

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE VERDEOS DE INVIERNO EN SIEMBRA DIRECTA

PRODUCTION AND QUALITY OF NO-TILLAGE SMALL GRAIN PASTURES

Pordomingo, A. J.^{1,2}, Jonas, O.², Otamendi, H., Quiroga, A.^{1,2}

¹ EEA "Guillermo Covas" INTA Anguil, ² Facultad de Agronomía, UNLPam.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Pasturas cultivadas: verdes de invierno](#)

Palabras clave: balance de dietas, carbohidratos solubles, digestibilidad, avena, centeno, verdes.

Key words: diet balance, soluble carbohydrates, digestibility, oats, rye, small-grain pasture.

INTRODUCCIÓN

En la región semiárida pampeana las precipitaciones durante el cultivo no logran explicar la amplia variación que se registra en los rendimientos de los cultivos que integran la rotación en sistemas mixtos de producción. El agua almacenada en el suelo antes de la siembra tendría una participación sustancial en la determinación de los rendimientos de trigo (Quiroga et al., 1998), verdeo de invierno (Quiroga et al., 1999), girasol (Quiroga et al., 1999), y en sus respuestas a la fertilización. Evaluaciones a la siembra del contenido de agua útil muestran que existen momentos críticos en la disponibilidad de agua, donde el efecto del cultivo antecesor debe ser planificado estratégicamente para no limitar los cultivos posteriores (Quiroga et al., 1998). Entre paréntesis se indica el porcentaje de agua útil (0 a 140 cm de suelo) a la siembra de los distintos en la siguiente secuencia: maíz + girasol (100%) + trigo (75%) + verdeo invierno (83%) + maíz (53%) + girasol (79%) + trigo (98%) + pastura perenne (100%).

Uno de los puntos más críticos de la rotación se presenta al establecer cultivos de verano sobre verdes de invierno, comprobándose contenidos bajos de agua y nitratos en el suelo (Quiroga et al., 1996; Duarte, 1999; Harguindeguy et al., 1997). Considerar aspectos como la fecha de siembra (febrero-marzo), las diferencias entre verdes en la acumulación de materia seca (materiales con mayor relación I corte/II corte) y la fertilización (entre siembra y Zadoks 12) pueden resultar claves para optimizar la eficiencia de uso del agua durante el otoño y posibilitar un barbecho de 60 días para maíz o de 90 días para soja. Sin embargo, siembras tempranas y fertilización en cultivares de rápido crecimiento inicial pueden generar una oferta forrajera con importantes desbalances nutricionales que limiten la eficiencia individual en sistemas de alta producción (Elizalde et al., 1992; Santini, 1993; Azardún et al., 1996).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un ensayo de fertilización en 4 cultivares de avena y 4 de centeno sobre antecesor trigo en el mes de febrero, aplicando P a la siembra y N en tres momentos: en Zadocks 12 (N1), después del primer pastoreo (N2) y después del segundo pastoreo (N3). Los verdes se establecieron en siembra directa y la dosis de N fue de 40 kg/ha, utilizando un diseño de bloques al azar, con 3 repeticiones y parcelas de 25 m².

En los primeros 20 cm de cada parcela se realizaron determinaciones de materia orgánica total (MOT; Walkley y Black), fósforo extractable (Bray Kurtz); nitratos (ácido cromotrópico) de 0-20, 20-40 y 40-100 cm; densidad aparente (cilindros 244 cm³) a distintas profundidades del perfil; humedad a las tensiones de 33 y 1500 KPa; contenido de agua del suelo (método gravimétrico) determinado con una frecuencia mensual, a intervalos de 20 cm hasta 140 cm de profundidad.

Se realizaron tres cortes de forraje seguidos de pastoreo con novillos, coincidentes con los meses de mayo, julio y septiembre. Inmediatamente luego de cada corte, las parcelas fueron pastoreadas rápidamente hasta un remanente de una altura media de 6 cm. El momento de cada pastoreo fue elegido en función de un estado óptimo de la mayoría de los materiales y común de ingreso a los verdes en la región. El segundo y tercer corte fueron rebrotes sobre el primero y segundo pastoreo, respectivamente, simulando el uso y material que se ofrece al animal durante el ciclo de pastoreo de verdes.

En el cultivo se determinó para cada corte la producción de materia seca (MS, kg/ha; AOAC, 1990) y caracterizó la calidad a través de contenido de fibra detergente neutro (FDN, %; Goering y Van Soest, 1970), fibra detergente ácido (FDA; Goering y Van Soest, 1970), proteína bruta (PB; N Kejdahl x 6,25; AOAC, 1990), digestibilidad "in vitro" (Tilley y Terry, 1963) y carbohidratos solubles no estructurales solubles (CHOS, Ovejero, 1987; Bailey, 1958). A partir de la producción de forraje y la digestibilidad se estimó la producción de materia seca digestible (MSD) por unidad de superficie (MSD/ha) para cada corte.

RESULTADOS

Se detectó ($P < 0,001$) una relación negativa entre la disponibilidad de N-nitrato en suelo (kg/ha) al momento del primer corte y el rendimiento de MS (kg/ha) del ese corte ($r = 0,80$) a través de los cultivares. Una relación similar existió ($P < 0,001$; $r = 0,81$) entre disponibilidad de N-nitrato y el índice resultante de la relación de la producción MS del 1er corte/ MS del 2do corte (Cuadro 1). Por último, también en ese muestreo resultaron inversamente relacionados la disponibilidad de N-nitrato edáfico al momento del corte y la oferta de PB/ha ($P < 0,05$; $r = 0,61$).

No se detectaron interacciones entre los tratamientos de fertilización y los cultivares producción de MS y parámetros calidad en cada corte ($P > 0,236$) o en la suma de los tres ($P > 0,219$). No hubo respuesta a la fertilización en ninguno de los tres cortes en MS/ha o MSD/ha ($P > 0,371$). Tampoco se detectaron efectos de la fertilización sobre los contenidos de FDN, FDA y CHOS ($P > 0,208$). Se detectó solamente un efecto significativo ($P < 0,001$) en el contenido de PB del primer corte en favor del tratamiento fertilizado con nitrógeno en Zadocks 12, diferencia que se diluyó ($P = 0,179$) en la producción de PB/ha de ese corte.

Se detectaron diferencias ($P < 0,001$) en producción y calidad entre cortes y cultivares (Cuadro 2). Los centenos produjeron más MS/ha y MSD/ha que las avenas (4575 vs 3167 ± 88 kg y 2808 vs 2143 kg, respectivamente; $P < 0,001$). Las diferencias en MSD/ha entre ambas especies fueron proporcionalmente menores a las observadas en MS/ha debido a la caída en calidad de los centenos en el tercer corte (mayor contenido de FDA y menor digestibilidad) (Cuadro 2.) Existieron diferencias ($P < 0,001$) en producción y calidad entre cultivares de la misma especie. Entre las avenas se destacó ($P < 0,05$) Millauquén y entre los centenos ($P < 0,05$) Don Luis y Quehué, tanto en MS/ha como en MSD/ha.

En el primer corte (mayo), la oferta de forraje fue diferente entre cultivares distribuyéndose en rangos de 1000 a 2000 kg y de 730 a 1290 kg para MS y MSD/ha, respectivamente. De emergencia a primer pastoreo, avena Millauquén acumuló una producción 43% superior ($P < 0,001$) al promedio (1170 kg MS/ha) de las otras avenas y similar ($P > 0,07$) a los centenos Don Guillermo y Don Lisandro. Los centenos Don Luis y Quehué tuvieron los mayores rendimientos ($P < 0,001$) por hectárea de MS y MSD en ese corte. Aunque en niveles bajos, el contenido de fibras en este corte fue superior ($P < 0,001$) en los centenos (FDN = $51,7$ vs $46,4 \pm 0,49$ % para centeno y avena, respectivamente; FDA = $33,9$ vs $29,0 \pm 0,42$ %). Las avenas tuvieron en cambio un mayor contenido de PB ($26,6$ vs $22,7$ % para avenas y centenos, respectivamente). Los centenos registraron un muy bajo nivel de CHOS e inferior ($P < 0,001$) al de las avenas ($3,8$ vs $6,5 \pm 0,26$ % para centenos y avenas). Dados los altos niveles de PB y los bajos de CHOS de este corte, la relación PB/CHOS fue muy alta en ambas especies y mayor ($P < 0,001$) en centenos que en avenas ($6,7:1$ vs $4,4:1 \pm 0,33$). No se detectaron diferencias significativas ($P > 0,290$) entre cultivares de ambas especies para PB, FDN y FDA. Avena Pilar registró un valor de CHOS superior ($P < 0,002$) al resto de las avenas.

En el segundo corte (julio), la oferta de MS/ha fue similar ($P = 0,810$; 609 kg MS/ha) entre todos los materiales. En MSD/ha los centenos produjeron algo más que las avenas ($P = 0,002$; 429 vs $412 \pm 2,97$ kg/ha) debido a una mayor digestibilidad de los centenos en ese momento ($P = 0,003$; 70 vs 68 %). El contenido de fibras fue superior ($P < 0,003$) en las avenas (FDN = $49,3$ vs $43,4 \pm 0,61$ % para avena y centeno, respectivamente; FDA = $26,3$ vs $24,4 \pm 0,43$ %). Los niveles de PB disminuyeron ($P < 0,001$) y los de CHOS crecieron ($P < 0,001$) en todos los cultivares, comparados con el corte anterior. El contenido de PB fue similar ($P = 0,454$; $18,57$ %) entre especies y el de CHOS fue superior ($P < 0,001$) en centeno ($20,9$ vs $15,3 \pm 0,46$ % para centeno y avena, respectivamente). Con la caída en la proporción de PB y el incremento de la fracción de CHOS, la relación PB/CHOS se redujo sustancialmente en este corte comparado con el anterior ($P < 0,001$), y resultó superior ($P < 0,001$) en avena ($1,28:1$ vs $0,90:1 \pm 0,039$ para avena vs centeno). Entre los cultivares de avena se registraron contenidos similares de PB ($18,7\%$, $P = 0,828$) y FDA ($26,3\%$, $P = 0,316$). El nivel de FDN fue algo superior ($51,23\%$, $P < 0,05$) Pilar y Cristal, comparadas con Millauquén y Don Víctor ($47,32\%$). El contenido de CHOS de Don Víctor fue inferior ($P < 0,003$) al promedio de las otras avenas ($13,45$ vs $15,92$ %) y su relación PB/CHOS algo superior ($P < 0,05$) ($1,45:1$ vs $1,20:1$). Entre los cultivares de centeno se registraron contenidos similares de FDN ($43,4\%$, $P = 0,112$), FDA ($24,4\%$, $P = 0,773$) y CHOS ($20,9$ %, $P = 0,695$). Finalmente, aunque el contenido de PB resultó superior ($P < 0,001$) en Don Luis comparado a los otros centenos ($20,7$ vs $17,6\%$). esa diferencia no alcanzó a generar una diferencia estadística en la relación PB/CHOS ($P = 0,275$; $0,90:1$).

En el tercer corte (setiembre), la oferta de MS/ha de los centenos fue 71% superior ($P < 0,001$) a las avenas (2165 vs 1267 kg). También la oferta de MSD/ha fue superior ($P < 0,001$) para los centenos (1259 vs 872 kg), pero la magnitud de la diferencia (41%) fue algo inferior debido a una menor digestibilidad de los centenos en este momento ($68,8$ vs $58,1$ %, para avena y centeno, respectivamente; $P < 0,001$). Dentro de cada especie los rendimientos de MS y MSD fueron similares ($P > 0,331$) entre cultivares. El contenido de fibras fue superior ($P < 0,001$) en los centenos (FDN = $59,5$ vs $41,6 \pm 1,14$ % para centeno y avena, respectivamente; FDA = $39,5$ vs $25,8 \pm 0,37$ %). Las avenas superaron ($P < 0,001$) a los centenos en PB ($14,8$ vs $11,6 \pm 0,33\%$) y en CHOS ($23,3$ vs $9,2$

$\pm 0,68$ %). La relación PB/CHOS resultó inferior ($P < 0,001$) para avena (0,67:1 vs 1,70:1 $\pm 0,16$ para avena y centeno respectivamente). Los cultivares de avena resultaron similares en PB (14,84%, $P = 0,329$) y CHOS (23,3%, $P = 0,320$), y en la relación PB/CHOS (0,67:1, $P = 0,125$), pero difirieron ($P < 0,006$) en los contenidos de FDN y FDA. Avena Millauquén tuvo menos fibra que los otros cultivares (FDN = 39,1% vs 42,47%, $P < 0,045$; FDA = 23,47 vs 26,59%, $P < 0,018$). los cultivares de centeno resultaron similares en FDN (59,48%, $P = 0,299$), FDA (39,56%, $P = 0,126$), PB (11,56%, $P = 0,109$) y CHOS (9,18%, $P = 0,07$). La relación PB/CHOS resultó también semejante (1,70:1, $P = 0,194$).

La oferta de MSD es el primer factor asociado a la conversión de forraje en producto animal (NRC, 1996). Digestibilidades altas ($> 65\%$) se correlacionan con alto potencial de consumo y altos aumentos de peso (NRC, 1996). Sin embargo, el balance nutricional de la dieta es condicionante de esa respuesta. Frecuentemente en otoño, el aumento de peso de bovinos sobre verdes de invierno con alta digestibilidad, es bajo e inexplicable por la digestibilidad del forraje. Bajo contenido de MS (Ferri y Stritzler, 1993), excesivo contenido de PB y bajo de CHOS son considerados, al menos parcialmente, responsables de esos lentos engordes (Elizalde et al., 1994, 1996; Azardún et al., 1996; Méndez et al., 1998; Méndez y Davies, 1998). En el presente ensayo, el contenido de PB fue muy alto en todos los materiales en el primer corte y el nivel de CHOS muy bajo, especialmente en los centenos. Aunque superado el 16% de PB en el forraje, las pérdidas de N en el animal se hacen incontenibles (Elizalde et al., 1994), contenidos altos de CHOS permiten mitigar parcialmente el efecto. La presencia de carbohidratos solubles estimula una fermentación rápida y la captura de N en proteína microbiana en el rumen. La relación PB/CHOS es un indicador del balance. Forrajes con relación PB/CHOS de 1:1 o inferiores y contenidos de PB entre 15 y 18% correlacionan con altos aumentos de peso. La relación PB/CHOS determinada en el presente ensayo resultó muy alta en todos los materiales en el primer corte, particularmente en centenos y decreció a valores próximos a 1 en el segundo y tercer corte. El contenido de CHOS en avenas describió un comportamiento lineal, incrementándose ($P < 0,001$) con el avance del ciclo del cultivo. En centenos, en cambio, el comportamiento fue cuadrático ($P < 0,001$). En esta especie, se verificaron los contenidos más altos y las mejores relaciones PB/CHOS en el segundo corte. La caída en el tercer corte resultó coincidente con un incremento en el contenido de fibras y pérdida de calidad total de los centenos, aunque existieron diferencias entre materiales. Similares tendencias fueron observadas por Marsh (1975), Elizalde et al. (1994, 1996), Azardún et al. (1996) y Méndez et al. (1998).

CONCLUSIONES

Ante una oferta no limitante de nutrientes ofrecidos por el suelo, la fertilización nitrogenada no generó una respuesta adicional en producción pero incrementó el contenido de PB en planta. Ello puede exacerbar los desbalances nutricionales de otoño comprometiendo la respuesta individual del animal.

Existieron diferencias entre especies y cultivares en producción de materia seca y materia seca digestible.

Los centenos produjeron más que las avenas, pero las avenas ofrecieron un mejor balance de nutrientes, particularmente en el tercer corte.

Los verdes de mayor producción en el primer corte no se diferencian de las otras en su relación PB/CHOS.

Sin limitantes nutricionales y de agua, los verdes tuvieron contenidos muy elevados de PB en planta y relaciones PB/CHOS muy desbalanceadas en el primer corte. La suplementación energética sería necesaria para balancear la dieta sobre verdes de alta producción otoñal y mejorar el ritmo de engorde esperable.

La información de calidad sugiere que la suplementación en invierno tendría efectos sustitutivos pero no aditivos sobre el consumo y el aumento de peso.

Se detectó una relación inversa entre la disponibilidad de N-nitratos en el suelo y la producción de los verdes al momento del primer corte. Verdes de rápido crecimiento inicial podrían agotar más rápidamente los nutrientes disponibles si la fertilidad del lote es limitante.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AOAC, 1990. Official methods of analysis (15th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Azardún, M., J. Freddi, A. Pissani y P. Sastre. 1996. Composición del forraje y respuesta a la suplementación. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16(1):140.
- Bailey, R. W., 1958. Reactions of pentoses with anthrone. *Bioch. J.* 68:669.
- Duarte G. 1999. Manejo del agua y fertilización del cultivo. CREA. Cuaderno Act. Girasol N°62.
- Elizalde, J. C. y F. J. Santini. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos durante el período otoño – invierno. *EEA Balcarce. Boletín técnico* 104, 27p.
- Elizalde, J. C., F. J. Santini, A. M. Pasinato. 1994. The effect of stage of harvest on the processes of digestion in cattle fed winter oats indoors. I. Digestion of organic matter, neutral detergent fiber and water-soluble carbohydrates. *Anim. Feed Sci. & Tech.* 47:201-211.
- Elizalde, J. C., F. J. Santini, A. M. Pasinato. 1996. The effect of stage of harvest on the processes of digestion in cattle fed winter oats indoors. I. Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. *Anim. Feed Sci. & Tech.* 63:245-255.

Ferri, C. M. y N. P. Stritzler. 1993. Efecto del contenido de materia seca del verdeo de centeno sobre la digestibilidad “in vivo” y el consumo voluntario en ovinos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 13:127-131.

Goering, H. K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Handbook 379*. ARS, USDA, Washington, DC.

Harguindéguy J., F. Eantino, A. Quiroga, M. Díaz Zorita. 1997. Efectos de distintos antecesores y duración del barbecho sobre los contenidos de agua y nitrógeno y su influencia en el cultivo de girasol. *FUNDACREA*.

Marsh, R. 1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. *J. Br. Grassl. Soc.* 30.

Méndez, D. G., P. Davies, C. Gonella y M. Díaz-Zorita. 1998. Fertilización nitrogenada de verdeos invernales. 2. Respuesta Animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18(1):96.

Méndez, D.G. y C. Davies. 1998. Utilización de verdeos invernales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18(1):99.

Méndez, D.G. y P. Davies. 2000. Suplementación energética en pastoreo de triticale. 20(1):19.

NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, D. C.

Ovejero, F. 1987. Evaluación química – biológica de los forrajes. Dirección de desarrollo de recursos humanos. *COMCAL*.

Quiroga A., O. Ormeño, F. Babinec, E. Adema. 1998. Manejo del agua para el cultivo de trigo. Contribución de la siembra directa. *Manual Trigo*, EEA INTA Anguil, 25-36pp.

Quiroga A.; O. Ormeño; F. Babinec. 1996. Labranza conservacionista y fertilización de girasol en el Este de la provincia de La Pampa. XV Cong. AACCS, Santa Rosa.

Quiroga A.; O. Ormeño; H. Otamendi. 1998. La siembra directa y el rendimiento de los cultivos en la región semiárida pampeana. En *Siembra Directa*, Ed. Hemisferio Sur, 237-243.

Santini, F. 1993. Factores nutricionales que afectan las ganancias de peso otoño-invernales. Jornadas de actualización técnica. Unidad Integrada Balcarce. INTA – Fac. Ciencias Agrarias. Pg. 38-43.

SAS, 1990. SAS User’s Guide: Statistics (Versión 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.

Tilley, J. M. A. y R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104-118.

Van Soest, P.J. and J. B. Robertson. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. *Lab. Manual*. Cornell Univ.

Cuadro 1: Contenidos de N-nitratos al momento del primer corte, producción de materia seca del primer corte y relación en la producción de materia seca entre 1er y 2do corte de verdeos de invierno.

Cultivar	Nitratos			N-nitrato (kg/ha)	N-nitrato 1er corte (kg/ha)	Materia seca 1ro/2do corte
	0-20	20-40	40-100			
	ppm					
Avena						
Cristal	49	54	47	114	1094	1,80
Pilar	37	36	36	74	1240	2,08
Don Víctor	38	37	32	79	1226	2,03
Millauquén	36	36	32	78	1546	2,54
Centeno						
Don Luis	35	26	26	65	1946	3,16
Don Guillermo	29	26	31	67	1726	2,79
Don Lisandro	42	33	30	78	1320	2,15
Quehué22	21	26	54	2060	3,36	

Cuadro 2. Producción y calidad de verdeos de invierno en siembra directa¹

	Total		1er corte					
	MS	MSD	MS	PB	FDN	CHOs	PB/CHOs	
	kg/ha		%					
Avena								
Cristal		2967a	2002a	1113a	26,8b	47,7a	5,9b	4,80b
Don Víctor		3186a	2156a	1282a	26,0b	46,1a	5,7b	4,84b
Millauquén		3579b	2450b	1676c	27,3a	45,4a	6,0b	4,78b
Pilar		2936a	1964a	1115a	26,1b	46,6a	8,5c	3,16a
Centeno								
Don Gillermo		4460c	2723c	1758c	23,9b	50,9b	3,7a	6,60c
Don Luis		4868d	2959c	1973d	21,7a	52,2b	3,9a	5,70c
Don Lisandro		4123c	2566b	1413b	25,2b	51,6b	3,1a	8,64d
Quehué4841d		2983c	2038d	23,0ab	52,0b	4,3a	5,91c	

¹ No se detectó interacción (P> 0,200) entre cultivares de avena y centeno con estrategia de fertilización. Se reportan promedios totales y de primer corte por cultivar.

MS = Materia seca; MSD = Materia seca digestible; FDN = Fibra detergente neutro; PB = Proteína bruta; CHOs = Carbohidratos solubles

^{a,b} Medias con superíndice diferente difieren (P< 0,05)

[Volver a: Pasturas cultivadas: verdeos de invierno](#)