peso de tallos limpios, número de panojas, peso de panojas, peso de hojas, materia seca total y por componentes, rendimiento de grano, producción de jugo y calidad de jugo (BRIX – POL) del ensayo 1 (RC). La cosecha y evaluación de componentes de rendimiento se realizó cuando el cultivo se encontraba en grano maduro, esto es a los 151 días postemergencia. La extracción de jugo se realizó a los 125 días post emergencia.

Las respuestas agronómicas en ambos ensayos fueron analizados mediante modelos mixtos (PROC MIXED, SAS) conteniendo efectos fijos y aleatorios (Littell et al., 1996). Los efectos de los tratamientos (cultivar y N) fueron considerados efectos fijos y los bloques y sus interacciones con los tratamientos como efectos aleatorios. Para determinar la significancia estadística de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias en el número de plantas instaladas a los 30 días postemergencia entre los diferentes cultivares a causa de las diferentes densidades de siembra utilizadas. Los cultivares M81 y Topper tuvieron 13.9 y 13.2 plantas/m² respectivamente, mientras que el cultivar BMR Ultra tuvo 18.2 plantas/m². Aunque, el stand de plantas obtenido no aparece como limitante para la expresión de los potenciales de rendimiento de los cultivares evaluados, el déficit hídrico y un severo ataque de lagarta cogollera a fines de diciembre que debió ser controlado con insecticida, redujo el stand inicial en todos los cultivares, principalmente en BMR Ultra que se vio muy afectado.

Se observaron diferencias ente materiales y entre chacras en el número de tallos a cosecha pero no existieron efectos significativos del agregado de N o interacciones con otras variables. El número de tallos a cosecha fue un 28% mayor en la chacra sobre pradera de larga duración comparada con la chacra sobre pradera corta. Por otro lado, Topper tuvo un 10% y un 31% más de tallos a cosecha que M81 y AGT Ultra BMR respectivamente (Cuadro 2).

La producción de biomasa fresca y de MS de tallos y de grano fue afectado únicamente por el cultivar utilizado. No se encontraron efectos significativos ni de la chacra, ni de la fertilización N, ni tampoco en sus respectivas interacciones. La mayor producción de biomasa fresca de tallo fue observada con el material M81 (40.16 Ton/ha), que fue un 23% superior a la de Topper y un 74% mayor a la de Utra BMR (Cuadro 2). Debido a que se encontraron diferencias en el porcentaje de materia seca de los tallos de los cultivares (Topper 37%, M81 35% y Ultra BMR 28%), los resultados productivos de tallos expresados en MS magnifican las diferencias anteriores.

Cuadro 2. Producción de biomasa de tallos (limpios y despanojados) y componentes de 3 cultivares de sorgo azucarado en la zafra 2006-2007 en un Argisol sometido a 11 años de una rotación de cultivos forrajeros-pasturas.

| | Cultivar | | |
|-------------------------------|---------------|--------|--------|
| | Agt Ultra BMR | Topper | M81 |
| Tallos/m ² | 12.9c | 16.9a | 15.4b |
| Largo Tallos (m) | 2.13b | 2.16b | 2.53a |
| Biomasa Tallos Frescos (t/ha) | 23.07c | 32.70b | 40.16a |
| MS Tallos (t/ha) | 6.49c | 12.67b | 14.57a |

Valores seguidos por una misma letra dentro de la fila no difieren significativamente con un P=0.05

La diferencia de productividad de tallos entre los cultivares estuvo explicada por un lado por el número de tallos /m² comentado anteriormente, y por otro lado por el largo de tallos. Mientras el cultivar AGT Ultra BMR y el cultivar Topper alcanzaron un largo de tallo a cosecha de 2.13 y 2.16-m respectivamente, el cultivar M81 alcanzó 2.53-m que fue muy similar a los valores observados el año anterior.

Si bien la productividad de tallos frescos del material M81 fue un poco por debajo (28%) de la obtenida en los ensayos 2005-06, la productividad de biomasa seca fue muy similar debido a un mayor porcentaje de MS de tallo en esta zafra (35% vs. 23%). A pesar del marcado déficit hídrico durante el estado vegetativo del cultivo, los datos de productividad de tallos del cultivar M81 se encuentran dentro del rango reportado para los sorgos azucarados en condiciones de secano (Fariello, 1980; Mastroilli et al., 1999; Woods, 2001; Siri com.pers.; Fassio, 2006), lo que demuestra su estabilidad productiva aun en condiciones desfavorables.

La falta de respuesta a la fertilización nitrogenada estaría explicada por el contenido de N-NO₃ en el suelo al momento de la aplicación de la urea y por el régimen hídrico durante y posterior a la aplicación. Al momento de la aplicación los bloques que se encontraban sobre la pradera larga promediaban 19 ppm de N-NO₃ en los 15 cm superficiales del suelo, mientras que los bloques sobre la pradera corta promediaban 30 ppm (Cuadro 1). Es sabido que la probabilidad de respuesta al agregado de N en maíz y sorgo al estado de V6-V8 es baja con niveles de N-NO₃ en el suelo por encima de 18-20 ppm. Adicionalmente, al momento de la aplicación el cultivo sufría un déficit hídrico importante que se mantuvo hasta fines del mes de febrero, resultando en uno de los eneros más secos desde que se cuenta con registros en INIA Treinta y Tres.

A diferencia de lo observado para la producción de tallos, no se observaron diferencias entre cultivares en la MS producida de hojas, aunque la producción de MS de hojas en el sorgo sobre pradera larga fue un 22% mayor que sobre la pradera corta (2.60 t/ha de MS).

El cultivar AGT Ultra BMR tuvo un rendimiento de grano de 4.79 t/ha (14% humedad) que fue un 17% y un 49% superior al observado en M81 y Topper, respectivamente. A pesar que el cultivar Topper tuvo un 16% más de panojas/m² comparado con M81 y el AGT Ultra BMR, su peso de panoja fue claramente inferior al de estos dos materiales.

Cuadro 3. Producción de grano (14% humedad) y panojas m² de 3 cultivares de sorgo azucarado en la zafra 2006-2007 en un Argisol de la unidad Alférez con 12 años de rotación de cultivos-pasturas en siembra directa.

| | Cultivar | | |
|------------------------|-----------|--------|--------|
| | Ultra BMR | Topper | M81 |
| Panojas m ² | 14,1b | 16,69a | 14,65b |
| Grano 14% h (t/ha) | 4.793a | 3.227c | 4.093b |

A pesar de que el cultivo sufrió un importante déficit hídrico durante buena parte del ciclo de crecimiento, se alcanzaron altas producciones de biomasa, particularmente en los cultivares Topper y M81 que alcanzaron las 18.41 y y 20.98 t/ha de MS respectivamente lo que demuestra su alto potencial de producción aun en condiciones adversas.

Al igual que lo observado en la zafra pasada, la partición de biomasa entre tallo, grano y hoja es claramente contrastante entre los diferentes materiales (Fig.1). Del total de biomasa producido por el cultivar AGT Ultra BMR (13.39 t/ha de MS) a cosecha, el 48% correspondió a la MS acumulada en los tallos, el 21% a la MS foliar y el 31% a MS acumulada en el grano. Por otro lado, los cultivares M81 y Topper acumularon la mayor parte de la biomasa en los tallos (69%), mientras el 31% restante se acumuló en grano y hojas en partes casi iguales. La proporción de la MS acumulada en tallo en M81 fue casi idéntica a la observada en los ensayos del año anterior con el mismo cultivar y se encuentra apenas por debajo de la habitual para esos cultivares que es del orden de 75% (A. Marques Com. Pers.). Trabajos conducidos por Barbanti et al. (2006) durante 3 años para un rango de fertilización nitrogenada similar a la utilizada en nuestro ensayo mostraron que los sorgos azucarados acumularon aproximadamente el 20% de la MS aérea en las hojas, el 75% en los tallos y menos del 5% en las panojas.

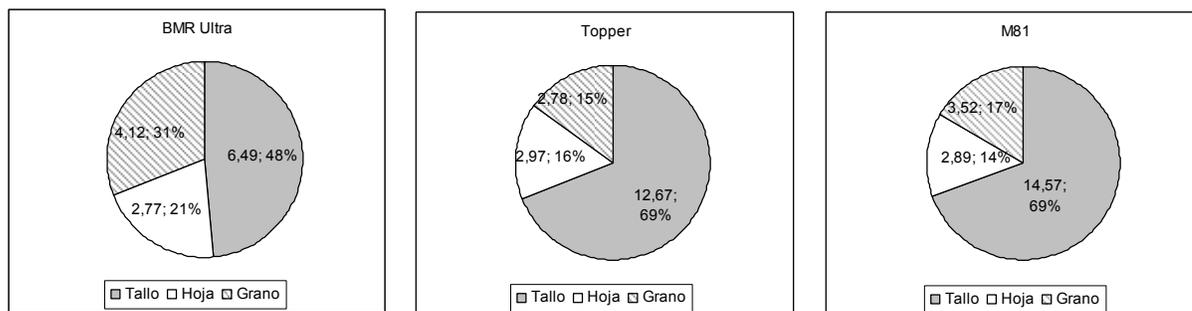


Fig. 1. Producción de materia seca (t/ha) y partición de la biomasa de tres cultivares de sorgo azucarado en la zafra 2006-2007 sobre un suelo de la unidad Alférez con 12 años de rotación cultivos-pasturas en siembra directa.

Por otro lado, se encontraron importantes diferencias entre los cultivares en los parámetros de producción y calidad del jugo (Cuadro 4) pero no se constataron efectos de la aplicación de nitrógeno sobre los mismos parámetros. La mayor producción de jugo fue obtenida con el material M81 con un rendimiento de jugo de 49% y una extracción de 19.68 t/ha de jugo que fue un 40% y 237% mayor que Topper y BMR Ultra respectivamente.

Sin embargo, el cultivar Topper fue el que mostró los mejores parámetros de calidad de jugo en las muestras evaluadas, tanto en el contenido de sólidos del jugo (14.9%) como

en sólidos fermentables POL (7.9%). A pesar de la aceptable productividad de jugo/ha del M81, la calidad del mismo, medida a través del BRIX y en el porcentaje de sacarosa (POL), esta algo por debajo de los estándares mínimos para BRIX (12%) y bastante por debajo de los de POL (9%) reportados por Woods (2001). La calidad del jugo extraída del material M81 fue apenas superior a la obtenida con el mismo material en la zafra pasada (Terra et. al 2006). La información confirma las apreciaciones realizadas respecto al limitado potencial productivo de tallos del cultivar AGT Ultra BMR comparado con los cultivares Topper y M81, sumado en este caso a un menor rendimiento de jugo (kg jugo/kg tallo) y a un menor porcentaje de sólidos disueltos en el jugo (BRIX) y contenido de polisacáridos (POL).

Cuadro 4. Producción de biomasa total, biomasa de tallos, extracción de jugo y calidad del jugo BRIX: sólidos totales; POL: polisacáridos de 3 cultivares de sorgo azucarado en la zafra 2006-2007 sobre un suelo de la Unidad Alférez con 12 años de rotaciones pastura-cultivo en siembra directa.

| | Cultivar | | |
|------------------------------|-----------|--------|--------|
| | BMR Ultra | Topper | M81 |
| Materia Seca Total (t/ha) | 13.39c | 18.41b | 20.98a |
| Biomasa Total (t/ha) | 34.32c | 43.49b | 51.22a |
| Biomasa Tallos (t/ha) | 23.06c | 32.70b | 40.16a |
| Jugo (%) | 36c | 43b | 49a |
| Extracción Jugo (t/ha) | 8.30c | 14.06b | 19.68a |
| Sólidos Disueltos "Brix" (%) | 8.5 | 14.9 | 11.9 |
| Polarización (POL %) | 2.4 | 7.9 | 4.4 |

Valores seguidos por una misma letra dentro de la fila no difieren significativamente con un P=0.05.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados preliminares obtenidos en estos 2 años, indican que el sorgo azucarado aparece como una opción interesante a evaluar en los sistemas productivos de la zona por su alta capacidad de producción de biomasa en condiciones adversas.

Sin embargo, la información generada relacionada a los parámetros de calidad de los materiales sugiere que sería necesario caracterizar mejor los materiales genéticos disponibles respecto a su potencial alcoholígeno.

Por un lado, algunos materiales evaluados tales como el Portella en la zafra pasada y el AGT Ultra BMR en la presente, a juzgar por sus potenciales de producción de biomasa, partición de la misma en la planta y cantidad y calidad de jugo parecerían no ser materiales alcoholígenos típicos, sino más bien sileros.

Por otro lado, se han evaluado materiales de alto potencial de producción biomasa de tallos y producción de jugo tales como el M81 que sin embargo no ha alcanzado los estándares de calidad de jugo habitualmente requeridos, principalmente el contenido de sacáridos (POL). El material Topper, evaluado este año tuvo niveles de BRIX y POL que superan a M81, pero que aun requieren ser mejorados.

Los insuficientes niveles de sacáridos obtenidos en el jugo (POL) abren una interrogante sobre el impacto potencial de los déficit hídricos sobre los mismos considerando que

estos son eventos comunes en estos suelos durante el verano en cultivos de alta productividad. No menos importante, tratándose de cultivos de alta extracción de biomasa y por tanto de nutrientes, es la necesidad de integrarlos a sistemas productivos con especial atención en la sostenibilidad del recurso suelo en lo que hace a balance de nutrientes, erosión y mantenimiento del contenido de materia orgánica.

REFERENCIAS

- Barbanti, L., S. Grandi, A. Vecchi, and G. Venturi. 2006. Sweet and fibre sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), energy crops in the frame of environmental protection from excessive nitrogen loads. *European Journal of Agronomy*. 25:30-39.
- Fariello, R. 1980. Sorgo Azucarado como cultivo energético. En: *Agroenergía. Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. AIA. 10-12 Septiembre 1980.*
- Fassio A. 2006. Cultivo de sorgo azucarado para la producción de alcohol etílico en el litoral SW del país. En: *Jornada de cultivos de Verano. INIA Serie actividades de difusión n472.*
- Geng, S., F.J., Hill, S.S. Johnson, and R.N. Sah. 1989. Potential yields and on-farm ethanol production cost of corn, sweet sorghum, fodder beet and sugarbeet, *J. Agron. Crop. Sci.* 162:21-29.
- Mastrorilli, M., N. Katerji, and Gianfranco Rana. 1999. Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. *European Journal of Agronomy*. 11:207-215.
- Terra, J., y F. García-Préchac. 2001. Siembra directa y rotaciones forrajeras en las lomadas del Este: Síntesis 1995-2000. INIA, Serie Técnica 125.
- Terra, J., R. Macedo, y J. Correa. 2006. Evaluación preliminar de materiales de sorgo azucarado bajo distintas alternativas de manejo de suelos en un argisol del Este. En: *Cultivos de Verano UEPP. Serie Actividades de difusión n461.*
- Woods, J. 2001. The potential for energy production using sweet sorghum in southern Africa. *Energy for Sustainable Development*. Vol. V, N1.:487-500

IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE USO DEL SUELO SOBRE LOS CULTIVOS DE SORGO Y SOJA A ESCALA DE CHACRA EN LOMADAS DEL ESTE

Virginia Pravia¹, José Terra², Álvaro Roel³ y José Correa⁴

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la agricultura en el Uruguay ha sufrido un proceso de crecimiento y expansión muy importantes. La consolidación de tecnologías de producción como la siembra directa, los transgénicos, y cambios en los escenarios de precios junto con políticas regionales han determinado un sólido crecimiento del área sembrada de cultivos de verano. Desde el año 2000, el área de soja y sorgo creció en su conjunto cerca de 10 veces. En números redondos, el área de sorgo se encuentra en el doble del valor promedio de los últimos años, mientras que la soja lleva 30 veces aumentada la superficie que se manejaba en aquel entonces (DIEA, 2006). Este fuerte crecimiento ha llevado a la expansión del área de siembra a zonas no tradicionalmente agrícolas, donde los suelos tienen mayores limitantes para la producción de cultivos de grano.

Estas zonas hasta ahora marginales para la producción de cultivos de verano en seco, como los argisoles del Este, cuentan con escasa información acerca de la producción sostenible de estos cultivos en sistemas de siembra directa. Las limitantes más importantes del suelo consisten en su mayor riesgo de erosión y de sequía, y limitantes de drenaje. Las prácticas de manejo de suelo deben tener en cuenta estas limitantes, apuntando hacia una mayor conservación del agua del suelo y de exploración radicular de los cultivos en profundidad.

El principal factor que define el crecimiento de los cultivos es la disponibilidad de agua del suelo, que resulta de la interacción entre las propiedades físicas del suelo, el comportamiento de clima y la topografía del terreno. La variabilidad del suelo y del terreno es por tanto uno de los factores más importantes que deberían tenerse en cuenta al estudiar las prácticas de manejo del suelo. Aunque esto es científicamente aceptado, la investigación raramente ha abordado el estudio de esta variabilidad aunque hoy existen herramientas para hacerlo. Mediante el uso de cosechadoras equipadas con monitor de rendimiento y GPS pueden realizarse ensayos donde las evaluaciones se realicen en fajas a través de todo el terreno, que a diferencia de los ensayos parcelarios tienen la capacidad de captar esta variabilidad y estudiar su interacción con las prácticas de manejo.

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto relativo e interactivo a escala de chacra de algunas prácticas de manejo de suelos con la variación espacial de los suelos sobre la productividad de los cultivos de sorgo y soja en suelos de la unidad Alférez sometidos a diferentes intensidades de uso en siembra directa.

¹ Ing. Agr., Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental

² Ing. Agr., Ph.D. Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental

³ Ing. Agr., Ph.D. Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental, Director Regional

⁴ Téc. Agr., Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental

Los trabajos se centran en una secuencia sorgo-soja rotando con pasturas anuales o plurianuales priorizando tres aspectos básicos. Primero, la integración de estos cultivos en sistemas de producción en siembra directa que incluyan la rotación con pasturas. Segundo, la búsqueda de prácticas de manejo en siembra directa que maximicen la disponibilidad de agua para el cultivo como principal factor limitante del rendimiento y que minimicen los efectos negativos del pastoreo animal (compactación y retorno rastrojo). Finalmente, en el estudio de la interacción entre estas prácticas de manejo y la variabilidad espacial del terreno sobre la productividad y variación espacial de los cultivos y las propiedades dinámicas de los suelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios fueron realizados dentro del experimento de rotaciones de la UEPP que evalúa desde 1995, cuatro intensidades de uso del suelo con siembra directa contrastando en la proporción de pasturas perennes en la rotación respecto a la de cultivos anuales.

La mitad de cada potrero de 6 ha en la fase de la rotación correspondiente a cultivos se siembra con cultivos graníferos basados en una secuencia Sorgo-Soja y pasturas anuales y/o perennes dependiendo de la rotación. De esta forma, cada año existen dos experimentos en fajas sobre una rotación de pasturas cortas (RC) y dos experimentos sobre una rotación de pasturas de larga duración (RL), uno conteniendo sorgo y otro soja; al tiempo que otro experimento se encuentra sobre una rotación de cultivos continuos (CC) conteniendo sorgo o soja.

Dentro de cada potrero de 3 ha con cultivos de verano (5 cada año) se instaló un ensayo en fajas que evalúa 4 tratamientos de manejo de suelos resultantes de la combinación de 2 niveles de rastrojo (alto o bajo) generados por menor y mayor intensidad de pastoreo invernal, y el uso o no de subsolado. Cada uno de los experimentos consta de 3 bloques y 2 repeticiones por bloque. Las fajas en las que se realizan los tratamientos son de aprox. 100-m de largo y 7-10-m de ancho y están dispuestas a favor de la pendiente, interceptando la máxima variación del terreno posible.

Mediciones

Las variables medidas en cada faja fueron las siguientes:

- Biomasa seca de rastrojo al inicio de barbecho (aplicación de glifosato).
- Población de plantas por unidad de superficie.
- Estimación del contenido de clorofila.
- Número de panojas por unidad de superficie.
- Evolución de la altura de las plantas a lo largo del ciclo.
- Estado fisiológico.
- Evolución del contenido de agua del suelo por muestreo y sonda de neutrones.
- Rendimiento en grano.

Se utilizó una cosechadora equipada con monitor de rendimiento y GPS para la cosecha de las fajas permitiendo conocer el efecto del tratamiento a escala de chacra y también la variación espacial de rendimientos a través del terreno.

I. SORGO

Los ensayos de sorgo se sembraron en 2 situaciones de chacra, generadas por 2 rotaciones en siembra directa desde 1995, con diferentes intensidades de uso del suelo:

a) Rotación Corta: 2 años de doble cultivo anual, forrajero en invierno y granífero en verano y 2 años de pasturas. Antecesoros inmediatos: trébol rojo + raigrás (2004-2005) – raigrás (2006).

b) Rotación Larga: 2 años de doble cultivo anual, forrajero en invierno y granífero en verano y 4 años de pasturas. Antecesoros inmediatos: trébol blanco + lotus + festuca (2002-2005) – raigrás (2006).

Se aplicaron los siguientes tratamientos en fajas (Figura 1):

- 1) Pastoreo Invernal Restringido (retiro animales 24/08, 4 semanas antes de la primera aplicación de glifosato).
- 2) Pastoreo Invernal Restringido + Subsulado
- 3) Pastoreo Invernal (retiro de animales 21/09, semana previa a la aplicación de glifosato).
- 4) Pastoreo Invernal + Subsulado

Número de Bloques: 3 (ladera alta, ladera media y ladera baja), 2 repeticiones/bloque.

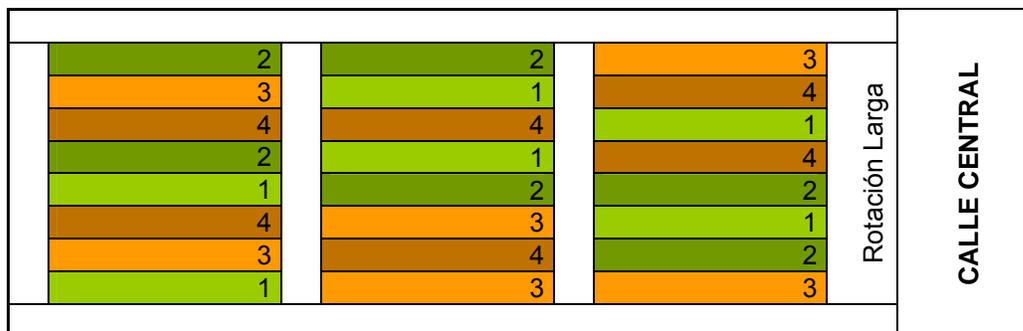


Figura 1. Esquema de una de las chacras de sorgo conteniendo en tres bloques los 4 tratamientos en fajas.

El barbecho sobre raigrás se inició el 25 de setiembre, con la aplicación de 5 litros de glifosato, realizándose una segunda aplicación antes de la siembra del 15 de noviembre según se detalla en el cuadro 1, donde se presenta el manejo agronómico del cultivo.

Cuadro 1. Manejo agronómico del cultivo de sorgo.

| Fecha | Actividad | Producto | N. comercial | Dosis /ha |
|---------------|---|--|--|--|
| 25/09/2006 | Pulverización | Glifosato Auxiliar | Rango® Hyspray | 5 L 250 cc |
| 02/10/2006 | Pulverización | Dicamba 2-4D | Dombel® | 330 cc 1 L |
| 13/11/2006 | Pulverización | Glifosato Atrazina 90% Metholaclor Auxiliar | Rango® Gesaprim® Dual Gold® Hyspray | 3,3 L 1,5 kg 1 L 150 cc |
| 14 y 15/11/06 | Subsolado Siembra Fertilización | Sorgo grano Curasemilla 18-46-46-0 | DK39 Conceplll Gavilan Maccio | 9 kg 40 cc/100kg 500cc/100kg 120 kg |
| 16/12/2006 | Fertilización | Urea | | 100 kg |
| 15/12/2006 | Pulverización | Insecticida | Intrepid | 200 cc |
| 20/04/2007 | Cosecha | | | |

El análisis estadístico de la información fue realizado con modelos mixtos (PROC MIXED en SAS), conteniendo efectos fijos y aleatorios. Se tomaron como efectos fijos los efectos de tratamientos, y los bloques y sus interacciones fueron considerados aleatorios. Para determinar la significancia estadística de los efectos fijos se utilizó un test de F con $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas

En el año 2006 las precipitaciones no cubrieron la demanda atmosférica desde el mes de setiembre (Figura 2), un mes antes que en el promedio de la serie (Figura 3), alcanzando una diferencia mayor en la zafra 2006-2007. Esta brecha se volvió más importante desde mediados de diciembre hasta mediados de febrero, donde el agua almacenada en el suelo estuvo cerca del punto de marchitez permanente en los primeros 30 cm de profundidad (Figura 4). Por lo tanto, el agua disponible para el cultivo fue escasa en profundidad y prácticamente nula en superficie. Estas condiciones sucedieron luego del estado de 6 hojas (V6, Vanderlip, 1993), coincidiendo con las etapas críticas del cultivo, (floración y llenado de grano), lo que limitó el rendimiento del cultivo.

Esta situación fue contraria a la ocurrida en la zafra pasada (Figura 5), donde la demanda atmosférica durante las primeras etapas del cultivo pudo ser cubierta por el almacenaje de agua del suelo recargado durante el barbecho, mientras que durante el período crítico del cultivo las precipitaciones fueron suficientes, obteniéndose un muy buen rendimiento en grano en la cosecha 2006.

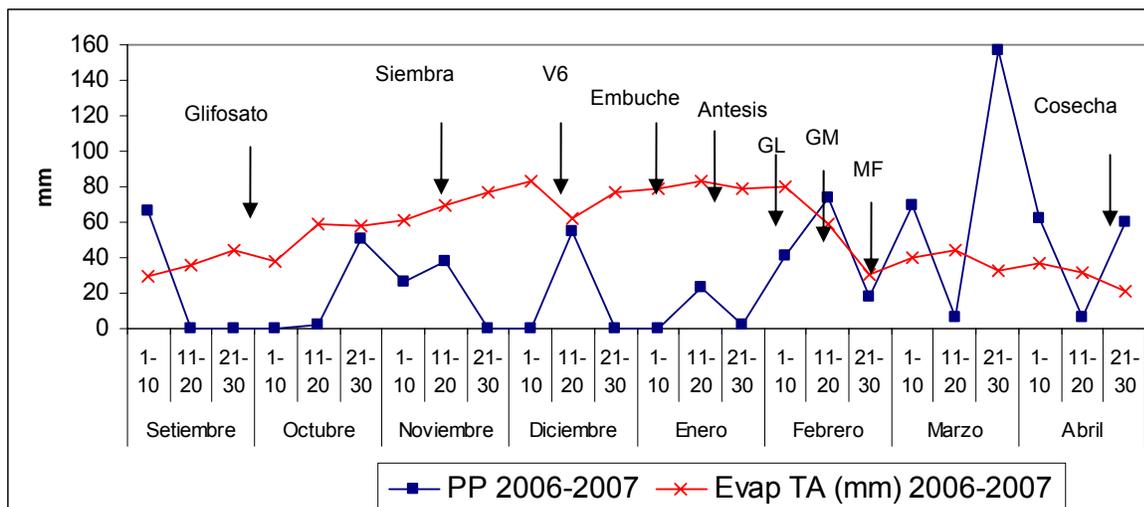


Figura 2. Precipitaciones y evaporación medida en tanque A decádicas (mm) durante el período de los cultivos, desde inicio del barbecho con aplicación de glifosato y durante la etapa del cultivo hasta la cosecha (20 abril 2007).

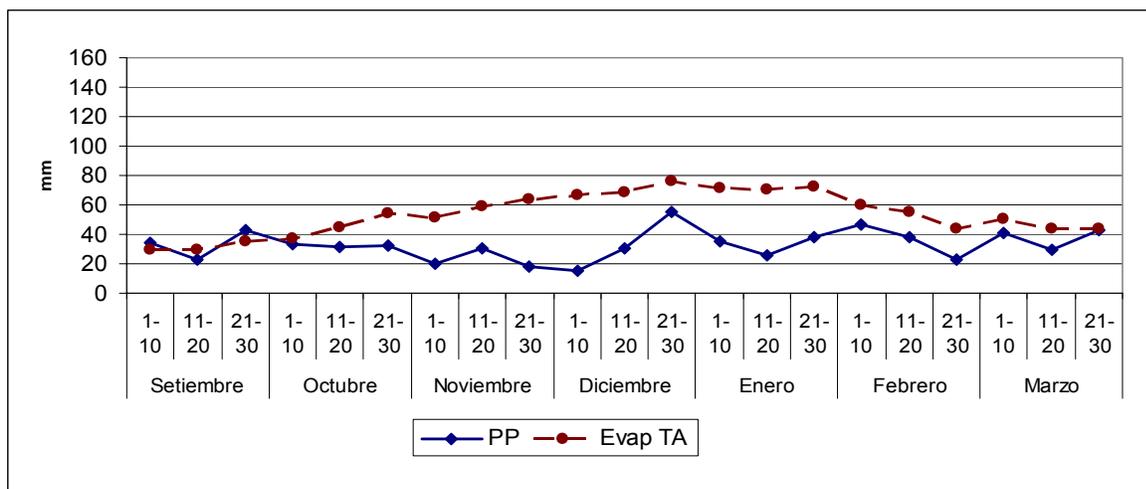


Figura 3. Precipitaciones y evaporación medida en el tanque A de la serie 1991 hasta 2007, desde setiembre hasta abril.

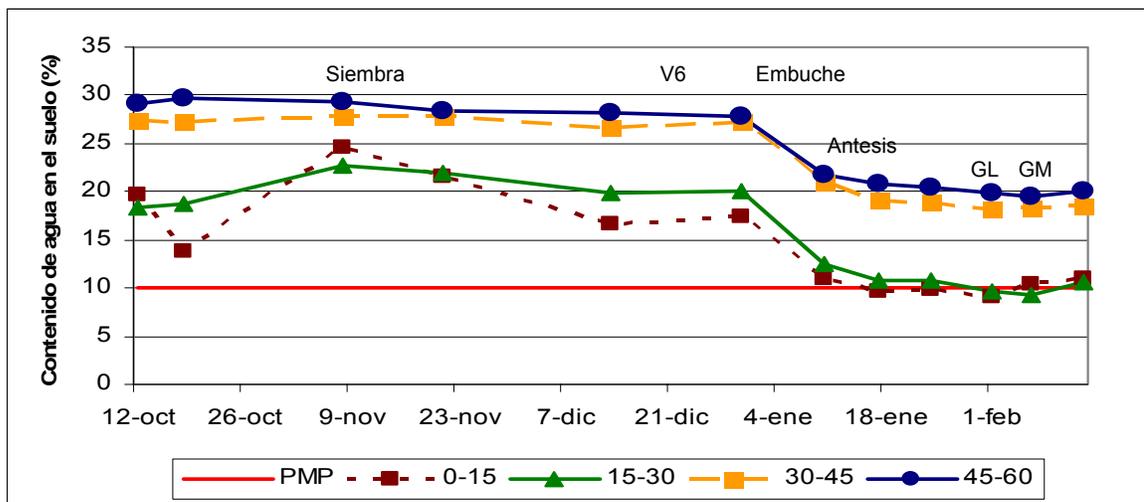


Figura 4. Contenido de agua gravimétrico del suelo a distintas profundidades (cm) mostrando el estado fenológico del cultivo de sorgo durante el mismo período y punto de marchitez permanente (PMP).

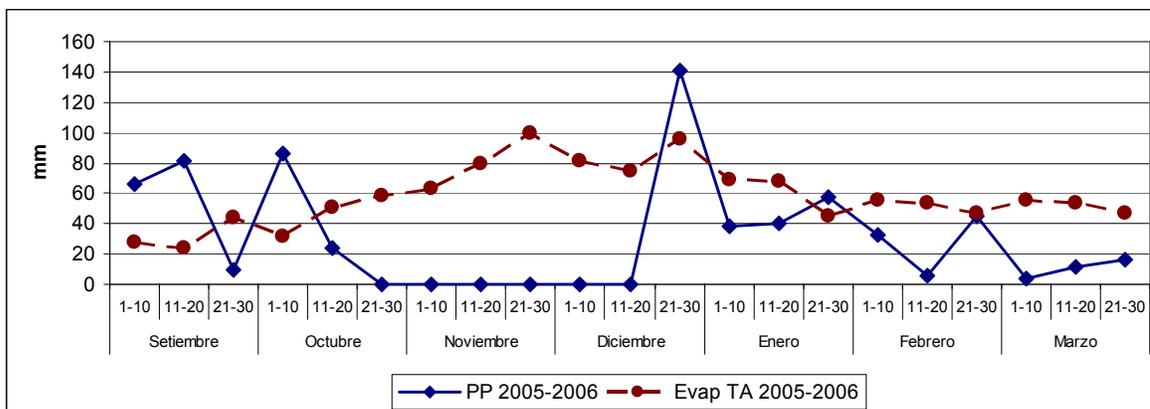


Figura 5. Precipitaciones y evaporación medida en el tanque A (en mm) durante el período de los cultivos, desde setiembre 2005 hasta abril 2006.

Análisis de suelo

El análisis de suelo previo a la siembra (Cuadro 2) mostró que contrariamente a lo esperado, los niveles de nutrientes en la rotación corta fueron iguales o superiores a los de la rotación larga. El caso del potencial de mineralización de nitrógeno (PMN), los niveles en la rotación corta fueron superiores en todos los bloques, mientras que en fósforo y potasio se alternaron. En teoría un mayor largo de pradera debería implicar mayor tiempo de acumulación de materia orgánica de fácil descomposición y por ende un mayor potencial de aporte de nitrógeno a través de la mineralización de dicha materia orgánica. Sin embargo, esto depende no solo del tiempo que haya estado presente la pradera, sino también de la cantidad de biomasa que haya producido y de su composición botánica.

Cuadro 2. Análisis de suelo realizados previamente a la siembra de sorgo para cada rotación y bloque.

| Bloque | P Citrico (ppm) | | K (meq/100g) | | PMN N-NH ₄ (mg/Kg) | |
|--------------|-----------------|------|--------------|------|-------------------------------|----|
| | RL | RC | RL | RC | RL | RC |
| Zona Alta | 14,7 | 18,2 | 0,23 | 0,26 | 22 | 53 |
| Ladera media | 12,9 | 13,7 | 0,23 | 0,24 | 31 | 34 |
| Ladera baja | 15,7 | 11,1 | 0,22 | 0,22 | 32 | 42 |

Referencias: RL rotación larga, RC rotación corta

Nivel de rastrojo

Las diferencias en el nivel de rastrojo generadas con las distintas intensidades de pastoreo que se implementaron en el raigrás precedente al cultivo de sorgo fueron estadísticamente significativas ($p < 0.0001$) (Cuadro 3). Las fajas pastoreadas hasta la semana previa a la aplicación del glifosato dejaron una masa de rastrojo sobre el suelo 56% inferior que aquellos tratamientos que tuvieron un mes de descanso previo a la aplicación. Por otro lado, se constató un 46% más de biomasa de rastrojo en los tratamientos ubicados sobre la pradera de larga duración ($p < 0.0001$), comparados con los ubicados sobre pradera de corta duración.

Cuadro 3. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) sobre el nivel de rastrojo medido como kg/ha de MS al inicio del barbecho químico según manejo de pastoreo invern

| Tratamiento | ROTACIÓN | | Media |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------|
| | Larga | Corta | |
| | kg/ha MS | | |
| Pastoreo restringido +Subsolado | 4681 a | 3286 a | 3983 a |
| Pastoreo restringido | 4769 a | 2808 a | 3789 a |
| Pastoreo intensivo +Subsolado | 2025 b | 1541 b | 1783 b |
| Pastoreo intensivo | 1838 b | 1481 b | 1660 b |
| Media | 3328 A | 2279 B | |

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma la fila no difieren significativamente con $p = 0.05$

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con $p = 0.05$

Stand de plantas

La población de 225417 plantas/ha lograda en el cultivo de sorgo sobre la rotación larga estuvo en el entorno de la que se utiliza en los ensayos de evaluación de cultivares de INIA - INASE (230000 pl/ha), mientras que en la rotación corta el nivel de plantas obtenido de 200208 pl/ha fue estadísticamente menor ($p < 0.01$).

Esto pudo deberse a una mayor presencia de malezas en la rotación corta ($p < 0.001$), principalmente digitaria, que a pesar de haberse controlado con herbicida tuvo emergencias posteriores al período de residualidad del metolaclor debido a una alta infestación sobre la rotación corta. Por otro lado, no se detectaron diferencias estadísticas en la implantación debidas a la intensidad de pastoreo o subsolado, a pesar de notarse algunas tendencias a favor de los tratamientos subsolados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) sobre la población lograda (n° plantas/ha) en el cultivo de sorgo según manejo de pastoreo invernal y el uso o no de subsolado.

| Tratamiento | ROTACIÓN | | Media |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|--------|
| | Rotación Larga | Rotación Corta | |
| | N° plantas/ha | | |
| Pastoreo restringido + Subsulado | 237083 | 210625 | 223854 |
| Pastoreo intensivo + Subsulado | 237917 | 200417 | 219167 |
| Pastoreo restringido | 213542 | 197083 | 205313 |
| Pastoreo intensivo | 213125 | 192708 | 202917 |
| Media | 225417 A | 200208 B | |

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma la fila no difieren significativamente con $p=0.005$

Nivel de clorofila (SPAD)

El nivel nutricional del cultivo medido al estado de hoja bandera-embuche a través del nivel de clorofila (SPAD) en la hoja bandera no mostró diferencias entre tratamientos de subsolado o pastoreo, pero mostró efectos de intensidad de uso del suelo ($p=0.01$) a favor de la rotación corta (Cuadro 5). Estos datos son coincidentes con los obtenidos en los análisis de suelo, que mostraban un potencial de mineralización de nitrógeno mayor en la rotación corta (Cuadro 2).

Cuadro 5. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) en el estado nutricional del cultivo al estado de embuche, medido como SPAD según manejo de pastoreo invernal y uso o no de subsolado.

| Manejo de pastoreo – suelo | Rotación | | Media |
|----------------------------------|---------------|---------------|-------|
| | Larga | Corta | |
| | SPAD | | |
| Pastoreo restringido + Subsulado | 42.6 | 45.5 | 44.0 |
| Pastoreo restringido | 42.8 | 45.3 | 44.1 |
| Pastoreo intensivo + Subsulado | 42.9 | 44.0 | 43.5 |
| Pastoreo intensivo | 41.3 | 45.4 | 43.4 |
| Media | 42.4 A | 45.1 B | |

Valores seguidos por letras mayúsculas distintas en misma la fila difieren significativamente ($p=0.05$).

Los niveles reportados en la literatura como críticos para suficiencia de nitrógeno en maíz son lecturas de SPAD de 56 (Novoa y Villagrán, 2002). Si usamos este criterio salvando las diferencias entre especies, el sorgo se encontraría en niveles aún deficientes. Cabe señalar que al momento de la medición de SPAD, el contenido de agua del suelo en los primeros 15 cm de profundidad se encontraba en el punto de marchitez permanente, y hasta 30 cm el agua disponible era muy escasa (Figura 4).

Este podría haber sido un factor limitante para la absorción del nitrógeno agregado al estado de V6. Además el cultivo en la rotación corta tuvo una población de plantas algo menor, por lo cual la competencia por agua sería menos importante que en el caso de la rotación larga, y la absorción de nitrógeno no se vería entonces tan afectada.

El mayor número de plantas en la rotación larga determinó una mayor extracción de agua en las etapas tempranas del cultivo, llegando al momento crítico del cultivo con un menor contenido de agua en el suelo (Figura 7).

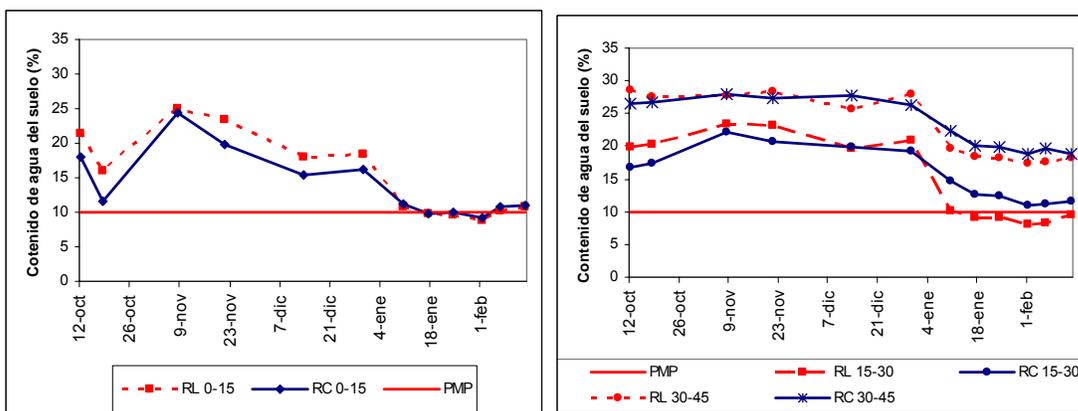


Figura 7. Evolución del contenido de agua en el suelo hasta 60 cm de profundidad y punto de marchitez permanente (PMP) expresados como contenido gravimétrico según rotación. A la izquierda se representa el tramo de 0 a 15 cm, y a la derecha los dos tramos de 15-30 y de 45-60 cm de profundidad de suelo.

Altura de planta

En las primeras etapas del cultivo se notó un mayor crecimiento en altura del sorgo en los tratamientos que habían sido subsolados, aunque estas diferencias solo se hicieron presentes en la chacra de la rotación corta, y luego se diluyeron a medida que se avanzó en el ciclo del cultivo y a medida que el déficit hídrico se hacía más importante (Figura 8).

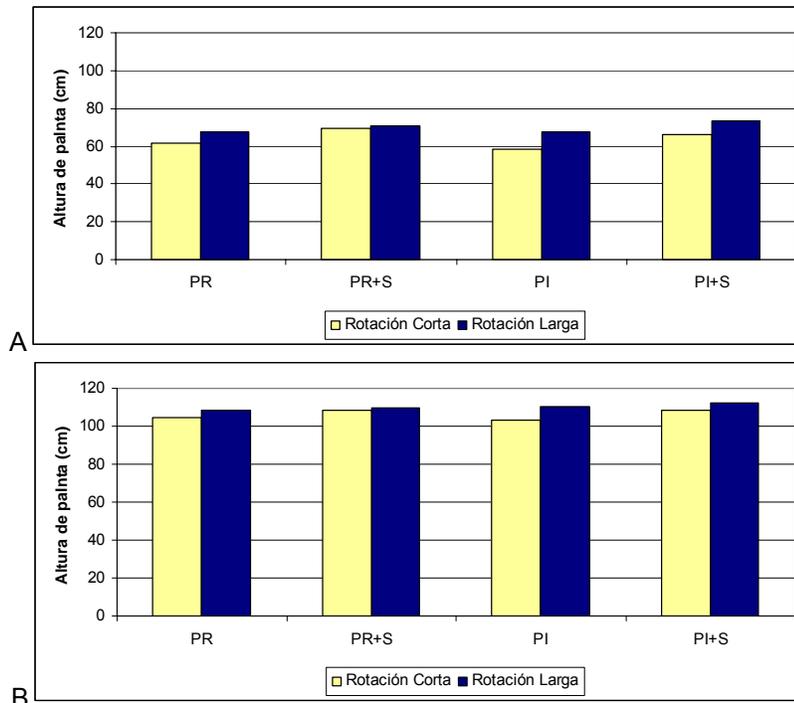


Figura 8. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) sobre la altura de planta (cm) de sorgo en dos momentos fenológicos del cultivo (A. Altura de planta en V8. B: Altura de planta en grano lechoso.), según intensidad de pastoreo y uso o no de subsolado: PR: Pastoreo Restringido, PI: pastoreo intensivo, S: Subsulado.

Número de panojas

Los tratamientos subsolados tuvieron un mayor número de panojas respecto a los no subsolados ($p < 0.03$); pero no se observaron efectos significativos de la intensidad de pastoreo (cuadro 6). Por otro lado la rotación larga tuvo mayor número de panojas que la rotación corta ($p < 0.0001$). Esto coincide con una mayor implantación constatada sobre la rotación larga.

Cuadro 6. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) sobre el número de panojas/m² según manejo de pastoreo invernal y el uso o no de subsolado.

| Manejo de pastoreo – suelo | Rotación | | Total tratamiento |
|----------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| | Larga | Corta | |
| Pastoreo intensivo + Subsolado | 43.3 | 36.3 | 39.7 a |
| Pastoreo restringido + Subsolado | 43.3 | 34.8 | 39.1 a |
| Pastoreo intensivo | 41.0 | 30.5 | 35.7 ab |
| Pastoreo restringido | 36.6 | 31.6 | 34.1 b |
| Total Rotación | 41.0 A | 33.3 B | |

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en la misma fila no difieren significativamente con $p = 0.05$

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con $p = 0.05$.

El número de panojas por unidad de superficie, 41 panojas/m² en la rotación larga y 33 en la rotación corta, fue mayor al observado en la zafra anterior de 22 panojas/m² (Terra y Roel, 2006), donde el déficit hídrico se hizo presente en las primeras etapas del cultivo, pudiendo haber inhibido el macollaje, no permitiendo expresar diferencias entre tratamientos. Esta zafra si bien el déficit hídrico fue de mayor importancia, se dio en etapas más avanzadas del cultivo que limitaron otros componentes de rendimiento.

Rendimiento de grano

Es evidente el efecto que tuvo la escasez de agua durante el período del cultivo limitando el rendimiento en grano de sorgo en la presente zafra, obteniéndose un nivel de rendimiento promedio de 4580 kg/ha, que fue 44% inferior al rendimiento obtenido en la zafra anterior.

No hubieron diferencias estadísticamente significativas en la producción de grano entre diferentes intensidades de uso del suelo ni tampoco entre el uso o no de subsolado o debidas al manejo del pastoreo invernal.

En la zafra 2005-2006 la producción de grano de sorgo fue menor en la rotación larga comparado con el promedio de la rotación de cultivo continuo y la rotación corta. Sin bien estas dos últimas zafras fueron contrastantes en cuanto a las condiciones hídricas y a la cantidad de grano obtenida, en la cosecha 2006-2007 se observa una tendencia que repite este comportamiento, aunque las diferencias encontradas no sean de significancia estadística (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) en el rendimiento en grano de sorgo según manejo de pastoreo invernal y uso o no de subsolado.

| Manejo de pastoreo – suelo | Rotación | | Media |
|----------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| | Larga | Corta | |
| | kg/ha | | |
| Pastoreo restringido + subsolado | 4314 | 4988 | 4651 |
| Pastoreo Intensivo + subsolado | 4444 | 4728 | 4586 |
| Pastoreo restringido | 4427 | 4539 | 4483 |
| Pastoreo Intensivo | 4712 | 4491 | 4602 |
| Media | 4475 | 4687 | 4581 |

A pesar que la rotación corta tuvo una mayor presión de malezas, y obtuvo una menor implantación y menor cantidad de panojas, la información sugiere que dadas las condiciones de un año seco, el cultivo sufrió menor competencia por agua y tuvo mayor disponibilidad de nitrógeno comparado con el cultivo sobre la rotación larga, que le permitió compensar su menor crecimiento en la fase vegetativa (Figura 9).

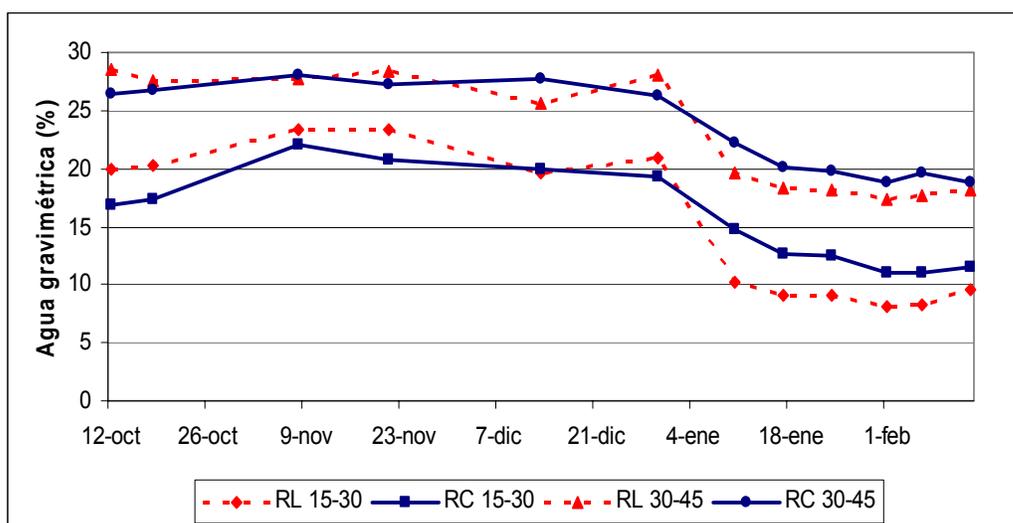


Figura 9. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) sobre el contenido de agua del suelo a dos profundidades a lo largo del ciclo del cultivo de sorgo.

En todos los casos los tratamientos subsolados parecieron extraer más agua del perfil, a juzgar por los menores contenidos constatados en el suelo (Figura 10). Este efecto se vio reflejado en alguna medida en la tendencia observada en la rotación corta a mayores rendimientos de los tratamientos subsolados, que no pudo ser observada en la rotación larga. Sobre esta última, el agua que había en el suelo durante las etapas críticas del cultivo era menor al punto de marchitez permanente en los primeros 30 cm (Figura 9).

Hay que destacar que tampoco se vio un efecto positivo del subsolado en los tratamientos de pastoreo intensivo comparados con los de pastoreo restringido, lo que permite relativizar el pisoteo animal como un factor relevante en la depresión del rendimiento. Por otro lado, los datos sugieren que la masa de rastrojo tampoco fue un factor determinante más allá de sus efectos en el contenido de agua en superficie durante las etapas iniciales del cultivo.

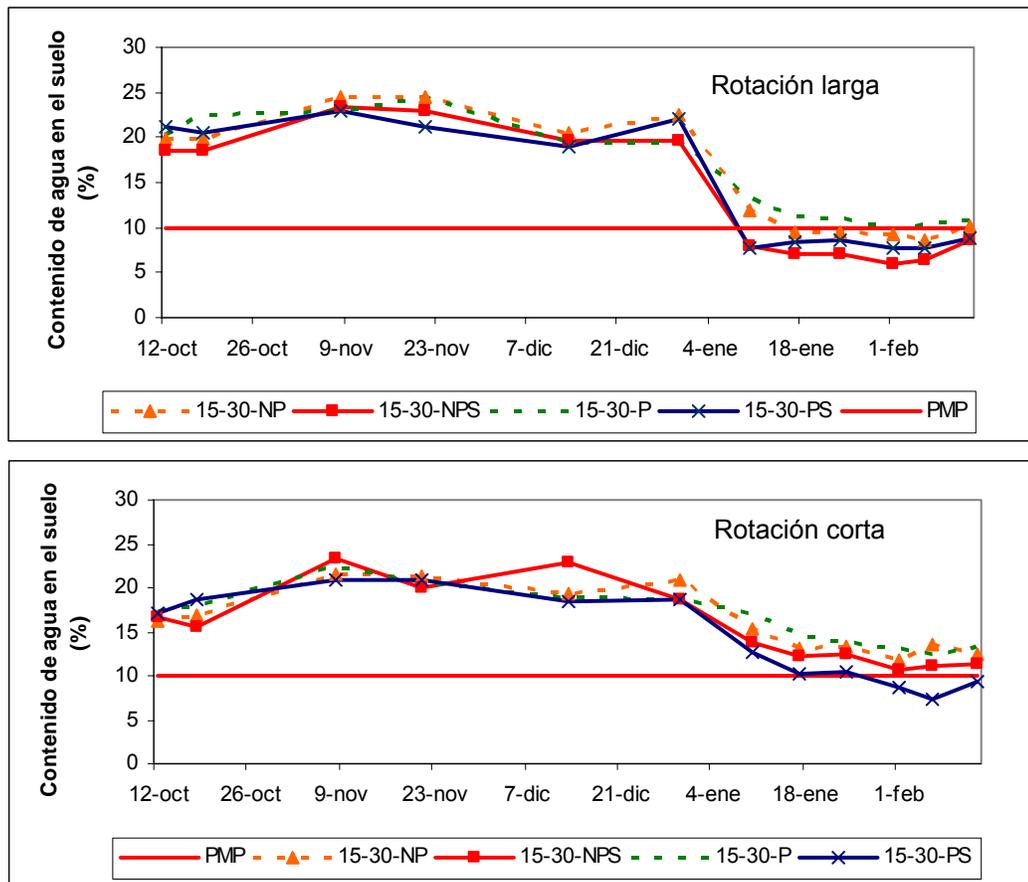


Figura 10. Contenido de agua en el suelo entre los 15 y 30 cm de profundidad según rotación y profundidad de muestreo en comparación con el punto de marchitez permanente (PMP).

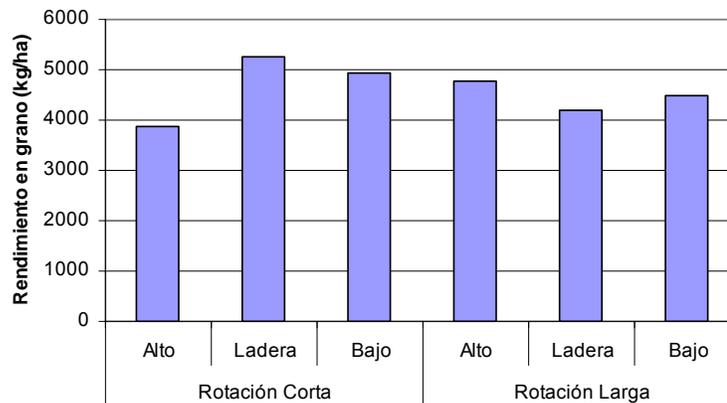


Figura 11. Rendimiento en grano de sorgo según intensidad de uso del suelo (rotación) y posición topográfica dentro de la chacra.

Separando los rendimientos por posición topográfica (Figura 11), en la rotación corta, el rendimiento en grano de sorgo en la zona alta fue menor que en los demás bloques, acompañando la presencia de blanqueales en esa posición topográfica. Esto puede ser constatado en el mapa de rendimiento obtenido con el monitor (Figura12).

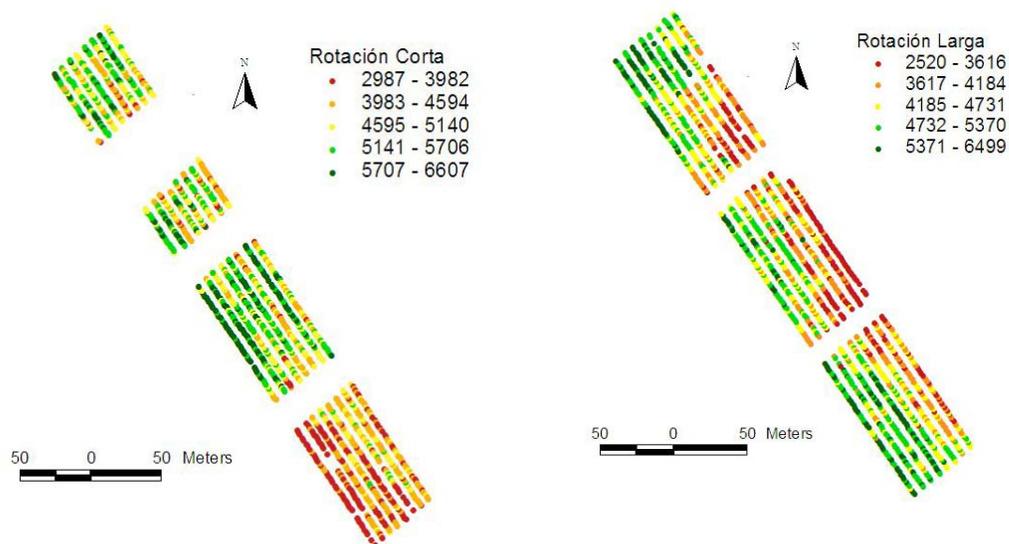


Figura 12. Mapas de rendimiento del cultivo de sorgo generados por el monitor en las dos chacras evaluadas en la zafra 2006-2007.

Rendimiento de cosecha manual

Resulta interesante comparar los resultados obtenidos por el monitor de rendimiento instalado en la cosechadora con los que se obtienen al realizar una cosecha manual en 48 sitios en cada chacra, tomando como muestra 4 m lineales del cultivo (Cuadro 8). De esta comparación surge en primer lugar que el nivel de rendimiento con la cosecha manual se sobreestimó en un 14% con respecto al obtenido con la cosechadora.

En este caso, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre intensidades de uso del suelo ni prácticas de manejo, pero se observa una tendencia contraria a la de la cosecha realizada con el monitor de rendimiento. La rotación larga parecería superar a la rotación corta en producción de grano. Este hecho se repite con respecto a la zafra pasada, donde los resultados de la cosecha manual simulando parcelas resultó en conclusiones diferentes de las que se derivaron de la información obtenida con el monitor.

Cuadro 8. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) en el rendimiento en grano de sorgo según manejo de pastoreo invernal y uso o no de subsolado, en base al muestreo de 48 puntos por chacra.

| Tratamiento | Rotación | | Media |
|---------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| | Larga | Corta | |
| | kg/ha | | |
| Pastoreo restringido | 5488 | 5234 | 5361 |
| Pastoreo restringido +Subsolado | 5572 | 4722 | 5147 |
| Pastoreo intensivo | 5179 | 4650 | 4915 |
| Pastoreo intensivo + Subsulado | 5521 | 5342 | 5432 |
| Promedio Rotación | 5440 | 4987 | 5214 |

CONSIDERACIONES FINALES

En primer lugar, para un año donde las condiciones del verano para la producción de grano en la zona fueron deficientes desde el punto de vista hídrico se obtuvo un rendimiento de sorgo bastante aceptable. Esto confirma su rusticidad y viabilidad de siembra con resultados satisfactorios en suelos como los de la Unidad Alférez, con un mayor riesgo de sequía comparados con los tradicionalmente agrícolas.

Por segundo año consecutivo el rendimiento en sorgo no respondió a la intensidad de pastoreo del verdeo que le precedió, relativizando al pisoteo animal como un factor de compactación importante como limitante para el desarrollo del cultivo y producción de grano; y a la masa de rastrojo como un factor relevante en la dinámica de agua más allá de las etapas iniciales del cultivo.

El subsolado permitió una mayor extracción de agua al cultivo, aunque esto no se manifestó claramente en el rendimiento, debido a limitantes en el contenido de agua del suelo. Sería interesante tener resultados en años de comportamiento climático intermedios, donde la posibilidad de extraer más agua del suelo pueda hacer una diferencia para el cultivo, de modo de cuantificar el impacto potencial de ésta práctica de manejo del suelo.

También por segundo año se vio que los cultivos en siembra directa sobre pasturas de mayor duración no siempre tienen un mejor comportamiento que aquellos sembrados en rotaciones de mayor intensidad de uso del suelo, sino que éste es uno de los factores que intervienen a la hora de definir el rendimiento del cultivo, pero el resultado final depende de la interacción de todos ellos.

Se confirma nuevamente la importancia de la inclusión de herramientas de agricultura de precisión en investigación, que permitan realizar ensayos a escala de chacra donde las evaluaciones se realicen en condiciones más parecidas a las comerciales; y donde sea posible tener en cuenta la variabilidad intrínseca del campo, realizando evaluaciones a través de todo el terreno. Esto permitiría un acercamiento entre la producción y la investigación, aportando elementos para un proceso más rápido de adopción de distintas tecnologías en el sector productivo.

II. SOJA

Los ensayos se sembraron en 3 situaciones de chacra, generadas por 3 rotaciones en siembra directa desde 1995, con diferentes intensidades de uso del suelo:

- a) Cultivos anuales continuos (CC): sudangrass o moha – avena o raigrás (1995-2004), soja (2005) – raigrás (2005)- sorgo 2006 - raigrás (2006)
- b) Rotación Corta (RC): 2 años de doble cultivo anual forrajero y 2 años de pasturas. Antecesoros inmediatos: Pradera trébol rojo + raigras (2003-2005), raigras (2005), sorgo 2006 - raigrás (2006).

c) Rotación Larga (RL): 2 años de doble cultivo anual forrajero y 4 años de pasturas. Antecesores inmediatos: Pradera trébol blanco + lotus + festuca (2001-2005), raigrás (2005) - sorgo 2006 - raigrás (2006).

Se aplicaron los siguientes tratamientos en fajas (Fig. 13):

- 1) Pastoreo Invernal Restringido (retiro animales 4 semanas antes 1era aplicación glifosato).
 - 2) Pastoreo Invernal Restringido + Subsulado
 - 3) Pastoreo Invernal (retiro de animales la semana previa a la aplicación de glifosato).
 - 4) Pastoreo Invernal + Subsulado
- Número de Bloques: 3 (ladera alta, ladera media y ladera baja), 2 repeticiones/bloque.

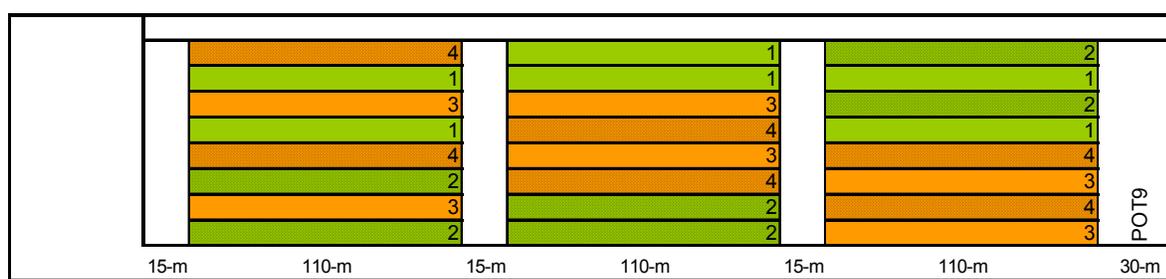


Figura 13. Esquema de una de las chacras de soja conteniendo en tres bloques los 4 tratamientos en fajas.

Al igual que en el cultivo de sorgo, el barbecho comenzó a fines de septiembre, y la siembra se realizó a principios de noviembre, como se detalla en el cuadro 9 donde se muestra el manejo del cultivo.

Cuadro 9. Manejo agronómico del cultivo de soja.

| Fecha | Actividad | Producto | N. comercial | Dosis /ha |
|------------|---------------|-------------|----------------|----------------|
| 26/09/2006 | Pulverización | Glifosato | Rango® | 5 L |
| | | Auxiliar | Hyspray | 250 cc |
| 08/11/2006 | Pulverización | Glifosato | Rango® | 3,3 L |
| | | Auxiliar | Hyspray | 150 cc |
| 09/11/2006 | Subsolado | | | |
| | Siembra | Soja | Rafaela 58 | 75 Kg |
| | | Curasemilla | Draza | 500g/100kg |
| | | Inoculante | | 1,5 |
| | Fertilización | 9-39-15 | Maccio | 130 kg |
| 15/12/2006 | Pulverización | Insecticida | Intrepid | 200 cc |
| | | Glifosato | Rango® | 3 L |
| 09/01/2007 | Pulverización | Insecticida | Intrepid | 120 cc |
| 08/02/2007 | Pulverización | Insecticida | Endosulf + sal | 750 cc + 500gr |
| 06/03/2007 | Pulverización | Insecticida | Engeo | 200 cc |
| | | Fungicida | Bucaner | 500 cc |
| | | Adherente | | 30 cc |
| 20/03/2007 | Pulverización | Insecticida | Engeo | 200 cc |
| | | Fungicida | Bucaner | 500 cc |
| 30/04/2007 | Cosecha | | | |

RESULTADOS

Condiciones Climáticas

La figura 14 muestra el régimen de precipitaciones y evaporación potencial desde el inicio del barbecho durante el ciclo del cultivo y hasta la cosecha. En primer lugar se puede apreciar que la recarga hídrica durante el barbecho fue pobre por la ausencia de precipitaciones en setiembre. Por otro lado, las precipitaciones de fines de octubre y noviembre cubrieron la demanda del cultivo durante las etapas tempranas. Sin embargo, entre V8 y R3 existió un pronunciado déficit hídrico debido a la ausencia de precipitaciones durante el período y a la alta demanda atmosférica que afectó severamente al cultivo en sus etapas críticas. Por último hubo un exceso hídrico al final del ciclo del cultivo, afectando la entrada a cosecha.

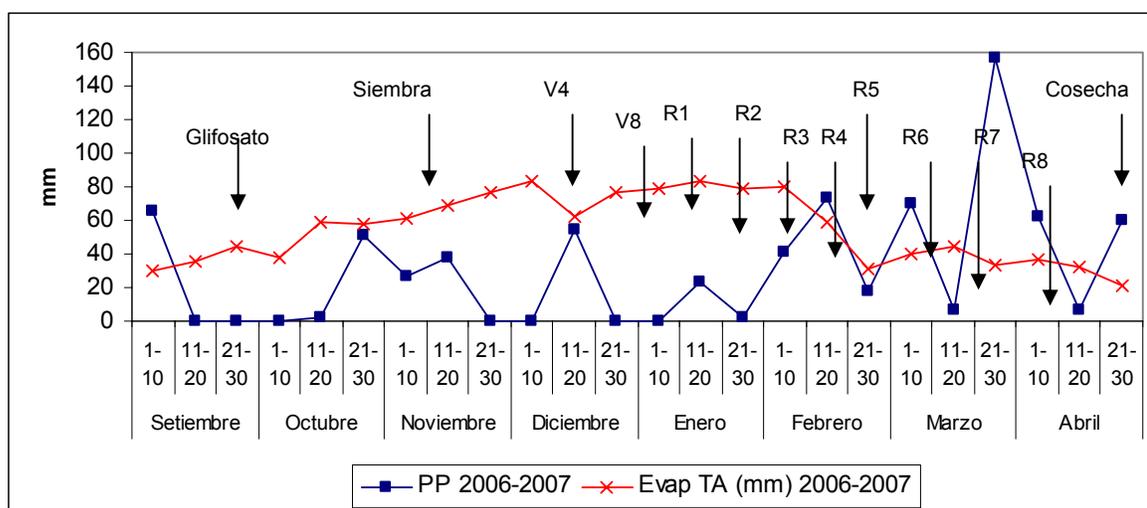


Figura 14. Precipitaciones y evaporación medida en tanque A decadas (mm) desde el inicio del barbecho químico y durante el ciclo del cultivo de soja hasta la cosecha (30 abril 2007).

La escasez de lluvias durante el período crítico tuvo directa incidencia en el contenido de agua del suelo de 0-30 cm que se agotó rápidamente en todos los tratamientos, desde inicios del mes de enero (Figura 15). Los tratamientos con subsolado extrajeron más rápidamente el agua de 15-30 cm, pero no hicieron la diferencia a mayor profundidad, por lo que el cultivo de todas maneras llegó a la etapa reproductiva sin agua disponible en el perfil efectivamente explorado por las raíces.

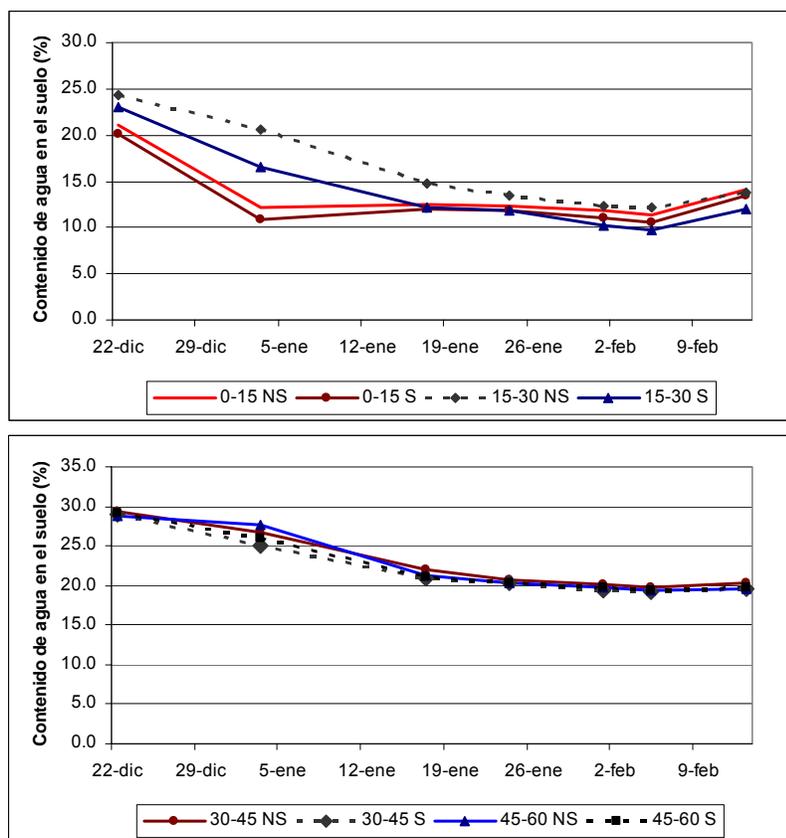


Figura 15. Efecto del subsolado sobre la evolución del contenido de agua del suelo hasta 60 cm de profundidad en intervalos de 15cm (S: subsolado, NS: no subsolado).

Análisis de Suelo

El contenido de fósforo del suelo fue mayor en la intensidad de uso con mayor proporción de cultivos anuales en la rotación debido a una mayor fertilización en la instalación de estos (Cuadro 10). Por otro lado, el potencial de mineralización de nitrógeno (PMN) fue mayor en aquellas rotaciones que incluyen pasturas, debido a una mayor contribución de biomasa de rápida mineralización, reflejándose el largo de la pastura en la cantidad de nitrógeno potencialmente disponible, a mayor tiempo ocupado por la pastura en la rotación, mayor es el aporte de materia orgánica lábil y mayor el nitrógeno mineralizable a partir de ésta.

Cuadro 10. Análisis de suelo (0-15-cm) realizados previamente a la siembra de soja para cada rotación y bloque.

| Bloque | P Citrico (ppm) | | | K (meq/100g) | | | PMN (mg/Kg N-NH ₄) | | |
|--------------|-----------------|------|------|--------------|------|------|--------------------------------|----|----|
| | RL | RC | CC | RL | RC | CC | RL | RC | CC |
| Zona alta | 7,7 | 14,4 | 17,1 | 0,21 | 0,24 | 0,23 | 27 | 26 | 14 |
| Ladera media | 11,1 | 10,6 | 19,8 | 0,25 | 0,26 | 0,25 | 42 | 18 | 23 |
| Ladera baja | 11,8 | 8,7 | 19,9 | 0,25 | 0,21 | 0,23 | 25 | 27 | 24 |

Nivel de Rastrojo

Se generaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.0001$) en la masa de rastrojo en superficie al momento de aplicar el glifosato para el inicio del barbecho (Cuadro 11). Las fajas pastoreadas hasta la semana previa a la aplicación del glifosato dejaron una masa de rastrojo sobre el suelo 16% inferior a la obtenida en el tratamiento que se dejó de pastorear un mes antes de la aplicación. La masa de rastrojo también fue afectado por la intensidad de uso del suelo ($p < 0.0001$). La chacra sobre la rotación corta dejó un 11% y un 7% más de rastrojo comparada con la chacra sobre la rotación larga y la de cultivo continuo respectivamente.

Cuadro 11. Efecto de la intensidad de uso del suelo medida como la proporción de pasturas plurianuales en la rotación (Corta: 2 años, Larga: 4 años, Cultivos Continuos) sobre la masa de rastrojo (kg/ha de MS) al inicio del barbecho químico según manejo de pastoreo previo.

| TRATAMIENTO | Rotación | | | Promedio |
|-------------------------|--------------------|--------|----------|----------|
| | Larga | Corta | Continuo | |
| | kg/ha de MS | | | |
| No Pastoreado | 2761 a | 3176 a | 2953 a | 2963 a |
| No Pastoreado Subsulado | 2802 a | 3261 a | 3009 a | 3024 a |
| Pastoreado | 2483 b | 2636 b | 2458 b | 2526 b |
| Pastoreado Subsulado | 2464 b | 2632 b | 2488 b | 2528 b |
| Promedio | 2628 C | 2926 A | 2727 B | |

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma la fila no difieren significativamente con $p = 0.05$

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con $p = 0.05$

Stand de Plantas

No se observaron diferencias significativas en el stand de plantas por efecto del manejo del pastoreo previo o por el subsulado, obteniéndose una población promedio de 292.000 plantas/ha. Tampoco se observaron diferencias entre bloques ubicados en diferentes posiciones topográficas. Sin embargo, hubo una clara tendencia ($p < 0.06$) de poca relevancia agronómica a obtenerse un mejor stand de plantas (5%) en la chacra de cultivos continuos comparada con la de la rotación larga (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de la intensidad de uso del suelo medida como la proporción de pasturas plurianuales en la rotación (Corta: 2 años, Larga: 4 años, Cultivos Continuos) sobre la población de plantas logradas en el cultivo soja.

| Rotación | Población (pl/m ²) |
|------------------|--------------------------------|
| Cultivo continuo | 30.0 a |
| Rotación corta | 29.1 ab |
| Rotación larga | 28.6 b |

Valores seguidos por una misma letra no difieren significativamente con $p = 0.05$

Altura de Planta

El crecimiento del cultivo en la zona baja fue mayor comparado con las otras posiciones topográficas. El uso del subsolado incrementó algo la altura de planta aunque no en todas las posiciones topográficas. Por otra parte, su efecto en el crecimiento del cultivo tendió a ser mayor en la rotación larga y en cultivo continuo, que podrían considerarse fuesen las dos situaciones con problemas físicos de suelo (Figura 16).

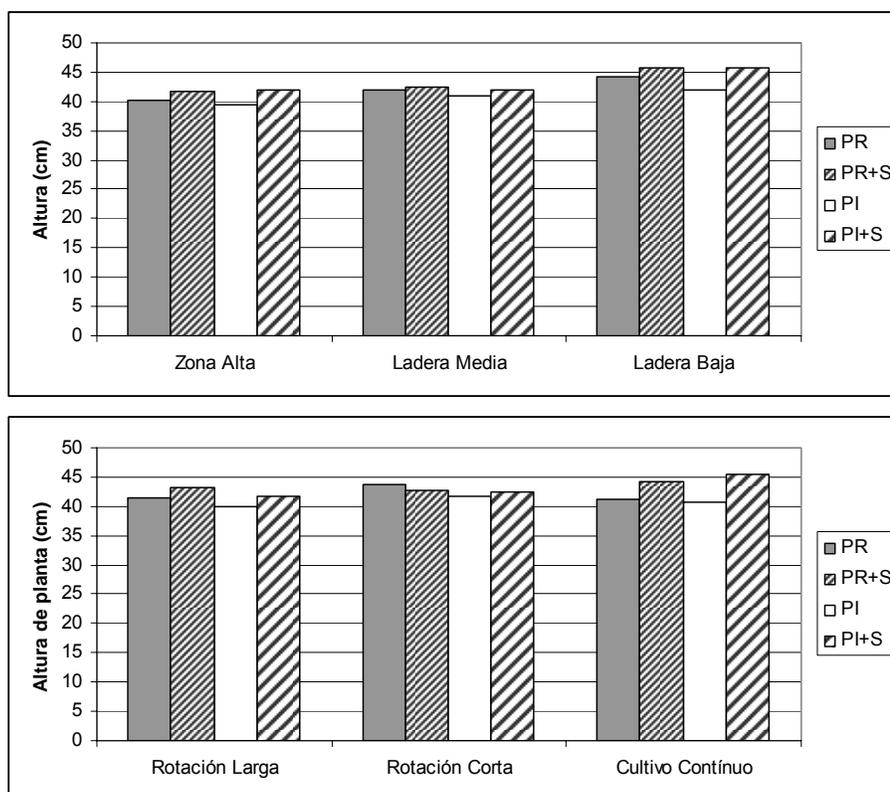


Figura 16. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) y posición topográfica sobre la altura de planta en plena floración (R2), en función del uso o no del subsolado y de la intensidad de pastoreo invernal

Rendimiento de Grano

Al igual que lo observado en estas chacras con el cultivo de sorgo en la zafra pasada (Terra y Roel, 2006), el mayor rendimiento de grano de soja fue obtenido sobre cultivo continuo y el menor sobre la rotación que incluye praderas de larga duración. El rendimiento de grano de soja en cultivo continuo fue 34% y 7% mayor que el obtenido en las rotaciones que incluyen pasturas de larga y corta duración respectivamente. (Cuadro 14) Al igual que lo observado en el cultivo de sorgo en las dos últimas zafras, no se encontraron efectos significativos del uso de subsolado o manejo de la intensidad de pastoreo en invierno sobre el rendimiento de grano del cultivo de soja.

Cuadro 14. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) sobre el rendimiento de grano de soja, según intensidad de pastoreo invernal y el uso o no de subsolado.

| TRATAMIENTO | ROTACIÓN | | | Media |
|-------------------------|----------|---------|---------|-------|
| | Continuo | R Corta | R Larga | |
| | kg/ha | | | |
| No Pastoreado | 2389 | 2171 | 1764 | 2108 |
| No Pastoreado Subsulado | 2129 | 2157 | 1630 | 1972 |
| Pastoreado | 2342 | 2060 | 1715 | 2039 |
| Pastoreado Subsulado | 2126 | 1995 | 1592 | 1904 |
| Media | 2247 a | 2095 b | 1675 c | |

Valores seguidos por la misma letra en la fila no difieren significativamente ($p=0.05$)

Estas diferencias en rendimiento favorables a rotaciones con mayor intensidad de uso del suelo, se observaron consistentemente en los ensayos de soja de las últimas tres zafras en la UEPP (Cuadro 15). En la zafra 2004-2005 el rendimiento de soja sobre cultivo continuo fue 38% superior al obtenido sobre la rotación con pasturas de corta duración. En la zafra 2005-2006 el rendimiento de soja sobre la rotación corta fue un 30 % mayor que la correspondiente a la rotación larga.

Cuadro 15. Efecto de la intensidad de uso del suelo (rotación) sobre el rendimiento de soja de las últimas tres zafras en la UEPP.

| ZAFRA | ROTACIÓN | | |
|-----------|----------|--------|--------|
| | Continuo | Corta | Larga |
| | kg/ha | | |
| 2004-2005 | 1868 a | 1417 b | --- |
| 2005-2006 | --- | 2367 a | 1820 b |
| 2006-2007 | 2233 a | 2051 b | 1568 c |

Valores seguidos por la misma letra en la fila no difieren significativamente ($p=0.05$)

CONSIDERACIONES FINALES

Hasta el momento la integración de estos cultivos en sistemas de rotación que incluyan pasturas de larga duración no parece ser una ventaja productiva, al menos en el corto plazo, a pesar de haberse constatado una mejor calidad de suelo en estos sistemas (Terra *et al.*, 2006). Cabe señalar que estos resultados fueron obtenidos con una rotación de cultivo continuo que incluye una alta proporción de cultivos de la producción de alta producción de biomasa como rastrojo que se devuelve al sistema y con cobertura permanente en invierno

Por otro lado el uso de prácticas de manejo que maximicen la disponibilidad de agua para el cultivo y que minimicen los posibles efectos negativos del pastoreo, no han tenido efectos sobre la productividad de ninguno de los dos cultivos estudiados en las últimas dos zafras.

REFERENCIAS

DIEA. 2006. Encuesta Agrícola "Primavera 2006"

Novoa, R; Villagrán N. 2002. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. Agricultura técnica (Chile) 62(1):166 -171.

Terra, J. y A. Roel. 2006. Impacto de la intensidad de uso del suelo y variabilidad espacial del terreno sobre los cultivos de sorgo a escala de chacra en lomadas del este. En: Cultivos de verano UEPP. Serie actividades de difusión n 461.

Terra, J.; García-Prechac, F.; salvo, L.; Hernández, J. 2006. Soil use intensity impact on total and particulate soil organic matter in no-till crop-pasture rotations under direct grazing. Advances in Geoecology 38:233-241.

Vanderlip R. L., 1993. How a sorgum plants develops. Agronomy department, Kansas. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Contribution N°1203.

FORRAJERAS DE VERANO

EFFECTO DE LA CARGA ANIMAL EN LA PERFORMANCE DE CORDEROS CRUZA TEXEL PASTOREANDO *Lotus corniculatus* DURANTE EL VERANO

Resultados Preliminares

Walter Ayala¹, Raúl Bermúdez², Ethel Barrios³

INTRODUCCIÓN

Una de las alternativas forrajeras que puede llegar a realizar aportes considerables durante el período estival, tanto para el engorde como para la recría de corderos, es el *Lotus corniculatus*. Se adapta a un amplio rango de suelos, en particular ácidos, poco fértiles, secos o de drenaje pobre (Douglas y Foote, 1993). Se puede considerar como una especie con un buen potencial de producción de forraje primavera-estivo-otoñal y un valor nutritivo destacable como consecuencia de la presencia de taninos condensados. En breve se puede decir que la mayor producción ocurre en primer término en primavera y luego en verano (Rebuffo, 1991). Esta especie es sensible a la intensidad y frecuencia de los pastoreos, viéndose favorecida con pastoreos controlados. Los efectos de la intensidad de defoliación a través del tiempo se traducen en una reducción del tamaño de las coronas de las plantas, masa de raíces, diámetro de la raíz y carbohidratos de reserva, lo cual contribuye a afectar tanto la productividad como la persistencia de la especie (Ayala, 2001). Se hace pertinente profundizar en su evaluación como alternativa forrajera de verano en un enfoque de uso estratégico y especializado, que posibilite optimizar la etapa de recría y/o la terminación temprana de corderos.

El objetivo específico de este trabajo consiste en evaluar el efecto de la carga animal en la performance de corderos de la raza cruce Texel pastoreando *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco durante el período estival.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Unidad Experimental "Palo a Pique", de INIA Treinta y Tres, sobre un argisol subeútrico de la unidad de suelos Alférez, por un período de 97 días entre el 26/12/06 y el 2/04/07. Se utilizó un potrero de 1.46 ha de *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco, sembrado en 2002 y resemeado en mayo de 2006 a razón de 8 kg/ha y fertilizado anualmente con 60 unidades de P₂O₅ de fosforita natural. Se evaluó el efecto de la carga animal (10, 20 y 30 an/ha) en la performance de corderos cruce Texel nacidos en la primavera 2006 y que al comienzo de la evaluación registraban un peso de 25.1±2.0 kg/an, utilizando un diseño en bloques al azar con dos repeticiones. Se manejaron 4 animales por repetición ajustando la carga en función del área de pastoreo. El sistema de pastoreo empleado fue rotativo de tres parcelas con tiempos de ocupación y descanso de 10 y 20 días respectivamente, totalizando en el período experimental tres ciclos de pastoreos (Ciclo 1: 26/12-30/01, Ciclo 2: 30/01-2/03, Ciclo 3: 2/03-2/04). En la pastura se

¹ Ing. Agr., Ph.D. Director Programa Nacional Pasturas y Forrajes

² Ing. Agr. M.Phil Programa Pasturas y Forrajes

³ Téc. en Sistemas Intensivos de Producción Animal, Programa Pasturas y Forrajes

Cuadro 3. Evaluación de calidad, tipificación y valorización de canales de corderos cruza Texel sobre *Lotus corniculatus* manejados con diferentes cargas durante el verano.

| | Carga animal (an/ha) | | | Probabilidad |
|---|----------------------|---------|--------|--------------|
| | 10 | 20 | 30 | |
| Calidad de canal (pos morten) | | | | |
| Peso vivo prefaena (kg/an) ¹ | 39.7 a | 38.2 a | 32.8 b | * |
| Peso canal caliente (kg/an) | 19.9 a | 18.4 a | 16.0 b | * |
| Peso canal fría (kg/an) | 19.5 a | 17.7 ab | 16.2 b | * |
| GR (mm) | 17.1 a | 13.4 ab | 9.2 b | * |
| Rendimiento (%) | 50.9 | 50.3 | 50.8 | ns |
| Pierna sin hueso (kg) | 2.00 | 1.85 | 1.77 | ns |
| Frenched rack (kg) | 0.46 | 0.44 | 0.38 | ns |
| Tipificación de canales | | | | |
| Conformación | | | | |
| S | 50 | 12.5 | 0 | -- |
| P | 50 | 87.5 | 100 | -- |
| M | 0 | 0 | 0 | -- |
| I | 0 | 0 | 0 | -- |
| Terminación | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | -- |
| 1 | 37.5 | 62.5 | 100 | -- |
| 2 | 62.5 | 37.5 | 0 | -- |
| Valorización del producto | | | | |
| Peso carcasa caliente ≥ 16.4 kg (%) ² | 100 | 100 | 17 | -- |
| Pierna sin hueso (%) ³ | 75 | 100 | 80 | -- |
| Frenched rack (%) ⁴ | 75 | 71 | 40 | -- |

¹a y b = medias con letras distintas en una misma fila son significativamente diferentes entre sí (P<0.05, **=P<0.01, ns= diferencia estadísticamente no significativa y -- = sin estadística.

²Proporción de canales que poseen un peso igual o superior a 16.4 kg.

³Proporción de piernas que se clasifican en un rango de peso de 1.6 a 2.2 kg.

⁴Proporción de frenched rack que se clasifican en un rango de peso de 0.40 a 0.65 kg.

CONCLUSIONES

Se destaca el comportamiento del *Lotus corniculatus* como forrajera para las condiciones registradas durante el verano. Se logró la terminación de animales que proveen un producto de calidad en un momento particular del año, lo que avizora un importante potencial cuando se utilizan biotipos más carniceros. Los niveles de performance individual, productividad y calidad del producto generado permiten establecer que la carga de 20 an/ha fue la que permitió los mejores resultados. Sin embargo, es imprescindible ver los efectos de las prácticas de manejo en el largo plazo y en particular su repercusión en la sobrevivencia de plantas durante el invierno y en el crecimiento primaveral del lotus a los efectos de alcanzar recomendaciones más consistentes.

tomaron determinaciones de: forraje disponible, remanente post pastoreo, altura, determinación de materia seca, composición botánica y valor nutritivo. Los animales se pesaron al inicio del ensayo y luego cada 10 días, coincidiendo con el cambio de parcelas. Al final de la evaluación se faenaron los animales realizándose determinaciones de calidad de carne pos morten (peso canal caliente y fría, GR, rendimiento, pierna sin hueso y frenched rack así como la tipificación de las canales: conformación y terminación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Producción de forraje

El forraje disponible al inicio del ensayo, se situó en los 3520 kg/ha de MS en promedio, con una contribución del lotus del 78%. Durante el primer ciclo de pastoreo no se registraron diferencias en el promedio de los niveles de oferta, altura, contribución de lotus, relación hoja/tallo y relación verde/seco del disponible (Cuadro 1). Se destaca el estado de la pastura (>70% de lotus, >20 cm de altura, alta proporción de tallos y baja proporción de restos secos).

Luego de los pastoreos del primer ciclo, se determinaron diferencias en el forraje remanente como consecuencia de la diferente intensidad de los mismos, disminuyendo la cantidad de forraje, la altura y la proporción de lotus con el incremento de la carga. Asimismo, se incrementa aún más la proporción de tallos sobre la de hojas y disminuye la relación verde/seco lo que muestra la capacidad selectiva de los corderos.

Para el segundo ciclo de pastoreo, se arrastran las diferencias encontradas en los remanentes del primer ciclo, sumado a los efectos climáticos registrados que redujeron el crecimiento y las relaciones hoja/tallo y verde/seco (Cuadro 1), lo cual se agudiza con el aumento de carga.

Para el tercer ciclo, las lluvias permitieron una mejora en los niveles de disponibilidad, y en los parámetros relacionados a la calidad de la pastura como son las relaciones hoja/tallo y verde/seco. Se detectó una pérdida de forraje en general para todos los tratamientos entre el forraje remanente del segundo ciclo y el disponible del tercer ciclo, diferencias que consideradas en el total, que incluye el crecimiento del período, determinaron una reducción de los disponibles del tercer ciclo del 31% en relación a los remanentes previos. Referido a la disponibilidad, se detectaron diferencias significativas ($P < 0.01$), con el tratamiento de 30 an/ha teniendo significativamente la menor disponibilidad. Para la altura del forraje se observan diferencias significativas ($P < 0.01$), que reflejan el efecto acumulado de los ciclos de pastoreo previos, donde la altura disminuyó a medida que aumentó la carga (10>20>30 an/ha). Si bien en la composición porcentual dentro de la pastura no se registran diferencias en la contribución del lotus, en términos absolutos se observa el mismo patrón descrito previamente para altura. Las relaciones hoja/tallo y verde seco del disponible no fueron afectadas por la carga (Cuadro 1). Para el forraje remanente final y la altura del mismo se mantienen las diferencias observadas en el forraje disponible. Vale destacar las diferencias estadísticas registradas en la relación hoja/tallo del remanente, la cual se incrementa para las cargas más bajas y que sin duda tiene implicancias en la capacidad de rebrote de la pastura.

Cuadro 1. Resultados promedio de la pastura para cada uno de los tres ciclos de pastoreo en términos de disponibilidad, altura, relación hoja/tallo y verde/seco.

| | Variables | Carga an/ha | | | Probabilidad |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------|--------|--------|--------------|
| | | 10 | 20 | 30 | |
| Ciclo 1 | Forraje disponible (kg/ha MS) | 3945 | 3523 | 4028 | ns |
| | Altura disponible (cm) | 25 | 22 | 24 | ns |
| | Lotus disponible (%) | 81 | 74 | 71 | ns |
| | Relación hoja/tallo disponible | 0.6 | 0.6 | 0.6 | ns |
| | Relación verde/seco disponible | 6.1 | 4.1 | 2.5 | ns |
| | Forraje remanente (kg/ha MS) | 3347 a | 2264 a | 2238 b | ** |
| | Altura remanente (cm.) | 21 a | 18 ab | 14 b | * |
| | Lotus remanente (%) | 77 a | 60 b | 65 ab | * |
| | Relación hoja/tallo remanente | 0.3 ab | 0.4 a | 0.1 b | * |
| Relación verde/seco remanente | 4.1 a | 1.8 b | 1.0 b | ** | |
| Ciclo 2 | Forraje disponible (kg/ha MS) | 3901 a | 3680 a | 2571 b | ** |
| | Altura disponible (cm) | 27 a | 24 b | 20 c | ** |
| | Lotus disponible (%) | 51 | 48 | 44 | ns |
| | Relación hoja/tallo disponible | 0.2 | 0.2 | 0.1 | ns |
| | Relación verde/seco disponible | 1.3 | 1.0 | 0.9 | ns |
| | Forraje remanente (kg/ha MS) | 3853 a | 2658 b | 1932 b | ** |
| | Altura remanente (cm.) | 18 a | 13 b | 8 c | ** |
| | Lotus remanente (%) | 46 a | 25 b | 31 ab | * |
| | Relación hoja/tallo remanente | 0.2 | 0.1 | 0.03 | ns |
| Relación verde/seco remanente | 0.9 a | 0.3 b | 0.2 b | ** | |
| Ciclo 3 | Forraje disponible (kg/ha MS) | 2446 a | 2031 a | 1371 b | ** |
| | Altura disponible (cm) | 22 a | 19 b | 15 c | ** |
| | Lotus disponible (%) | 74 | 62 | 60 | ns |
| | Relación hoja/tallo disponible | 0.8 | 1.2 | 1.1 | ns |
| | Relación verde/seco disponible | 3.8 | 2.0 | 1.7 | ns |
| | Forraje remanente (kg/ha MS) | 2057 a | 1708 a | 1060 b | ** |
| | Altura remanente (cm.) | 16 a | 11 b | 8 c | ** |
| | Lotus remanente (%) | 75 | 49 | 72 | ns |
| | Relación hoja/tallo remanente | 0.5 a | 0.2 b | 0.1 b | * |
| Relación verde/seco remanente | 439 | 180 | 196 | ns | |

a b y c = medias con letras distintas en una misma fila son significativamente diferentes entre sí (P<0.05, **=P<0.01, ns= diferencia estadísticamente no significativa).

2. Performance individual y producción de peso vivo

Las ganancias diarias de los corderos durante el primer ciclo no fueron afectadas por la carga, alcanzando para el promedio de los tratamientos 0.191 kg/an/día (Cuadro 2). Para el segundo ciclo, la performance individual en todos los casos se vio resentida sustancialmente, detectándose diferencias significativas entre cargas (P<0.01). Las cargas de 10 y 20 an/ha no se diferenciaron entre sí, totalizando un promedio de 0.074 kg/an/día y superaron significativamente a la carga de 30 an/ha que registró pérdidas de 0.046 kg/an/día. Para el tercer ciclo, las ganancias diarias se incrementaron en todos los casos y nuevamente se detectaron diferencias estadísticas (P<0.05), donde las cargas de 10 y 20 an/ha superaron a la de 30 an/ha. Para el total del período evaluado, se detectaron diferencias significativas entre las cargas (P<0.01), con diferencias para el promedio de 10 y 20 an/ha respecto a la de 30 an/ha de 51%.

Cuadro 2. Ganancias medias diarias (kg/an/día) y producción física (kg/ha) para cada ciclo de pastoreo y totales al final del período experimental de corderos cruza Texel pastoreando Lotus corniculatus durante el verano.

| Carga (an/ha) | Ganancias diarias (kg/an/día) | | | | Producción (kg/ha) | | | |
|----------------|-------------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|---------|---------|---------------|
| | Ciclo 1 | Ciclo 2 | Ciclo 3 | Total Período | Ciclo 1 | Ciclo 2 | Ciclo 3 | Total Período |
| 10 | 0.208 | 0.083 a | 0.158 a | 0.152 a | 73 c | 26 a | 49 | 147 c |
| 20 | 0.171 | 0.065 a | 0.165 a | 0.135 a | 120 b | 41 a | 103 | 263 a |
| 30 | 0.193 | - 0.046 b | 0.051 b | 0.071 b | 202 a | - 43 b | 48 | 206 b |
| Probab. | ns | ** | * | ** | ** | ** | ns | * |

a b y c= medias con letras distintas en una misma columna son significativamente diferentes entre sí (P<0.05, **=P<0.01, ns= diferencia estadísticamente no significativa)

La producción de peso vivo/ha en el primer ciclo se incrementó significativamente al aumentar la carga (P<0.01), mientras que en el segundo ciclo las diferencias registradas (P<0.01) fueron a favor de 10 y 20 an/ha respecto a la carga de 30 an/ha. En el tercer ciclo no se detectaron diferencias entre las cargas. Para el total del período considerado se registraron diferencias significativas (P<0.05) entre cargas, lográndose la máxima producción para el tratamiento de 20 an/ha con 263 kg/ha (Cuadro 2).

3. Calidad de canal

Los resultados en la planta de faena continuaron reflejando las diferencias registradas entre grupos al final del período experimental, con diferencias en los pesos vivos pre-faena (P<0.05), peso canal caliente (P<0.05), peso canal fría (P<0.05) y GR (P<0.05) (Cuadro 3). Para todas las variables mencionadas, no se diferenciaron los tratamientos de 10 y 20 an/ha entre sí, aunque el tratamiento de carga alta (30 an/ha) fue el que presentó significativamente valores menores.

Con respecto al rendimiento de las canales, todos los animales se comportaron de igual manera, independientemente del tratamiento al que pertenecían, alcanzando un rendimiento promedio de 50.7%.

La proporción de carcasas con pesos superiores a los 16.4 kg alcanzó el 100% de los tratamientos de 10 y 20 an/ha, aunque por el contrario sólo llegó al 17% en el tratamiento de 30 an/ha.

El peso del corte de pierna sin hueso no difirió entre las cargas, estando como mínimo dentro de los estándares requeridos para cordero pesado en el 75% de los animales evaluados. El peso del corte frenched rack no fue afectado por efecto de la carga, aunque se observaron diferencias en la proporción de animales que alcanzaron el rango definido por el estándar, siendo en particular afectada la carga alta donde solo en el 40% de los animales alcanzó los estándares definidos.

La conformación de las canales producidas mostró que el 100% de las mismas, independientemente de los tratamientos, presentaba conformación buena o superior (P y S). En cuanto a la terminación, no se registraron carcasas con grado de terminación insuficiente. Por otra parte, se registró un 62.5 y un 37.5% de carcasas con exceso de cobertura de grasa en las cargas de 10 y 20 an/ha respectivamente (Cuadro 3).

REFERENCIAS

- Ayala, W. 2001. Defoliation management of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus L.*). Thesis PhD. Massey University. 228 p.
- Douglas, G.B.; Foote, A.G. 1993. Growth of sheep's burnet and two dryland legumes under periodic mob – stocking with sheep. In: New Zealand Journal of Agricultural Research 36: 393- 937.
- Rebuffo, M. 1991. Lotus en el Uruguay. 1er Simposio Argentino del Género Lotus. INTEC II. Chascomús. Buenos Aires. pp 43-44.

AGRADECIMIENTOS

A la Sociedad de Criadores de Texel, y en particular a sus integrantes Norberto Paiva, Raúl Rosa, Norman Martin, Jacqueline Booth y José Lucas por el aporte de los animales a la evaluación.

Al Frigorífico San Jacinto.

A los técnicos del Programa Carne y Lana de INIA Tacuarembó Roberto San Julián, Santiago Luzardo y Carolina Silveira, por su asistencia en las evaluaciones a nivel de planta frigorífica.

UTILIZACIÓN DE “BRASSICAS” (NABOS FORRAJEROS) EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS DE DESTETE ANTICIPADO

Resultados preliminares

Walter Ayala¹, José Ignacio Velazco², Raúl Bermúdez³, Ethel Barrios⁴

INTRODUCCIÓN

Durante el período estival existen escasas alternativas forrajeras que realicen aportes en cantidad y calidad a los efectos de mejorar y estabilizar el desempeño animal. En Uruguay, existe una limitada experiencia en el uso estratégico de nabos forrajeros para la alimentación estival tanto en vacunos como ovinos. Sin embargo, son cultivados en muchos países con el objetivo de proveer forraje que permita complementar las pasturas durante períodos críticos cuando el aporte de las mismas se ve reducido. Se plantea la opción de estudiar la adaptabilidad y productividad de los nabos forrajeros, así como valorar su potencial para la alimentación de terneros destetados anticipadamente. La dieta de los terneros de destete anticipado debe asegurar, en una ingesta acotada por la capacidad de consumo, una alta concentración de nutrientes a fin de cubrir los requerimientos animales. La concentración energética no deberá ser inferior a 2.60 MCal/kg de MS y la proteína deberá rondar el 16% (NRC, 1988). Los nabos forrajeros constituyen un alimento de excelente calidad para los rumiantes, con alta digestibilidad (> 85%) y alta concentración de energía metabolizable (2.75-3.22 MCal/kg MS). Se caracterizan por poseer bajos niveles de fibra detergente neutro (FDN < 18%) y valores moderados de proteína cruda (PC 12-20%) (Garret *et al.*, 2000). En la medida que provee un forraje de alta digestibilidad y bajo contenido de materia seca, pueden provocar en los animales desórdenes alimenticios, los cuales pueden ser corregidos con la inclusión adicional de fibra (Reid *et al.*, 1994).

El objetivo del trabajo consistió en evaluar la performance de terneros de destete anticipado durante el período estival pastoreando nabos forrajeros, complementado o no con la utilización de un suplemento proteico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en INIA Treinta y Tres, sobre un argisol subeútrico de la unidad de suelos Alférez, de fertilidad moderada, con bajo nivel de fósforo y pH ácido (5.4). Se utilizó un pastura de nabo forrajero del tipo “Forage rape” cv. Goliath, sembrada el 23 de noviembre de 2006 a una densidad de 3.5 kg/ha y fertilizada a la siembra con 150 kg/ha de fosfato de amonio (NPK 18-46/46-0). Posteriormente, en dos oportunidades luego de cada ciclo de pastoreo, se refertilizó con 50 kg/ha de urea (NPK 46-0-0). Fueron utilizados 16 terneros Aberdeen Angus*Hereford, con una edad promedio de 89±15 días y un peso promedio de 102.7 ± 6.0 kg/an al destete. Se destetaron a corral durante 10 días

¹ Ing. Agr., Ph.D. Director Programa Nacional Pasturas y Forrajes

² Ing. Agr., Programa Producción de Carne y Lana

³ Ing. Agr. M.Phil Programa Pasturas y Forrajes

⁴ Téc. en Sistemas Intensivos de Producción Animal, Programa Pasturas y Forrajes

(05/01/07-16/01/07), donde se alimentaban en base a un concentrado proteico (18% PC) a razón de 1 kg/an/día, fardo de alfalfa, agua y sombra. Posteriormente fueron asignados a 2 tratamientos de alimentación sobre nabos forrajeros (con y sin suplemento, en base a un concentrado de 16% PC) y 1 kg/an/día de fardo de pradera, a razón de 11 terneros/ha.

Durante los primeros 18 días (16/01/07-2/02/07), los animales “sin suplemento” (S/S) recibieron a modo de facilitar el acostumbramiento a la pastura, concentrado de 16% PC, el cual se retiró de forma gradual; mientras que los animales del tratamiento “con suplemento” (C/S) mantuvieron el consumo de 1 kg/an/día del mismo concentrado (período de acostumbramiento a campo) alcanzando niveles de consumo en el período de 10.35 (desde 1 a 0 kg/an/día, en los primeros 13 días) y 18.00 kg/an para ambos grupos. El período experimental se extendió por 56 días entre el 2/02/07-30/03/07. El sistema de pastoreo fue alterno de dos parcelas con cambios cada 14 días. El diseño experimental fue en bloques al azar con dos repeticiones utilizando 4 animales en cada una. En la pastura se tomaron determinaciones de: forraje ofrecido, forraje remanente post pastoreo, altura del forraje, composición botánica y relación hoja/tallo. Los animales se pesaron cada 14 días, en la mañana sin ayuno previo. El análisis de las ganancias diarias se realizó en base a un modelo de tipo lineal, donde $y = a + bx$, teniéndose en cuenta todas las pesadas realizadas en el período.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones en el período noviembre-marzo totalizaron 616 mm, considerado normal para la serie histórica disponible de la Unidad Experimental Palo a Pique (1991-2007, Agroclimatología, INIA Treinta y Tres). Se registraron deficiencias hídricas en los estadios iniciales del cultivo (diciembre-enero), lo cual afectó su instalación, aunque la especie mostró un alto potencial de crecimiento.

Destete a corral. Durante el destete a corral, el grupo de animales realizó ganancias diarias de 0.087 ± 0.291 kg/an/día, alcanzando un peso vivo al final del período de 103.6 ± 7.1 kg/an.

Acostumbramiento a campo. El forraje acumulado a los 54 días post siembra, momento de inicio del pastoreo (16/01/07), fue de 3.4 ± 1.3 t/ha de MS, con una altura promedio de 41 ± 8 cm y un porcentaje de materia seca de 17.7%. La composición de la pastura era de 67.6% de nabo forrajero, 17.7% de gramíneas, 14.1% de restos secos y 0.6% de malezas. En ese estadio de desarrollo, la relación hoja/tallo era de 1.4/1. En esta fase se llevó a cabo el acostumbramiento a la pastura, conjuntamente con la reducción gradual del nivel de suplemento al grupo no suplementado. Esta reducción alcanzó, al final del período diferencias en el total del suplemento ofrecido del orden de 42.5%. No se determinaron diferencias significativas en el peso vivo ni en la ganancia diaria de los animales (PV2 y GDM1, Cuadro 1).

Período experimental. La disponibilidad inicial acumulada desde la siembra al 2/02/07, fue de 5.8 ± 2.6 t/ha de MS, con una altura promedio de 37 ± 5 cm y un porcentaje de materia seca de 26.6%. La composición de la pastura fue de 75.2% de nabo forrajero, 9.9% de gramíneas, 14.0% de restos secos y 0.2% de malezas. En ese estadio de desarrollo, la relación hoja/tallo era de 1/1. En base a que el consumo que realizaban los animales era mayoritariamente de la fracción hoja, el nivel de asignación de forraje promedio (en base a la fracción hoja) para todo el período resultó de 17.7 kg/an/día de MS. En este período

se registraron diferencias significativas en la ganancia diaria de los animales (GDM2, Cuadro 1), la cual varió desde 0.479 ± 0.181 kg/an/día para los animales no suplementados hasta 0.835 ± 0.159 kg/an/día para los suplementados. Se pueden citar como valores de referencia las ganancias diarias que reportaron Simeone y Berreta (2002) en sistemas de destete precoz sobre pasturas mejoradas (*Lotus corniculatus*), donde se obtuvieron ganancias de 0.553 kg/an/día y 0.243 kg/an/día en lotes de terneros con y sin suplemento proteico respectivamente. El peso final de los terneros (PV3, Cuadro 1) no mostró diferencias significativas entre los grupos suplementados y no suplementados, aunque se registró una tendencia ($P=0.074$) a favor de los animales suplementados lo que determinó diferencias en los pesos finales promedio de los terneros de 16.1 kg/an. Al final del período experimental la cantidad de forraje remanente en el tratamiento no suplementado fue de 4.1 ± 1.3 t/ha de MS, con una altura de 44 ± 8 cm, una proporción de 93.3% de nabo forrajero, 4.7% de restos secos y 2.0% de malezas. Por su parte, la pastura suplementada presentó un forraje remanente al final del período de 4.6 ± 1.6 t/ha de MS, con una altura de 43 ± 2 cm, una proporción de 77.7% de nabo forrajero, 6.3% de restos secos y 16.0% de malezas. La relación hoja/tallo al final del período experimental fue de 0.7/1 y 0.9/1 para el tratamiento sin suplementar y suplementado respectivamente. En general se observó la necesidad de un período de acostumbramiento a la pastura para alcanzar adecuados niveles de consumo (acostumbramiento a campo por 12 días), cuya extensión estuvo asociada directamente a la cantidad de gramíneas presente en la pastura y al nivel de suplemento ofrecido. Este período se puede extender por 3-4 semanas en ausencia de suplementación con fibra (Muir *et al.*, 1995). Asimismo se registró un orden de preferencia en los alimentos ofertados: suplemento proteico > gramíneas > nabo forrajero > fardo, reflejado en los niveles finales de forraje remanente en ambos tratamientos. En base a las condiciones de crecimiento del cultivo al final de ciclo consecuencia del régimen pluviométrico y a la asignación de forraje promedio utilizada, sería posible incrementar la dotación dado que los niveles de oferta manejados (66.5 kg/an/día de MV) resultan extremadamente altos frente a la capacidad de consumo de un rumiante en desarrollo. Por otra parte, la ingesta de las gramíneas anuales presentes en el cultivo (principalmente *Setaria* spp.) así como el consumo de fardo permitieron alcanzar un adecuado consumo de fibra “efectiva”, sin manifestación de trastornos digestivos visibles. Según Garret *et al.* (2000), la ingesta de fibra contribuye a estimular la producción y flujo de saliva, mantener el pH ruminal dentro de los límites apropiados para la actividad microbiana, reducir los riesgos de acidosis y la tasa de pasaje, aumentando así la absorción de nutrientes. A su vez actúan diluyendo la concentración de compuestos anti-nutricionales presentes en los nabos forrajeros.

Cuadro 1. Peso vivo de los animales (kg/an) al inicio, al final del acostumbramiento a campo y al final del período experimental, ganancias diarias medias (kg/an/día) durante el acostumbramiento a campo, durante al período experimental y acumuladas, producción física (kg y kg/ha).

| Variables (Fecha y período) | Animales S/S | Animales C/S | Significancia (P) |
|--|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| PV1 (16/01/07) | 103.3 | 104.0 | ns |
| PV2 (2/02/07) | 111.7 | 110.4 | ns |
| PV3 (30/03/07) | 141.1 | 157.2 | ns |
| GDM1 (16/01/07-2/02/07) | 0.498 | 0.379 | ns |
| GDM2 (2/02/07-30/03/07) | 0.479 | 0.835 | ** |
| GDM3 (16/01/07-30/03/07) | 0.491 | 0.729 | * |
| P1 (05/01/07-16/01/07) | 10.0 | 10.0 | -- |
| P2 (16/01/07-2/02/07) | 92.4 | 70.4 | ns |
| P3 (2/02/07-30/03/07) | 323.4 | 514.8 | ns |
| P4 (5/01/07-30/03/07) | 422.4 | 599.5 | ns |

* P< 0.05; ** P<0.01; ns = no significativo

ANÁLISIS ECONÓMICO

El margen bruto sirve para realizar comparaciones económicas de distintas actividades o de variaciones dentro de una misma actividad siempre y cuando no se cambie el tamaño de la empresa o la estructura del campo (Fertig *et al.*, 2006).

Se presenta a continuación la comparación económica de las alternativas ensayadas durante el verano 2007 para la alimentación de terneros de destete anticipado sobre nabos forrajeros (“*Brassicas*”). El cálculo del margen bruto se realiza restando a los ingresos brutos los gastos directos (Cuadro 2). Se entiende por ingreso bruto (IB) el total de lo producido por una actividad determinada valorizado independiente del destino que lleve dicha producción. Los costos directos (CD) son los atribuibles directamente a una actividad influyendo directamente sobre los resultados de la misma; son gastos en que se incurre exclusivamente si se realiza la actividad en cuestión.

Las tareas realizadas relacionadas al cultivo fueron:

- 2 aplicaciones de glifosato (total: 8 l/ha).
- Siembra directa con fertilización de base de 150 kg/ha de 18-46/46-0.
- 2 aplicaciones de 50 kg/ha de urea al término de cada pastoreo.

Las tareas relacionadas al manejo de los terneros fueron:

- Sanidad: 2 dosis por animal de clostridiosis más mancha y gangrena.
- Acondicionamiento del corral con agua y sombra (primeros 10 días).
- Alimentación con concentrado proteico de 18% PC (1 kg/an/día) y fardo de buena calidad (alfalfa) 1 kg/an/día base fresca (primeros 10 días).
- Suplementación con 1 kg/an/día en el campo con concentrado de 16% PC (resto del período para el grupo de animales con suplemento y durante los 12 días posteriores al acostumbramiento a corral, para el grupo no suplementado)

Los datos productivos corresponden a la diferencia de peso registrada a lo largo del trabajo sin tenerse en cuenta, en esta comparación el valor del servicio ofrecido al sistema por destetar temprano los terneros (efectos en las madres).

Cuadro 2. Análisis económico (Margen Bruto) de la utilización de “*Brassicas*” (nabos forrajeros) en la alimentación de terneros de destete anticipado.

| CONCEPTO | Cantidad S/S | Cantidad C/S | Precio unitario (U\$S) | TOTAL (U\$S/ha) S/S | TOTAL (U\$S/ha) C/S |
|-------------------------------|--------------|--------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| INGRESOS | | | | | |
| kg de ternero | 422 | 600 | 1.3 | 549 | 780 |
| EGRESOS | | | | | |
| Glifosato (lts) | 8 | 8 | 2.2 | 17.8 | 17.8 |
| Aplicación | 2 | 2 | 4.5 | 9.0 | 9.0 |
| Semilla (kg) | 4 | 4 | 8.5 | 29.8 | 29.8 |
| 18-46/46-0 (kg) | 150 | 150 | 0.408 | 61.2 | 61.2 |
| Siembra | 1 | 1 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 46-0/0-0 (kg) | 100 | 100 | 0.394 | 39.4 | 39.4 |
| Aplicación | 2 | 2 | 8.0 | 16.0 | 16.0 |
| Sanidad | 11 | 11 | 2.5 | 27.5 | 27.5 |
| Ración 18% (kg) | 110 | 110 | 0.202 | 22.2 | 22.2 |
| Fardo αα (kg) | 110 | 110 | 0.280 | 30.8 | 30.8 |
| Ración 16% (kg) | 114 | 812 | 0.172 | 19.6 | 139.7 |
| Fardo común (kg) | 803 | 803 | 0.063 | 50.2 | 50.2 |
| EGRESOS (U\$S/ha) | | | | 344 | 464 |
| MARGEN BRUTO (U\$S/ha) | | | | 206 | 316 |

Nota: los precios de los insumos y labores corresponden al momento de su uso; la valorización del stock corresponde al precio de la Asociación de Consignatarios de Ganado para esta categoría en marzo.

No se incluyó en la presente presupuestación las áreas de sombra, la infraestructura de bebederos y la mano de obra, que sería similar a la empleada en cualquier destete precoz.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados preliminares obtenidos se destaca:

- El buen comportamiento productivo y adaptación del cv. Goliath al ambiente descripto, permitiendo disponer de niveles altos de forraje de adecuado valor nutritivo en un período donde las pasturas mejoradas no realizan una contribución importante.
- A pesar de que las ganancias diarias de los terneros no suplementados fueron significativamente menores que las de aquellos suplementados, se puede afirmar que los nabos forrajeros resultan por si mismos una opción viable y estratégica desde el punto de vista biológico en la alimentación estival de terneros de destete anticipado.
- Del punto de vista económico ambas opciones arrojan un valor de margen bruto positivo y elevado.

REFERENCIAS

- Fertig, M.; Luchetti, D.; Berger, H. 2006. Carpeta Técnica INTA EEA Esquel - Agosto 2006.
- Garret, B.C.; Westwood, C.T.; Nichol, W.W. 2000. Optimising Animal Production from Forage brassicas. "Capturing Value", *Proceedings of the New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference 2000*. Applied Management and Computing Division, Lincoln University. pp. 61-73.
- Muir, P.D.; Wallace, G.J.; Slay, M.W.A. 1995. Effect of allowance and the rate of adaptation of weaned calves to two brassica types. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 55: 257-260.
- N.R.C. 1988. Nutrient requirements of Dairy Cattle. 6th edition. Washington DC: National Academy Publications. 90 p.
- Reid, R.L.; Puoli, J.R.; Jung, G.A.; Cox-Ganser, J.M.; McCoy, A. 1994. Evaluation of brassicas in grazing systems for sheep: I. Quality of forage and animal performance. *Journal of Animal Science* 72: 1823- 1831.
- Simeone, A.; Berreta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Facultad de Agronomía. Uruguay. 118p.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Wrightson Pas de Uruguay por proveer la semilla del cv. Goliath.

A la Ing. Agr., Ph.D. Graciela Quintans por las sugerencias realizadas en la redacción del presente manuscrito.

UTILIZACIÓN DE “*BRASSICAS*” (NABOS FORRAJEROS) EN LA RECRÍA – ENGORDE DE CORDEROS TEXEL DURANTE EL PERÍODO ESTIVAL

Resultados Preliminares

Walter Ayala¹, Raúl Bermúdez², Ethel Barrios³

INTRODUCCIÓN

Los nabos forrajeros son un alimento de excelente calidad para los rumiantes, con alta digestibilidad (> 85%), alta concentración de energía metabolizable (2.75-3.22 MCal/kg MS) y valores moderados de proteína cruda (12-20%) (Garret *et al.*, 2000). Pueden ser considerados como una alternativa cuando la calidad y cantidad de forraje limita el potencial productivo, para terminación de ganado o previo a la renovación de pasturas, aportando una buena oportunidad de disminuir el nivel de plagas, eliminar malezas y corregir la fertilidad del suelo (P. Kemp, *com. pers.*).

Existe una serie de riesgos y advertencias cuando se pastorea este tipo de especies en cuanto a los tiempos de acostumbramiento, posibilidades de intoxicación por nitratos, clostridiosis, fotosensibilidad, meteorismo espumoso, oclusión por bulbos y niveles de concentración de minerales como azufre, yodo, selenio, boro y zinc entre otros (Knox *et al.*, 2006).

Resultados de Nueva Zelanda muestran que es posible obtener ganancias entre 0.250-0.300 kg/an/día en corderos pastoreando nabos forrajeros (Nichol y Garret, 2001). En INIA Treinta y Tres, durante el verano 2005-2006, Ayala *et al.* (sin publicar) registraron ganancias de 0.205, 0.206 y 0.088 kg/an/día en corderos pastoreando las variedades Máxima, Bonar y Pasja respectivamente, manejando cargas de 40 an/ha, durante 42 días, lo que permitió lograr producciones de carne promedio de 279 kg/ha.

Estos resultados han permitido ver el potencial forrajero y la capacidad de adaptación de esta especie a las condiciones de la región Este, así como el uso potencial para determinados procesos y sistemas productivos, en particular la invernada de corderos precoces durante el verano. En tal sentido, se definió el presente ensayo con el objetivo de evaluar el efecto de la carga animal en la productividad de corderos Texel pastoreando nabos forrajeros en diferentes estadios del ciclo del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Unidad Experimental “Palo a Pique”, de INIA Treinta y Tres, sobre un argisol subeútrico de la unidad de suelos Alférez, por un período de 70 días entre el 22/01/07 y el 2/04/07. Se utilizó un potrero de 0.92 ha de nabo forrajero cv. Pasja, sembrada el 23 de noviembre de 2006 a razón de 3.0 kg/ha previa aplicación de glifosato

¹ Ing. Agr., Ph.D. Director Programa Nacional Pasturas y Forrajes

² Ing. Agr. M.Phil Programa Pasturas y Forrajes

³ Téc. en Sistemas Intensivos de Producción Animal, Programa Pasturas y Forrajes

a un verdeo de raigrás. Este cultivar se caracteriza por ser un material precoz, de alta producción, buena capacidad de rebrote permitiendo tres pastoreos o más, con mayor contenido de hojas que otras variedades y la presencia de bulbo, el cual es consumido por los animales. La siembra se hizo en directa a 20 cm de distancia entre líneas, con una fertilización a la base de 150 kg de NPK 18-46/46-0 (fosfato de amonio).

Se evaluó el efecto de la carga animal en la performance de corderos Texel nacidos en la primavera 2006, que en promedio al inicio del período pesaban 26.2 ± 2.3 kg/an. Fueron distribuidos en cuatro cargas (24, 36, 48 y 60 an/ha) sin repeticiones de la base forrajera en tres estados del ciclo del cultivo desde vegetativo hasta madurez avanzada (Período 1: 22/01/07-23/02/07, Período 2: 23/02/07-20/03/07, Período 3: 20/03/07-02/04/07). Durante los períodos de evaluación el sistema de pastoreo fue continuo, en parcelas de 0.17 ha para cada tratamiento. Asimismo, los animales fueron suplementados con fardo de pradera de baja calidad *ad libitum*. En la pastura se tomaron determinaciones de: forraje disponible, remanente post pastoreo, altura, determinación de materia seca, composición botánica y valor nutritivo. Los animales se pesaron al inicio del ensayo y luego cada 10 días. Al final de la evaluación se faenaron los animales realizándose determinaciones de calidad de carne pos morten (peso canal caliente y fría), GR, rendimiento, pierna sin hueso y frenched rack así como la tipificación de las canales (conformación y terminación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Pastoreo en estado vegetativo

El pastoreo comenzó a los 60 días de instalado el cultivo, con 3140 kg/ha de MS de forraje disponible y 12.8% MS. Durante este período las ganancias diarias se situaron entre 0.177-0.235 kg/an/día (Cuadro 1), detectándose una performance inferior para la carga baja. Este comportamiento fue en parte atribuido al consumo de una maleza presente en el cultivo, la cual fue preferida por los animales en etapas iniciales de acostumbramiento. Dado que se manejaba la misma área de pastoreo pero diferente número de animales, la cantidad de maleza se diluyó en los tratamientos de mayor carga afectando menos la performance individual (Cuadro 1). La maleza mencionada corresponde a *Solanum nigrum*, reportada como tóxica, aunque no se registran reportes a nivel nacional (F. Dutra -DILAVE, *com. pers.*). Esto provocó diarreas como síntomas visibles. Posteriormente, se eliminó por arrancado manual las plantas de esta especie a los efectos de eliminar la posible incidencia de la misma en los resultados.

Si bien es recomendable la adición de fibra, los corderos no consumieron fardo en ningún momento aunque tendieron a consumir las gramíneas presentes en la pastura.

El uso de altas cargas instantáneas (60 an/ha) provocó lesiones a nivel del bulbo (daños por diente y/o pisoteo), lo que sumado al hecho que se utilizó un área donde se sembró la especie por segundo año consecutivo y probablemente existiera incidencia de enfermedades (*Rhizoctonia*, S. Avila, *com. pers.*) provocó un ataque generalizado de podredumbre de los bulbos y muerte de las plantas.

El consumo de bulbos fue importante a medida que la disponibilidad de forraje disminuía, y a medida que los animales se acostumbraban a este tipo de pastura. Sin embargo

puede ser discutible para estas condiciones el uso de este tipo de materiales, el cual en otras condiciones es utilizado como una reserva en períodos críticos como el invierno.

2. Pastoreo en madurez temprana

En este período se pastoreó por primera vez el cultivo a los 92 días, habiendo acumulado al momento 6737 kg/ha de MS con un porcentaje de MS de 11.2%. Las ganancias diarias se situaron por encima de los 0.176 kg/an/día en todos los casos, con una tendencia a incrementarse para el tratamiento de carga más baja.

3. Pastoreo en madurez avanzada

El pastoreo comenzó a los 117 días, sobre una área que tenía un pastoreo previo que había finalizado el 23/02/07. La disponibilidad promedio era de 6534 kg/ha de MS con un porcentaje de MS de 16.1%. La performance individual se registró en las cargas más bajas, dado que la pastura del tratamiento de 60 an/ha se había perdido por el efecto de las enfermedades. La performance individual registrada se redujo drásticamente en comparación con los restantes períodos, lo cual está evidenciando el estado de madurez del cultivo, en particular por la presencia de hojas envejecidas y secas.

Cuadro 1. Resultados obtenidos en tres estadios de desarrollo del cv. Pasja de nabo forrajero bajo pastoreo con corderos Texel durante el verano.

| | Variables | Carga (an/ha) | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
| | | 24 | 36 | 48 | 60 |
| Período Vegetativo | Disponible inicial (kg/ha MS) | 2747 | 3227 | 4803 | 1784 |
| | Altura disponible (cm) | 22 | 27 | 24 | 17 |
| | Asignación de forraje (kg/an/día) | 8.7 | 6.2 | 5.7 | 3.0 |
| | Ganancia diaria (kg/an/día) | 0.177 | 0.224 | 0.214 | 0.235 |
| | Peso vivo (kg/ha) | 136 | 258 | 329 | 451 |
| Período Madurez temprana | Disponible inicial (kg/ha MS) | 5031 | 7567 | 6955 | 7398 |
| | Altura disponible (cm) | 30 | 37 | 45 | 45 |
| | Asignación de forraje (kg/an/día) | 10.1 | 9.5 | 6.6 | 5.6 |
| | Ganancia diaria (kg/an/día) | 0.248 | 0.205 | 0.212 | 0.176 |
| | Peso vivo (kg/ha) | 149 | 185 | 254 | 264 |
| Período Madurez avanzada | Disponible inicial (kg/ha MS) | 5497 | 7525 | 6579 | -- |
| | Altura disponible (cm) | 37 | 33 | 38 | -- |
| | Asignación de forraje (kg/an/día) | 19.3 | 19.5 | 13.1 | -- |
| | Ganancia diaria (kg/an/día) | 0.096 | 0.092 | 0.012 | -- |
| | Peso vivo (kg/ha) | 30 | 43 | 7 | -- |

4. Productividad

Considerando toda el área experimental y el uso realizado por los animales en todo el período, se utilizó una carga de 30.4 an/ha, logrando una producción de peso vivo de 393 kg/ha.

5. Calidad de canal

En el cuadro 2 se resume la información obtenida a nivel de planta frigorífica, donde se destacan en general los buenos pesos de carcasa logrados, así como los pesos de los principales cortes evaluados (pierna sin hueso y frenched rack), lo cual también se observa en la proporción de animales que alcanzan los pesos de los cortes. Los niveles de engrasamiento de este grupo de corderos Texel medidos a través del GR fueron adecuados (8.4-10.2 mm), a diferencia de lo que sucedió para corderos cruza Texel pastoreando *Lotus corniculatus* donde a niveles similares de peso de carcasa, el grado de engrasamiento fue sensiblemente mayor (Ayala *et al.*, en esta misma publicación).

La conformación de las canales muestra que el 100% de las mismas se tipificó como S o P, mientras que a nivel de terminación el 75% de las canales como mínimo era grado 1, independiente de la carga evaluada.

Cuadro 2. Evaluación de calidad, tipificación y valorización de canales de corderos Texel sobre nabo forrajero Pasja manejados con diferentes cargas durante el verano.

| | Carga animal (an/ha) | | | |
|---|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 24 | 36 | 48 | 60 |
| Calidad de canal (pos morten) | | | | |
| Peso vivo prefaena (kg/an) | 40.7±4.1 | 40.6±4.5 | 38.5±4.1 | 36.3±6.5 |
| Peso canal caliente (kg/an) | 19.0±2.3 | 19.2±2.1 | 19.4±3.3 | 18.6±3.4 |
| Peso canal fría (kg/an) | 18.5±1.9 | 18.7±2.1 | 19.1±3.3 | 18.3±3.4 |
| GR (mm) | 8.8±3.2 | 10.2±2.1 | 8.6±3.7 | 8.4±2.5 |
| Rendimiento (%) | 46.5 | 47.3 | 50.9 | 54.6 |
| Pierna sin hueso (kg) | 2.0±0.2 | 2.0±0.2 | 2.0±0.3 | 1.9±0.4 |
| Frenched rack (kg) | 0.472±0.090 | 0.453±0.048 | 0.473±0.085 | 0.454±0.081 |
| Tipificación de canales | | | | |
| Conformación | | | | |
| S | 25 | 33 | 37.5 | 10 |
| P | 75 | 77 | 62.5 | 90 |
| M | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Terminación | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 100 | 83 | 75 | 100 |
| 2 | 0 | 17 | 25 | 0 |
| Valorización del producto | | | | |
| Peso carcasa caliente ≥ 16.4 kg (%) ¹ | 75 | 100 | 87.5 | 80 |
| Pierna sin hueso (%) ² | 100 | 83 | 87.5 | 70 |
| Frenched rack (%) ³ | 67 | 100 | 87.5 | 89 |

¹ Proporción de canales que poseen un peso igual o superior a 16.4 kg.

² Proporción de piernas que se clasifican en un rango de peso de 1.6 a 2.2 kg.

³ Proporción de frenched rack que se clasifican en un rango de peso de 0.40 a 0.65 kg.

CONCLUSIONES

Si bien las condiciones de humedad en el verano limitaron el establecimiento del cv. Pasja, se destaca su adaptación y productividad, lo que permitió alcanzar en un período de 70 días de pastoreo una producción de peso vivo de 393 kg/ha utilizando 30.4 an/ha. Fue posible alcanzar durante los estadios tempranos de desarrollo del cultivo ganancias diarias de los animales superiores a los 0.200 kg/an/día, lo cual corrobora el valor forrajero de la especie. A medida que el ciclo avanza hacia el otoño, la performance posible de lograr decae sustancialmente. No se registraron mayores trastornos en los animales por el consumo de esta especie, aún cuando el consumo de fibra vía fardo de pradera fue insignificante. La producción lograda en términos de peso, conformación y terminación de las canales fue satisfactoria. Por tanto, estos resultados alcanzados son alentadores a los efectos de considerar su inclusión en los sistemas de invernada de verano de corderos precoces, existiendo un área de mejora sustancial en la utilización de estos materiales.

REFERENCIAS

- Garret, B.C.; Westwood, C.T.; Nichol, W.W. 2000. Optimising Animal Production from Forage brassicas. "Capturing Value", *Proceedings of the New Zealand Institute of Primary Industry. Management Conference 2000*. Applied Management and Computing Division, Lincoln University. pp. 61-73.
- Knox, J.; Thompson, R.; Campbell, S. 2006. Fodder crops. In species for profit-A guide for Tasmanian pastures and field crops. 111 p.
- Nichol, W.W.; Garret, B.C. 2001. Optimising prime lamb production on summer brassica crops. In *Proceedings of the World Sheep Congress 2001*. 7 p.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Wrightson Pas de Uruguay por proveer la semilla del cv. Pasja

A la Sociedad de Criadores de Texel, y en particular a sus integrantes Norberto Paiva, Raúl Rosa, Norman Martin, Jacqueline Booth y José Lucas por el aporte de los animales a la evaluación

Al Frigorífico San Jacinto

A los técnicos del Programa Carne y Lana de INIA Tacuarembó Roberto San Julián, Santiago Luzardo y Carolina Silveira, por su asistencia en las evaluaciones a nivel de planta frigorífica.

AGRADECIMIENTOS

A las siguientes personas que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo fuera posible:

Administración: Saavedra, Alicia
Baraibar, Carolina
Castro, Pablo

Biblioteca: Mesones, Belky

Paso de la Laguna:
Acosta, Daniel
Correa, José
Gorosito, Julio
Rodríguez, R. Adán
Texeira, Mario

Pasturas y Forrajes:
Ferreira, Gerardo
Jackson, Jhon
Serrón, Néstor
Silvera, Wilson

Personal: Der Gazarián, Verónica

Secretaría: Alvarez, Olga¹
Cossio, Gloria

Semillas: Acevedo, Antonio
Duplatt, Miguel
Duplatt, Juan J.
Hernández, Jorge
Oxley, Mabel

Servicios Auxiliares:
Mesa, Dardo
Bas, Rafael
Domínguez, Miguel
Figueroa, Mauro
Sosa, Bruno

Servicio de Operaciones:
Falero, Isidro
Alonzo, Jorge
Bauzil, Raúl
Escalante, Ruben
Ituarte, Gerardo

**Unidad de Comunicación y
Transferencia de Tecnología**
Segovia, Carlos²

Unidad de Informática:
Sosa, Martín

^{1/} Diagramación y Edición

^{2/} Impresión