



EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE RAIGRÁS ITALIANO E HÍBRIDO COMO CULTIVO DE INVIERNO PARA ENSILAR EN PRIMAVERA

G. FLORES¹, N. DÍAZ¹, D. DÍAZ¹, J. VALLADARES¹, S. PEREIRA-CRESPO¹, B. FERNÁNDEZ-LORENZO¹, C. RESCH¹, X. RODRIGUEZ-DIZ² Y J. PIÑEIRO¹

¹ Instituto Galego da Calidade Agroalimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Carretera de Betanzos a Mesón do Vento, km 7. 15318 Abegondo. A Coruña (España). gonzalo.flores.calvete@xunta.es

² Leyma Central Lechera S. A. Polígono de Sabón, parcela nº 136. E-15142 Arteixo. A Coruña (España)

Historial del artículo:

Recibido: 15/06/2013

Revisado: 22/07/2013

Aceptado: 10/12/2013

Disponible online: 14/04/2014

Autor para correspondencia:

gonzalo.flores.calvete@xunta.es

ISSN: 2340-1672

Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos>

Palabras clave:

gramíneas anuales, cultivo monofito, producción, valor nutritivo, corte para ensilar

Keywords:

annual grasses, monoculture, yield, nutritive value, silage cuts

RESUMEN

En un experimento realizado en el CIAM (zona costera de Galicia), en otoño de 2011, se sembraron como monocultivo cuatro cultivares de raigrás italiano (*Lolium multiflorum*), dos alternativos ("Promenade" y "Major") y dos no alternativos ("Sultán" y "Danergo"), y dos de raigrás híbrido (*Lolium boucheanum*: "Barladin" y "Barsilo"), siguiendo un diseño de parcelas divididas con el cultivar como parcela principal y la fecha de corte (seis cortes desde el 6 de marzo al 17 de mayo, seguidos por un segundo aprovechamiento a las seis semanas) como subparcela, con 10 repeticiones. No se detectó efecto del cultivar sobre el rendimiento de materia seca (MS) o de materia orgánica digestible (MOD), mostrando todas las variedades una alta productividad: 7,4 y 5,4 t MS ha⁻¹ y 5,2 y 3,5 t MOD ha⁻¹, en el primer y segundo corte, respectivamente. Los valores medios de proteína bruta (PB) fueron bajos e, inversamente, los de carbohidratos solubles (CSA) fueron altos para todas las especies: 9,1 y 8,9 % PB y 28,0 y 22,6 % CSA para el primer y segundo corte respectivamente, mostrando sólo diferencias menores entre cultivares dentro de cada corte. En el primer ciclo de crecimiento la producción aumentó desde 3,2 t MS ha⁻¹ y 2,3 t MOD ha⁻¹ a comienzos de marzo hasta 9,9 t MS ha⁻¹ y 6,7 t MOD ha⁻¹ en la primera semana de mayo, momento en que espigaron todas las variedades. La concentración media de PB fue del 14,7 % en la primera fecha, descendiendo hasta el 6,5 % en la primera semana de mayo. Se concluye que el cultivo invernal de los raigrases italiano e híbrido es altamente productivo y con elevado valor energético, pero la PB puede ser muy baja en cortes tardíos. Las variedades alternativas son preferibles para aprovechamientos precoces en primavera, mientras que las no alternativas e híbridos son mejor opción para los cortes realizados al inicio de espigado.

ABSTRACT

Four italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) cultivars, two alternative ("Promenade" and "Major") and two non-alternative ("Sultán" and "Danergo"), and two hybrid ryegrass (*Lolium boucheanum*) cultivars ("Barladin" and "Barsilo") were sown as monocultures in the autumn of 2011 at the CIAM (coastal zone of Galicia, NW of Spain) in an experiment following a split-plot design with cultivar as the main-plot, cutting date (six first-cut dates from 6 March to 17 May, followed by a second cut of regrowths at six weeks of age) as the sub-plot and ten replicates. No significant effect of cultivar in terms of dry matter (DM) and digestible organic matter (DOM) yields was detected in any of the two cuts, showing all the cultivars high herbage yields (7.4 and 5.4 t DM ha⁻¹ and 5.2 and 3.5 t DOM ha⁻¹, first and second cut, respectively). Average values of crude protein (CP) content were low and, inversely, water soluble carbohydrates (WSC) content was high in all cultivars (CP: 9.1 and 8.9 %; WSC: 28.0 and 22.6 %, first and second cut, respectively), showing only minor differences amongst cultivars within each cut. In the first cycle herbage yield increased from 3.2 t DM ha⁻¹ and 2.3 t DOM ha⁻¹ in early March to a maximum of 9.9 t DM ha⁻¹ and 6.7 t DOM ha⁻¹ in the first week of May when all ryegrass species headed. Average CP content was 14.7 % in the first cutting date, dropping to 6.5 % at the beginning of the heading stage. It is concluded that winter ryegrass is a high-yielding, energy-rich crop for silage, although protein content can be very low in late cuts. Alternative cultivars are preferable for early harvests in spring, whilst non-alternative and hybrid ryegrasses are the best option for cuts around the heading stage.

INTRODUCCIÓN

Según el Anuario de estadística del MARM (2010), en Galicia se produce aproximadamente el 40 % de la leche de vacuno y concentra más de la mitad de las explotaciones lecheras de España. Fernández-Lorenzo *et al.* (2009), en un trabajo acerca de la estructura productiva de las explotaciones lecheras gallegas en el decenio 1996-2006, señalan que en dicho período desaparecieron el 65 % de las explotaciones, la producción aumentó hasta los 2,2 millones de toneladas y la superficie forrajera destinada a producir leche en Galicia se contrajo de 388 000 ha en el año 1996 a 232 000 ha en 2006. En paralelo se produjo una mayor intensificación forrajera de la SAU disponible, sobre todo en las explotaciones de mayor dimensión, que se centró en un notable incremento del cultivo del maíz forrajero, el predominio de los ensilados sobre el consumo de forrajes frescos y un menor uso de la hierba de pradera en la alimentación de las vacas lecheras. Según los datos de estos autores, en el año 2006 se cultivaban en las explotaciones lecheras gallegas unas 50 000 ha de maíz forrajero y 30 000 ha de raigrás italiano. Algo más de un tercio de los ganaderos declaraban que durante el invierno, tras el cultivo del maíz, dejan habitualmente o en ocasiones la tierra sin cultivar y los dos tercios restantes practican una rotación de dos cultivos por año, donde el cultivo de invierno más común es el raigrás italiano de tipo alternativo, que es utilizado por casi el 70 % de las explotaciones de mayor dimensión y que es aprovechado fundamentalmente para ensilar, en un sistema de uno o dos cortes, en función de las circunstancias. En ocasiones, la climatología adversa a comienzos de primavera complica la obtención de cortes precoces, lo que obliga a un manejo en un sólo corte, avalado también por razones económicas.

El raigrás italiano es la gramínea pratense más sembrada en España, tanto en cultivo monofito como en mezclas con otras especies. Hace algo más de una década Piñeiro *et al.* (2001) estimaban que más del 90 % de la semilla de especies pratenses vendida por casas comerciales en Galicia correspondía a alguno de los tres tipos de raigrases (italiano, inglés e híbrido), predominando el raigrás italiano, que representaría más de la mitad de las ventas de semillas. Sin embargo, los ganaderos aducen que el raigrás italiano alternativo, manejado en un único corte para ensilar, con frecuencia presenta contenidos en proteína muy bajos (Flores *et al.*, 2002; Flores *et al.*, 2011) y no es infrecuente el encamado (Piñeiro, 2001). Por ello se demanda información acerca del comportamiento agronómico y nutricional de las

diferentes variedades existentes en el mercado para ayudar a definir con mayor precisión las estrategias de manejo de este cultivo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar y comparar la producción y el valor nutritivo de diferentes variedades de raigrás con diferentes características de ploidía y alternatividad, sembradas en otoño y sometidas a diferentes fechas de corte para ensilar en la primavera siguiente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El ensayo se realizó durante el período comprendido entre octubre de 2011 y junio de 2012, en la finca del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (A Coruña, 43° 15' N, 8° 18' W), situada en la zona costera de Galicia a 100 m de altitud, con terrenos franco-limosos de profundidad media, moderadamente ácidos y ricos en fósforo y potasio. Los valores de pH (en agua) del suelo oscilaron entre 5,81 y 5,96, el porcentaje de saturación de Aluminio entre 6,5 y 13,2 %, el contenido en P (Olsen, extraído en NaHCO₃) entre 29,2 y 57,7 mg kg⁻¹ y el de K (extraído en NH₄ NO₃) entre 300 y 372 mg kg⁻¹.

Tratamientos

Las variedades evaluadas fueron: dos variedades tetraploides de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) tipo alternativo (cv Promenade y cv Major), dos de raigrás italiano tetraploide de tipo no alternativo (cv Sultán y cv Danergo) y dos variedades de raigrás híbrido (*Lolium boucheanum* K.), una de las cuales era tetraploide, de tipo intermedio (cv Barladin) y otra variedad era diploide, de tipo italiano (cv Barsilo). Como se indica en la Tabla 1 la cosecha se realizó en seis fechas en el primer ciclo de crecimiento, desde el 6 de marzo hasta el 17 de mayo, cada dos semanas, seguidas por el corte de los rebrotes a las seis semanas de edad, a partir del 17 de abril hasta el 26 de junio. Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas (split plot) con 10 repeticiones, con la variedad (sembrada en monocultivo) como parcela principal y la fecha de corte como subparcela. Fueron elegidos al azar cuatro repeticiones en las que se realizó un aprovechamiento previo del forraje a mediados de enero (corte invernal), mientras que en las restantes repeticiones la hierba creció ininterrumpidamente hasta el primer corte de comienzos de marzo.

Corte de limpieza	Fechas de corte					
	El 18 de enero (en cuatro de las 10 repeticiones)					
Cortes para ensilar	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
Primer Ciclo	6 marzo	20 marzo	3 abril	17 abril	2 mayo	17 mayo
Rebrote a las 6 semanas	17 abril	2 mayo	17 mayo	29 mayo	12 junio	26 junio

FC: fecha de corte.

TABLA 1. Fechas de cosecha del ensayo.

TABLE 1. Harvest dates of the experiment.

Siembra y fertilización del cultivo

El terreno se preparó con dos pases de grada de discos ligera, entre los cuáles se aplicó la fertilización mineral de fondo, con 40 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 75 kg ha⁻¹ de K₂O. La siembra se realizó el 30 de septiembre de 2011 en un total de 360 parcelas elementales (6 variedades x 6 fechas de corte x 10 repeticiones) de 6,5 m² (5,0 m x 1,3 m), con dosis de semilla de 40 kg ha⁻¹ para las variedades tetraploides y de 30 kg ha⁻¹ para la variedad diploide. Como fertilización de cobertura se aplicaron 50 kg ha⁻¹ de N en todos los tratamientos y otros 50 kg ha⁻¹ de N tras el primer corte de cada variedad.

Muestreo de las parcelas

En las fechas previstas para cada corte se tomó una muestra de 4,5 m x 0,80 m en las correspondientes subparcelas mediante una segadora de barra oscilante de 0,80 m de anchura de corte, a una altura aproximada de 10 cm del suelo. La muestra fue pesada en el campo y, por cuarteos sucesivos, se tomó una alícuota de aproximadamente 2 kg, que se envió al laboratorio para las determinaciones de composición botánica y de materia seca (MS). El análisis florístico se realizó sobre una alícuota de muestra fresca de 300-400 g, separando manualmente las fracciones correspondientes a la especie sembrada y las otras especies. La materia seca de la biomasa total del cultivo y la de las fracciones se determinó en estufa de aire forzado Unitherm, a 80 °C durante 16 h (Castro, 1996) y, posteriormente, se molió a 1 mm en molino de martillos Christy and Norris.

Análisis de la composición química de las muestras mediante NIRS

La composición química y valor nutritivo de las muestras fue estimado mediante la técnica de espectroscopía de reflectancia en la región del infrarrojo cercano (NIRS). Los espectros de las muestras secas y molidas fueron registrados en un espectrofotómetro monocromador Foss NIRSystem 6500 y su contenido en las fracciones materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), carbohidratos solubles en agua (CSA), carbohidratos no estructurales totales (CNET) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMOIV) fueron estimadas aplicando una ecuación de calibración para forrajes existente en el CIAM. Las muestras detectadas como atípicas (no representadas en la ecuación de calibración) fueron analizadas por vía húmeda mediante métodos de referencia y por duplicado. Se determinó el contenido en MO por ignición en mufla a 550 °C; el de PB, expresada como nitrógeno (N) total x 6,25, mediante digestión micro Kjeldahl seguida de la determinación colorimétrica del ión amonio, según el método descrito por Castro *et al.* (1990) adaptado al autoanalizador de flujo continuo AAIII



© B. Fernández-Lorenzo

Raigrás italiano alternativo Promenade en la primera fecha de corte (6 marzo). Producción 5.0 t MS/ha; PB 13.6 % MS.

(Bran-Luebbe, Inc., Technicon Industrial Systems Corp., Tarrytown, NY, EEUU), el de de FND, según Goering y Van Soest (1970), determinado en un digestor Fibertec (Foss Tecator AB, Suecia) y el de CSA, según Castro (2000). La determinación de la DMOIV se realizó mediante el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963), modificado por Alexander y McGowan (1966). Todos los parámetros se refirieron a materia seca.

Análisis estadístico

Para la evaluación del efecto de la variedad en el corte de limpieza se utilizó un modelo completamente aleatorizado con cuatro repeticiones $Y = \mu + \alpha_i V + \beta_j R + \varepsilon_{ij}$ donde V es la variedad de raigrás y R la repetición. Para la evaluación del efecto de los tratamientos en el primer y segundo ciclo se utilizó el modelo $Y = \mu + \alpha_i V + \beta_j FC + \gamma_k CL + \delta_l R + (\alpha\beta)_{ij} VxFC + (\alpha\beta)_{jk} VxCL + (\alpha\delta)_{il} VxR + (\beta\gamma)_{jk} FCxCL + (\beta\delta)_{jl} FCxR + (\gamma\delta)_{kl} CLxR + \varepsilon_{ijkl}$ donde V es la variedad de raigrás, FC es la fecha de corte, CL es la realización o no del corte de limpieza y R la repetición o bloque. En este análisis, los tratamientos V, FC y CL se consideraron factores fijos, utilizándose las interacciones VxR, FCxR y CLxR en la construcción de los correspondientes test F que midieron su significación. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y las comparaciones de medias se obtuvieron mediante la diferencia mínima significativa protegida de Fisher, utilizando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS v.8a (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se llevó a cabo en unas condiciones climatológicas que pueden considerarse normales para el otoño, seguido por un invierno poco lluvioso y un comienzo de primavera atípico, registrándose precipitaciones más elevadas y temperaturas más bajas de lo habitual en el mes de abril, mientras que el

resto de la primavera se ajustó al patrón termopluviométrico considerado como normal para la zona de ensayo en esta época (Figura 1). El establecimiento de los raigrases fue satisfactorio y en el posterior desarrollo del ciclo del cultivo no se apreciaron problemas de plagas o enfermedades. La incidencia del encamado del forraje fue baja para todas las variedades, incluso en los cortes más tardíos del primer ciclo, no afectando a la normal cosecha de la hierba. En cuanto a las fechas de espigado, todas las variedades espigaron en un intervalo de siete días, entre los días 2 y 8 de mayo.

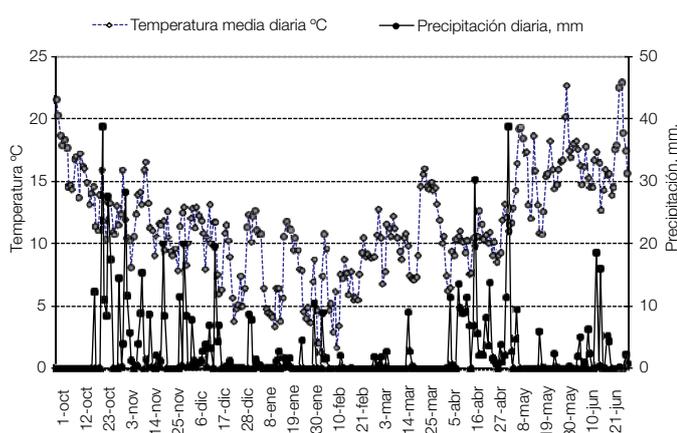


FIGURA 1. Temperatura y precipitación durante el período de ensayo.

FIGURE 1. Temperature and rainfall over the experiment period.

Efectos principales: Variedad

a) Corte de limpieza en invierno

En la Tabla 2 se muestran las producciones de materia seca (kg MS ha⁻¹), materia orgánica digestible (kg MOD ha⁻¹) y PB (kg ha⁻¹), el porcentaje de especies sembradas sobre la producción de materia seca total, el contenido en MS y el valor nutritivo del forraje para las diferentes variedades en el corte de limpieza efectuado a mediados de enero. La producción me-

dia fue de 992 kg MS ha⁻¹ y la producción de la variedad alternativa "Promenade" superó significativamente ($p < 0,05$) a la de las variedades híbridas. Las producciones de las variedades de raigrás alternativo fueron las más elevadas, mostrando su mayor capacidad de crecimiento invernal, seguidas de las variedades de raigrás no alternativo y por último de los híbridos. La implantación del cultivo fue buena o muy buena en todos los casos, no existiendo diferencias significativas entre variedades en cuanto a la presencia de especies espontáneas. El estado fisiológico poco avanzado en que se encontraban todas las variedades, se corresponde con bajos valores medios de MS (14,1 %) y de fibra (FAD 16,4 %; FND 37,0 %), siendo elevado tanto el contenido en PB (17,3 %) como el valor de digestibilidad de la materia orgánica (DMOIV 81,7 %) y el contenido en azúcares (CSA 23,3 %).

b) Aprovechamientos en el primer ciclo en primavera y rebrotes

Cuando se promedian los resultados obtenidos para cada variedad en las diferentes fechas de corte del primer ciclo y de los rebrotes a las seis semanas de crecimiento (Tabla 3), puede observarse que, con carácter general, no existen diferencias significativas en producción entre las diferentes variedades o las diferencias son cuantitativamente escasas. Así, en el primer corte, las producciones medias y el rango de variación entre variedades fueron de 7499 kg MS ha⁻¹ (rango 7075 a 8159), 5216 kg MOD ha⁻¹ (rango 4835 a 5408) y 605 kg PB ha⁻¹ (rango 581 a 647).

En el corte de los rebrotes, realizado a las seis semanas del primero, tampoco se detectaron diferencias significativas entre variedades en la producción de materia seca (5484 kg MS ha⁻¹, rango 5080 a 5892), materia orgánica digestible (3551 kg MOD ha⁻¹, rango 3263 a 3912) y de proteína (482 kg PB ha⁻¹, rango 444 a 526). En este segundo aprovechamiento, las variedades más productivas fueron las no alternativas, seguidas de los híbridos, evidenciando una capacidad de rebrote comparativamente superior de éstas respecto a las variedades

Variedad	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutricional							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
A1	1342	997	235	89,5	15,0	90,0	17,7	15,4	36,4	22,8	24,1	82,0
A2	1136	847	196	84,5	14,7	89,8	17,5	15,3	36,1	22,8	24,2	82,6
NA1	905	642	160	95,8	12,6	88,8	17,5	18,3	39,3	19,2	20,9	79,9
NA2	1083	795	173	93,0	14,1	89,4	16,5	17,3	37,6	22,3	23,8	82,0
H1	790	594	134	93,2	14,9	89,9	17,0	14,9	34,5	24,2	25,3	83,3
H2	699	501	126	90,5	13,4	89,4	17,8	17,1	37,9	19,9	21,5	80,2
Media	992	729	171	91,1	14,1	89,6	17,3	16,4	37,0	21,9	23,3	81,7
<i>p</i>	*	*	**	ns	**	ns	ns	***	**	ns	ns	*
<i>d.m.s.</i>	366	278	54	-	1,2	-	-	1,3	2,0	-	-	2,2

A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladín; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; % Sem: porcentaje de la especie sembrada (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo; $p > 0,05$).

d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna al nivel $p < 0,05$.

TABLA 2. Efecto de la variedad de raigrás sobre la producción y valor nutritivo del corte de invierno.

TABLE 2. Effect of ryegrass cultivar on herbage yield and nutritive value of the winter cutting.

Primer ciclo de crecimiento (medias de seis fechas de corte realizadas del 6 de marzo al 17 mayo, cada dos semanas)

Variedad	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
A1	8159	5499	647	98,8	18,3	92,1	8,8	27,9	50,1	26,1	26,3	73,8
A2	7666	5288	601	98,7	19,3	92,3	8,9	26,5	48,9	27,8	28,2	75,7
NA1	7554	5408	592	96,2	19,4	92,4	8,8	24,2	45,2	30,6	30,9	78,9
NA2	7319	5149	616	96,5	19,3	91,8	9,6	25,1	46,3	27,9	28,1	77,7
H1	7075	4835	595	95,0	18,4	91,5	9,7	26,1	47,5	26,2	26,3	76,3
H2	7221	5118	581	96,6	21,3	92,2	9,1	24,9	46,2	29,3	28,5	78,2
Media	7499	5216	605	96,9	19,3	92,1	9,1	25,8	47,4	28,0	28,1	76,8
<i>p</i>	ns	ns	ns	**	***	*	ns	***	***	*	**	***
<i>d.m.s.</i>	-	-	-	1,6	1,1	0,5	-	0,9	1,2	2,6	2,3	2,0

Rebote a las 6 semanas del primer aprovechamiento (medias de seis fechas de corte realizadas del 17 de abril al 26 de junio)

Variedad	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
A1	5393	3376	471	99,7	17,5	92,1	8,8	31,5	55,4	20,9	21,0	68,3
A2	5080	3263	444	99,7	17,4	92,6	8,7	30,1	54,0	22,8	23,1	70,2
NA1	5831	3912	465	99,5	18,5	92,4	8,1	28,8	51,5	26,0	26,2	73,0
NA2	5892	3779	526	99,0	16,9	91,6	9,0	30,3	53,4	21,9	22,1	70,5
H1	5190	3317	502	99,8	16,2	91,2	9,7	30,8	53,9	20,1	20,6	70,4
H2	5517	3662	486	99,0	18,5	92,0	9,0	28,9	51,7	23,6	24,2	72,4
Media	5484	3551	482	99,5	17,5	92,0	8,9	30,1	53,3	22,6	22,9	70,8
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	**	**	*	*	*
<i>d.m.s.</i>	-	-	-	-	1,5	0,6	-	1,1	1,2	3,0	2,6	2,4

A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladín; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; % Sem: porcentaje de especies sembradas (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo: $p > 0,05$).

d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna al nivel $p < 0,05$.

TABLA 3. Efecto de la variedad de raigrás sobre la producción y valor nutritivo de la hierba en el primer ciclo y en el rebrote a las seis semanas en primavera.

alternativas, que en todo caso no llega a ser significativa estadísticamente.

En cuanto al valor nutritivo medio de las distintas variedades en los aprovechamientos efectuados en el primer ciclo destacan, como caracteres comunes a las mismas, una elevada digestibilidad, un bajo contenido en proteína y un alto contenido en carbohidratos no estructurales, que en la práctica totalidad son azúcares. La alta concentración de azúcares en todas las variedades, observada incluso en el corte de limpieza efectuado en invierno, pone en evidencia su consideración como unas de las forrajeras que poseen mejor ensilabilidad (capacidad de fermentar correctamente en el silo), estando únicamente por detrás del maíz forrajero en este respecto (Demarquilly, 1986).

En el primer ciclo de crecimiento, el valor medio (y rango de variación) del contenido en MS fue 19,3 % (18,3 a 21,3 %), el de la DMOIV fue de 76,8 % (73,8 a 78,9 %) y para los restantes parámetros de composición química se obtuvieron los siguientes valores (expresados sobre MS): PB 9,1 % (8,8 a 9,7 %), FAD 25,8 % (24,2 a 27,9 %); FND 47,4 % (45,2 a 50,1 %) y CSA 28,1 % (26,1 a 30,9 %). Se observaron diferencias significativas entre variedades para algunos parámetros de calidad nutritiva, siendo las más relevantes la menor digestibilidad y superior contenido en fibra de las variedades alternativas (en

TABLE 3. Effect of ryegrass cultivar on herbage yield and nutritive value of herbage in the first cycle and the 6-weeks regrowth in spring.

particular la del cv Promenade) comparadas con el resto de las variedades. Por el contrario, no se observaron diferencias significativas entre variedades en cuanto al contenido en PB, mostrando así la homogeneidad en el comportamiento de las variedades evaluadas en cuanto a este parámetro. La variedad híbrida diploide "Barsilo" mostró un contenido significativamente superior de MS (2,36 unidades) comparada con las variedades tetraploides.

La calidad media de los rebrotes fue inferior a la obtenida en el primer ciclo, registrándose descensos medios de 6 unidades (ud) para la digestibilidad y 5 ud para el contenido en azúcares, mientras que la fibra incrementó en 4 o 5 ud para la FAD y FND, respectivamente y el contenido en PB disminuyó dos décimas (0,2 ud). Los valores medios (y rango de variación) de contenido en materia seca, digestibilidad y parámetros de composición química (expresados sobre MS), fueron: MS 17,5 % (16,2 a 18,5 %); DMOIV 70,8 % (68,3 a 73,0 %); PB 8,9 % (8,1 a 9,7 %); FAD 30,1 % (28,8 a 31,5 %); FND 53,3 % (51,5 a 55,4 %) y CSA 22,7 % (20,9 a 26,2 %). Se pone en evidencia que, a pesar de la pérdida de calidad respecto del primer ciclo, el valor medio de los rebrotes a las seis semanas sigue manteniendo un buen valor nutritivo, en lo que a la digestibilidad o valor energético se refiere, y un contenido de azúcares más que suficiente para obtener una buena calidad de fermentación en el silo. En cuanto a las diferencias

entre variedades, la característica más reseñable, tal como aconteció en el primer ciclo, fue la inferior digestibilidad y superior contenido en fibra de la variedad alternativa “Promenade”, en particular comparada con la variedad no alternativa “Sultán” y la variedad híbrida diploide “Barsilo”.

La producción media acumulada en primavera en el presente ensayo se elevó a 12 893 kg MS ha⁻¹ y osciló entre variedades en un estrecho rango, de 12 265 a 13 552 kg MS ha⁻¹. Estos valores son altos, en comparación con los encontrados normalmente en la bibliografía relativos al rendimiento de estas especies, si bien se observa una gran variabilidad en las producciones obtenidas en los diferentes ensayos revisados. Piñeiro y Pérez (1978), en un ensayo realizado en la finca del CIAM sita en Bos (Guisamo-A Coruña) indican que un cultivo de raigrás italiano sometido a un sistema de cuatro cortes con diferentes dosis de N tuvo un rendimiento anual de 9,5 a 12,0 t MS ha⁻¹ y de 10,6 a 15,0 t MS ha⁻¹ cuando el raigrás recibía 60 o 120 ud N ha⁻¹, concentrándose en los dos primeros cortes (mayo-junio) aproximadamente el 70 % de la producción total anual de MS. En situación de regadíos del Valle del Ebro (Delgado, 1979), se citan rendimientos anuales del orden de 15,8 a 21,5 t MS ha⁻¹, correspondiendo a los aprovechamientos efectuados en el período de crecimiento invierno-primavera entre el 54 y el 79 % de la producción total anual. Este mismo autor (Delgado, 2012), en situación de secanos de Aragón, cita producciones anuales que oscilaban entre 2,1 y 4,2 t MS ha⁻¹ obtenidas en ensayos realizados por diversos autores entre los años 1982 y 2000. En un estudio sobre productividad de diferentes rotaciones forrajeras en Galicia, Lloveras (1982) cita valores de producción de raigrás italiano (cv Tetrone) cosechado en primavera de entre 4,3 y 5,5 t MS ha⁻¹, para situaciones de zona interior de inviernos fríos (Pobra de Brollón, Lugo) y zona costera de inviernos templados (Mabegondo, A Coruña), mientras que en la síntesis de los datos de valor agronómico de pratenses de los años 1978 a 1999 realizada en el CIAM (Piñeiro y Pérez, 1999), se indican valores de rendimiento anual medio de 12,3 t MS ha⁻¹ para los raigrases italianos. En otro trabajo realizado durante cinco años en el interior de la provincia de Lugo, López-Cedrón *et al.* (2006) para un raigrás italiano (cv Promenade), en secano, fertilizado con 120-180 ud N ha⁻¹ y cosechado a finales de abril, obtienen rendimientos medios de 6,4 (rango 3,9 a 9,5) t MS ha⁻¹. Para una variedad de raigrás italiano no alternativo (cv Exalta) cultivada también en secano, fertilizada con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ y cosechada en cuatro cortes a lo largo del año, los mismos autores refieren producciones medias anuales de 10,3 (rango 6,5 a 15,7) t MS ha⁻¹ y alertan de la posibilidad de agostamiento y muerte del raigrás no alternativo durante el verano debido a la sequía en las zonas más secas del interior de Galicia. En el mismo ensayo, en condiciones de regadío, la misma variedad de raigrás italiano, con una pauta de fertilización semejante y un sistema de cuatro o cinco cortes anuales, alcanzó un rendimiento medio anual de 16,4 (rango 12,0 a 20,4) t MS ha⁻¹. En un estudio de cuatro años de duración realizado en Irlanda del Norte, Dale *et al.* (2011) estudiaron el comportamiento de diferentes cultivos pratenses



© B. Fernández-Lorenzo

Vista parcial de los ensayos de evaluación de pratenses del CIAM.

sometidos a una estrategia de tres cortes anuales para ensilar y fertilizados con dosis de purín de vacuno que oscilaban de 33 a 95 m³ ha⁻¹ año⁻¹. Las variedades de raigrás italiano fueron las segundas más productivas (por detrás del trébol violeta) alcanzando un rendimiento medio anual de 13,0 (rango 10,2 a 14,7) t MS ha⁻¹ con un bajo contenido medio de PB de 7,7 % (rango 6,7 a 8,2). Los raigrases híbridos produjeron, de media, aproximadamente 1,0 t MS ha⁻¹ menos y la concentración media de PB fue 1,1 unidad más elevada comparados con los raigrases italianos. En ensayos más recientes, realizados en la zona costera de Asturias, Oliveira *et al.* (2013) obtuvieron rendimientos medios de 9,5 y 13,5 t MS ha⁻¹ con la variedad de raigrás italiano alternativo “Barspirit”, fertilizada con dosis de 40 y 80 kg N ha⁻¹, respectivamente, en un único corte a comienzos de mayo.

Por otra parte, los resultados obtenidos coinciden con las observaciones de otros autores (Delgado, 1979; Piñeiro *et al.*, 2001) relativas a la ausencia de diferencias significativas entre variedades de raigrás italiano diploides y tetraploides en cuanto a producción de MS, por lo que la elección de variedades debe guiarse por otros caracteres de tipo fisiológico o de calidad del forraje. Los resultados del presente trabajo permiten extender esta afirmación a las variedades de raigrás híbrido, cuya productividad fue semejante a la de las variedades de raigrás italiano. Esto parece indicar que tanto las variedades no alternativas como los híbridos también pueden utilizarse en las rotaciones intensivas de dos cultivos por año, y muestran la necesidad de incluir ambos tipos de raigrás en los experimentos de evaluación de variedades para la fase de otoño-invierno-primavera.

Efectos principales: fecha de corte

Como puede observarse en la Tabla 4, en la que se exponen los resultados observados en las diferentes fechas de corte del primer ciclo y de los rebrotes a las seis semanas, promediando

Primer ciclo de crecimiento (medias de las seis variedades de raigrás)

Fecha de corte	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
FC1 6-marzo	3234	2375	477	94,4	17,1	90,2	14,7	19,1	38,7	24,3	24,7	82,1
FC2 20-marzo	5489	3997	650	95,3	16,7	90,7	11,8	21,9	41,8	26,1	26,2	80,9
FC3 03-abril	7592	5339	704	96,8	19,1	91,4	9,2	25,5	46,9	26,1	26,5	77,6
FC4 17-abril	8814	6160	665	97,7	18,7	92,7	7,5	27,1	49,1	29,3	29,6	75,8
FC5 2-mayo	9904	6778	617	98,7	19,6	93,0	6,5	29,5	52,4	31,5	31,6	73,6
FC6 17-mayo	9960	6647	518	98,8	25,0	94,4	5,2	31,6	55,4	29,9	30,2	70,7
Media	7499	5216	605	96,9	19,3	92,1	9,1	25,8	47,4	28,0	28,1	76,8
<i>p</i>	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**	**	***
<i>d.m.s.</i>	1016	723	72	1,4	2,0	0,5	0,8	1,5	2,1	3,0	3,1	2,2

Rebote a las 6 semanas del primer aprovechamiento (medias de las seis variedades de raigrás)

Fecha de corte	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
FC1 17-abril	6093	4108	701	98,3	14,5	91,0	11,3	25,2	46,7	23,5	24,1	74,7
FC2 2-mayo	5766	3831	591	98,5	14,4	90,7	10,6	27,3	49,3	23,4	23,7	73,5
FC3 17-mayo	3657	2394	358	100	15,1	90,1	9,8	28,8	50,9	20,3	21,2	72,7
FC4 29-mayo	4833	3232	375	100	17,5	92,2	7,8	30,2	53,3	25,1	25,2	72,8
FC5 12-junio	6254	3843	443	100	19,2	93,6	7,1	34,6	59,6	20,1	20,8	65,5
FC6 26-junio	6301	3900	426	100	24,3	94,2	6,8	34,4	60,0	22,1	23,2	65,5
Media	5484	3551	482	99,5	17,5	92,0	8,9	30,1	53,3	22,6	22,9	70,8
<i>p</i>	*	*	***	*	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>d.m.s.</i>	1444	928	119	1,1	1,3	0,8	0,9	1,1	1,2	1,8	1,6	1,4

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; %Sem: porcentaje de especies sembradas (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo: $p > 0,05$).

d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna al nivel $p < 0,05$.

TABLA 4. Efecto de la fecha de corte (FC) sobre la producción y valor nutritivo de la hierba en el primer ciclo y el rebrote a las seis semanas en primavera.

TABLE 4. Effect of harvest date (FC) on herbage yield and nutritive value in the first cycle and the 6-weeks regrowth in the spring.

todas las variedades de raigrás evaluadas, existe un fuerte efecto de la fecha de aprovechamiento sobre la producción y la calidad del forraje.

En el primer ciclo de crecimiento, la producción aumentó desde las 3234 kg MS ha⁻¹ en la primera fecha de corte (6 marzo) hasta alcanzar 9904 kg MS ha⁻¹ en la quinta fecha (2 mayo), a partir de la cual no se incrementa más el rendimiento. La acumulación diaria de MS entre las diferentes fechas de corte, expresada en kg MS ha⁻¹, fue de 160 kg día⁻¹ entre el 6 de marzo y el 20 de marzo, de 150 kg día⁻¹ entre el 20 de marzo y el 3 de abril, de 87 kg día⁻¹ entre el 3 de abril y el 17 de abril, de 77 kg día⁻¹ entre el 17 de abril y el 2 de mayo, y de 4 kg día⁻¹ entre el 2 de mayo y el 17 de mayo. El escaso crecimiento del cultivo en este último intervalo coincide con el inicio del espigado de las diferentes variedades que, como se citó anteriormente, tuvo lugar en la primera semana de mayo. Cuando expresamos la producción en términos de materia orgánica digestible por hectárea, el rendimiento se vio maximizado numéricamente también en el corte realizado a principios de mayo, si bien el rendimiento conseguido en esta fecha (6778 kg MOD ha⁻¹) no se diferenció significativamente del obtenido dos semanas antes, a mediados de abril. La extracción de PB, por su parte, se ve optimizada en un intervalo de fechas de corte más precoz, situado entre mediados de marzo y mediados de abril, con un máximo (704 kg PB ha⁻¹) a comienzos de este mes. Esta circunstancia es consecuencia, como se comentará más adelante, de la acusada caída de la concentración de PB en

el forraje conforme avanza la madurez de la planta a lo largo de la primavera. El porcentaje de malas hierbas presentes en el cultivo fue muy reducido, con un promedio menor del 4 % respecto de la MS total. La proporción de la especie sembrada en la materia seca cosechada va aumentando conforme se retrasa la fecha de corte, evidenciando la agresividad y dominancia de los raigrases.

La producción registrada en el corte de los rebrotes se mostró claramente afectada por la fecha de aprovechamiento, siendo observada una respuesta cuadrática donde los máximos de producción se consiguieron en las fechas extremas (abril o junio) y el mínimo en las fechas intermedias (mayo). Este efecto se atribuye a las condiciones climáticas registradas durante el mes de abril, con temperaturas más frías que el mes anterior y precipitaciones elevadas, que redujeron el crecimiento de los rebrotes correspondientes a los primeros cortes efectuados el 3 y el 17 de abril, cosechados seis semanas después, en la segunda mitad de mayo.

Las características a destacar respecto a la evolución del valor nutritivo con el avance de la madurez en el primer ciclo entre la primera y la última fecha de corte son: el contenido en humedad de la planta se reduce (MS aumenta desde 17,1 al 25,0 %), al igual que el contenido en cenizas (MO aumenta de 90,2 a 94,4 %); hay un fuerte aumento de la concentración de fibra (FAD desde 19,1 a 31,6 % y FND desde 38,7 a 55,4 %) y un incremento más moderado en la concentración de

azúcares y carbohidratos no estructurales totales (CSA desde 24,3 a 29,9 % y CNET desde 24,7 a 30,2 %); los valores energético y proteico se reducen de forma importante al disminuir la digestibilidad de la materia orgánica de la planta desde 82,1 a 70,7 % y el contenido en PB desciende marcadamente desde 14,7 a 5,2 %. Estas variaciones se producen de forma prácticamente lineal para todos los parámetros entre comienzos de marzo y mediados de mayo, llamando la atención los bajos valores de PB observados a partir del mes de abril y especialmente en el mes de mayo, donde llegan a ser inferiores al 7 %.

Todos los rebrotes fueron cosechados después de un crecimiento de seis semanas, siendo observado que la calidad nutritiva del forraje disminuía conforme el corte de rebrote era más tardío, evidenciando un efecto de la estación sobre la composición de los rebrotes de la misma edad. Así, entre los segundos cortes del 17 de abril y 26 de junio y para el promedio de las variedades, la digestibilidad de la materia orgánica disminuyó desde 74,7 a 65,5 % y la concentración de PB descendió desde 11,3 a 6,8 %, mientras que aumentaron los contenidos en fibra (FAD desde 25,2 a 34,4 % y FND desde 46,7 a 60,0 %). El contenido en MS también aumentó desde 14,5 a 24,3 %, mientras que la concentración de azúcares se mantuvo relativamente constante alrededor del 23,0 %.

En síntesis, y tal como se refleja en la composición nutritiva promedio del conjunto de los cortes, la calidad nutritiva de las variedades de raigrás italiano e híbrido evaluadas puede considerarse elevada en cuanto al valor energético y pobre en cuanto al valor proteico, excepto en los aprovechamientos más precoces. En la mayor parte de los estudios revisados, el contenido en PB de estas especies se situaba claramente por encima de los obtenidos en el presente estudio, si bien, como se discutirá más adelante, este contenido puede variar ampliamente. Por ejemplo, Lloveras (1982) en un estudio comparativo de la producción de praderas y rotaciones de cultivo en Galicia refiere, para un cultivo de raigrás italiano sembrado en otoño en la misma finca del CIAM en la que se realizó este ensayo y cosechado al comienzo del espigado, un rendimiento de 5100 kg MS ha⁻¹ y un contenido proteico del 21,7 %. Por su parte, Caballero y López-Goicoechea (1980) en cultivos monofitos de raigrás italiano alternativo fertilizado con 40 kg de N por corte entre el 13 de marzo y el 30 de mayo obtuvieron rendimientos en cada corte de 1600 a 3100 kg MS ha⁻¹ y contenidos en PB de 13,8 a 11,6 %. En el mismo ensayo, cuando el aporte de N fue de 80 kg ha⁻¹ corte⁻¹ entre las mismas fechas, los rendimientos por corte variaron entre 2400 y 4100 kg MS ha⁻¹ y el contenido en PB entre 16,3 y 14,2 %. Sin embargo, existen evidencias de una elevada variabilidad en cuanto al contenido proteico del cultivo de raigrás italiano en primer corte de primavera. Así, Moreno-Ríos y Sánchez-Vizcaíno (1976), estudiando el comportamiento agronómico y nutricional de siete variedades de raigrás italiano en distintas condiciones ambientales, refieren que para variedades que

producían aproximadamente 7000 kg MS ha⁻¹ en un solo corte, el contenido en PB oscilaba entre 7,1 y 13,0 %, llegando a valores de PB de 5,5 % para una variedad extraordinariamente productiva con un rendimiento de 24 000 kg MS ha⁻¹. Flores *et al.* (2011), en un sistema de un corte único en pequeña parcela a comienzos de mayo de 2010 en la finca del CIAM en Mabegondo (A Coruña) con la variedad de raigrás italiano alternativo "Promenade" fertilizada con 50 o 100 kg N ha⁻¹ y sembrada el otoño anterior, obtuvieron rendimientos de 8,5 y 9,1 t MS ha⁻¹ con contenidos en PB de 7,0 y 7,4 %, respectivamente. Piñeiro *et al.* (2011), en un estudio realizado sobre cultivos de invierno alternativos al raigrás italiano entre los años 2007 y 2008 en explotaciones lecheras de comarcas interiores de Galicia, citan rendimientos de la cv Promenade, en cortes realizados en diversas fechas comprendidas entre mediados de abril y comienzos de mayo, de 3,5 a 6,1 t MS ha⁻¹ y contenidos en PB que oscilaron entre 7,5 y 14,1 %. Este mismo cultivar, sembrado a mediados de noviembre del año 2010 en cinco explotaciones lecheras del interior de las provincias de A Coruña y Lugo y cosechada a comienzos del mes de abril en la primavera siguiente, mostró rendimientos sensiblemente más bajos, de 3,0 t MS ha⁻¹ de media, con contenidos en PB que variaron entre 5,0 y 17,9 %, de CSA entre 14,4 y 36,0 % y de DMOIV entre 76,0 y 83,3 % (Flores *et al.*, 2011). Las diferentes condiciones ambientales (inviernos más fríos), fechas más tardías de siembra y cortes más precoces en primavera pueden, entre otros factores, explicar el contraste entre los resultados experimentales de la finca de Mabegondo y los obtenidos en las explotaciones lecheras, e ilustra el fuerte efecto del medio y del manejo del cultivo del raigrás sobre sus resultados productivos.

En un estudio reciente realizado en la finca del CIAM en Mabegondo (A Coruña), Báez *et al.* (2013) encuentran para el cultivar de raigrás alternativo "Promenade" cosechado en primer corte el 2 de febrero y en un segundo corte el 23 de abril del mismo año 2012 en que se realizó el presente trabajo, producciones de 2,6 y 5,1 t MS ha⁻¹, respectivamente. Los contenidos en PB y CSA fueron, respectivamente, de 10,2 % y 41 % para el primer corte y de 7,6 % y 35 % para el segundo corte. La menor producción observada por dichos autores con relación a nuestro trabajo, puede ser atribuida a las diferentes condiciones de suelo y al efecto de haber sufrido un primer corte más tardío con la consiguiente merma en el rendimiento del siguiente aprovechamiento, como se discutirá más adelante. Se destaca el bajo contenido en PB y el alto valor de CSA en el corte de febrero, que contrastan con los valores del corte de mediados de enero realizado en nuestro trabajo (PB 17,7 % y CSA 22,8 %) para la cv Promenade. En cuanto a los valores del corte de finales de abril, los valores de PB y CSA observados en ambos trabajos son muy semejantes.

A la vista de los datos parece evidenciarse que, si bien los cultivares de raigrás italiano e híbrido evaluados son altamente productivos, su contenido proteico es bajo aún en un estado

Primer ciclo de crecimiento (medias de cultivares y fechas de corte)

	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
Sin corte de limpieza	8064	5539	682	96,7	19,0	91,9	9,4	26,5	48,3	26,6	26,7	75,6
Corte 18-enero	6651	4731	490	97,3	19,9	92,3	8,8	24,7	46,0	30,0	30,1	78,5
<i>p</i>	*	*	*	ns	*	*	**	*	*	**	*	*

Rebrote a las 6 semanas del primer aprovechamiento (medias de cultivares y fechas de corte)

	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
Sin corte de limpieza	5632	3618	490	99,5	17,4	92,0	8,8	30,4	53,7	22,4	22,5	70,2
Corte 18-enero	5262	3451	471	99,4	17,7	92,0	9,0	29,6	52,7	23,0	23,1	71,7
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; %Sem: porcentaje de especies sembradas (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo: $p > 0,05$).

TABLA 5. Efecto de la realización del corte de invierno sobre la producción y valor nutritivo de la hierba en el primer ciclo y en el rebrote a las seis semanas en primavera.

TABLE 5. Effect of ryegrass winter cutting on herbage yield and nutritive value in the first cycle and the 6-weeks regrowth in spring.

fisiológico no demasiado avanzado como es el inicio de espigado. El elevado contenido en carbohidratos no estructurales del forraje en todos los cortes indica una buena ensilabilidad de estas especies a lo largo de la primavera, superando en todos los casos los umbrales mínimos del 12-16 % MS, establecido como necesario para conseguir una buena conservación por corte directo sin necesidad de aditivos (Demarquilly, 1986; Chamberlain y Wilkinson, 1996).

Efectos principales: corte de limpieza

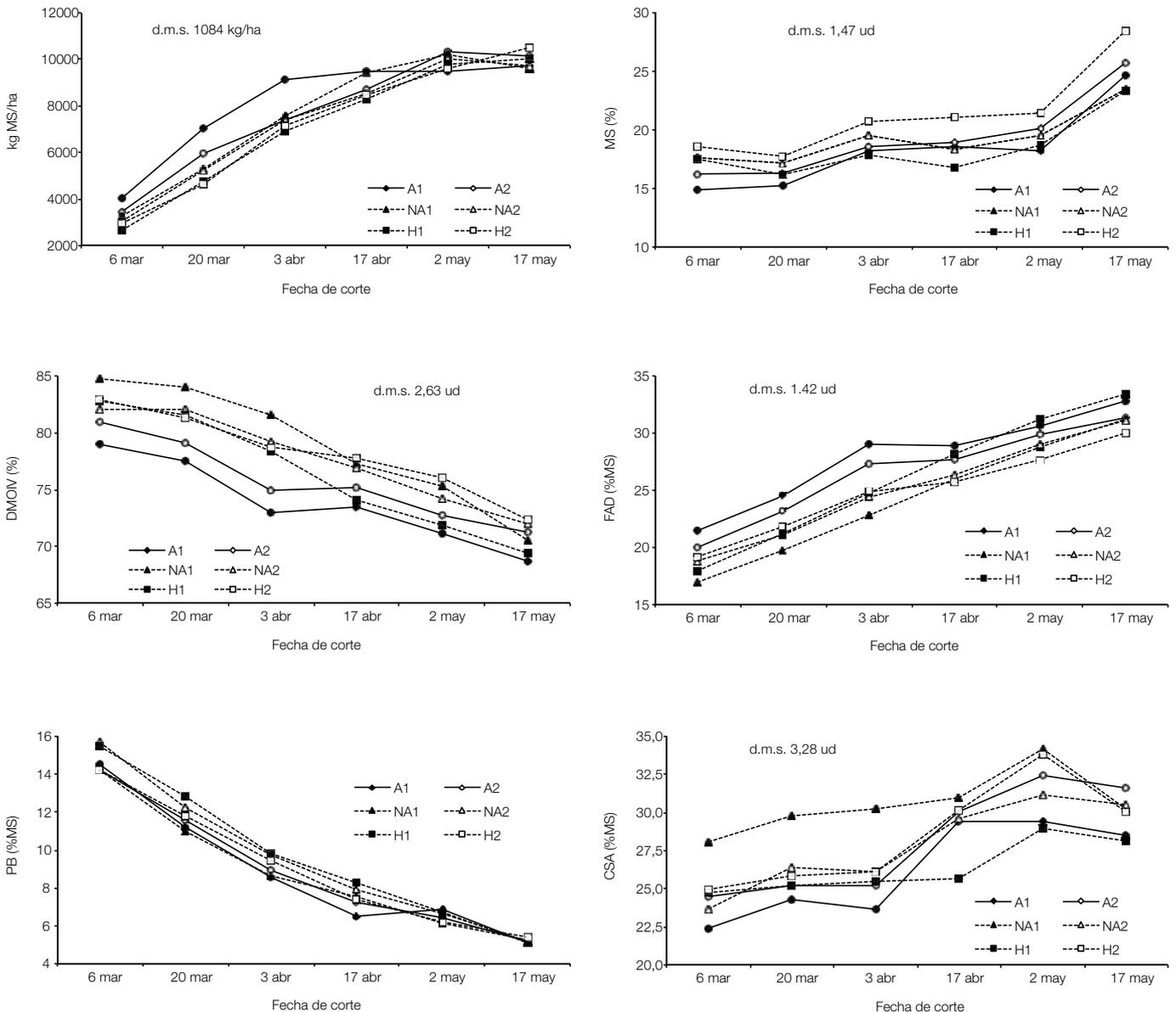
En la Tabla 5 se comparan los resultados en cuanto a producción y composición nutritiva del forraje de las parcelas en las que se realizó el corte de limpieza a mediados de enero con los de las parcelas donde no se realizó este corte. El efecto de la realización del corte de limpieza alcanza únicamente al primer ciclo, reduciendo significativamente la producción por hectárea de MS (-18 %), MOD (-15 %) y de PB (-28 %) comparada con la de las parcelas donde el forraje creció ininterrumpidamente durante el invierno. Por otra parte, el valor nutricional medio de la hierba de primer corte donde se realizó el corte de limpieza, mostró valores más elevados de digestibilidad de la materia orgánica (2,9 ud) y azúcares (3 ud) y valores inferiores de fibra (1,8 ud de FAD y 2,3 ud de FND). La mayor concentración de carbohidratos no estructurales en el forraje del primer ciclo de aprovechamiento en primavera con corte de invierno probablemente estuvo relacionada con el menor contenido en PB (-0,6 ud) de la hierba con respecto al forraje que creció ininterrumpidamente durante el invierno. Tanto para los cortes del siguiente ciclo (rebrotos de seis semanas tras el primer aprovechamiento de primavera) como en la producción total, el efecto de la realización del corte de invierno no fue significativo para ningún parámetro de producción o calidad nutritiva.

La realización del corte de limpieza, por otra parte, no se mostró beneficiosa ni en cuanto a la reducción de la presencia de malas hierbas en el cultivo (muy baja en todos los casos), ni para evitar el encamado del forraje, que no constituyó un problema a pesar de las fuertes lluvias registradas en el mes de abril. A la vista de los resultados cabe concluir, por tanto, que la realización del corte de limpieza en invierno no sería recomendable, particularmente en lo que a la realización del primer corte se refiere.

Interacción de factores fijos

Dado el elevado número de variables consideradas, se comenta en este apartado únicamente el efecto de las interacciones entre los factores fijos cultivar, fecha de corte y realización del corte de limpieza sobre las variables de rendimiento de MS por ha, el contenido en MS, PB, FAD y CSA y el valor de DMOIV. Las figuras 2, 3 y 4 reflejan, respectivamente, las interacciones Cultivar x Fecha de corte, Cultivar x Corte de invierno y Fecha de corte x Corte de invierno para las variables citadas, en el primer ciclo de crecimiento.

Rendimiento de MS. Aunque el comportamiento productivo de los cultivares de raigrás en las distintas fechas de corte del primer ciclo fue bastante uniforme, el cultivar alternativo "Promenade" produjo significativamente ($p < 0,05$) más que el resto de los cultivares en los primeros cortes del primer ciclo, mostrando un mayor potencial de crecimiento invernal. En los siguientes cortes, a partir de mediados de abril estas diferencias se reducen igualándose las producciones de los distintos cultivares. La acumulación media diaria de MS entre el primer y último corte del primer ciclo fue de 95 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, oscilando entre los 80 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los cultivares alternativos y los 107 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los raigrases híbridos. El corte de



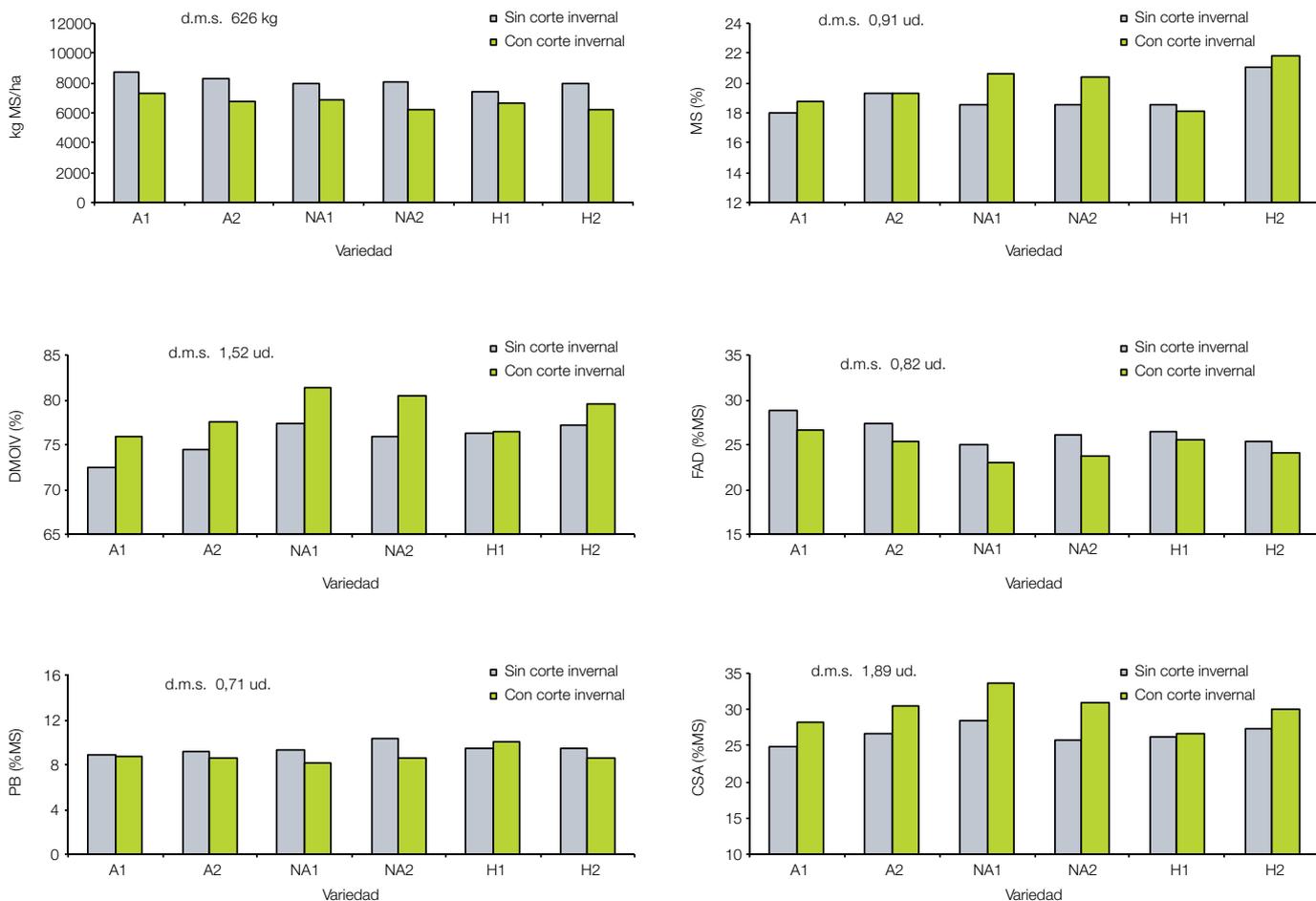
A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladín; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.
 MS: materia seca; DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%); FAD: fibra ácido detergente (%MS); PB: proteína bruta (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS).
 d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias $p < 0,05$.

FIGURA 2. Efecto de la interacción Variedad x Fecha de corte en el primer ciclo de crecimiento.

FIGURE 2. Effect of the interaction Cultivar x Cutting date in the first growth cycle.

invierno redujo significativamente ($p < 0,05$) el rendimiento de MS obtenido en el primer ciclo para todos los cultivares, salvo para el raigrás híbrido de tipo intermedio, que tuvo un comportamiento a la inversa. Este efecto se mostró también significativo en la producción de los rebrotes a los 45 días del primer corte, pero sólo para los raigrases no alternativos y el raigrás híbrido de tipo italiano. Cuando consideramos las fechas de corte del primer ciclo se observa que la menor producción media de los cultivares que fueron objeto del corte de limpieza en enero se mantiene ($p < 0,05$) a lo largo de los cuatro primeros cortes del primer ciclo, para anularse en el corte realizado alrededor del inicio de espigado de los raigrases.

Contenido en MS. El raigrás híbrido diploide de tipo italiano mostró un contenido en MS numéricamente superior al del resto de los cultivares en todos los cortes del primer ciclo, que llega a ser significativo ($p < 0,05$) a partir de mediados de abril, manteniéndose esta tendencia aunque de forma menos marcada en el aprovechamiento de los rebrotes a los 45 días de crecimiento. En el primer ciclo el aumento medio diario de MS fue de 0,11 % de MS día⁻¹ y el segundo ciclo fue un poco más elevado (0,14 % de MS día⁻¹). La realización del corte de limpieza en invierno tiende a aumentar el contenido en MS de los aprovechamientos del primer y segundo ciclo para todos los cultivares, salvo en el caso del raigrás híbrido



A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladín; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.
 MS: materia seca; DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%); FAD: fibra ácido detergente (%MS); PB: proteína bruta (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS).
 d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias p<0,05.

FIGURA 3. Efecto de la interacción Variedad x Corte de invierno en el primer ciclo de crecimiento.

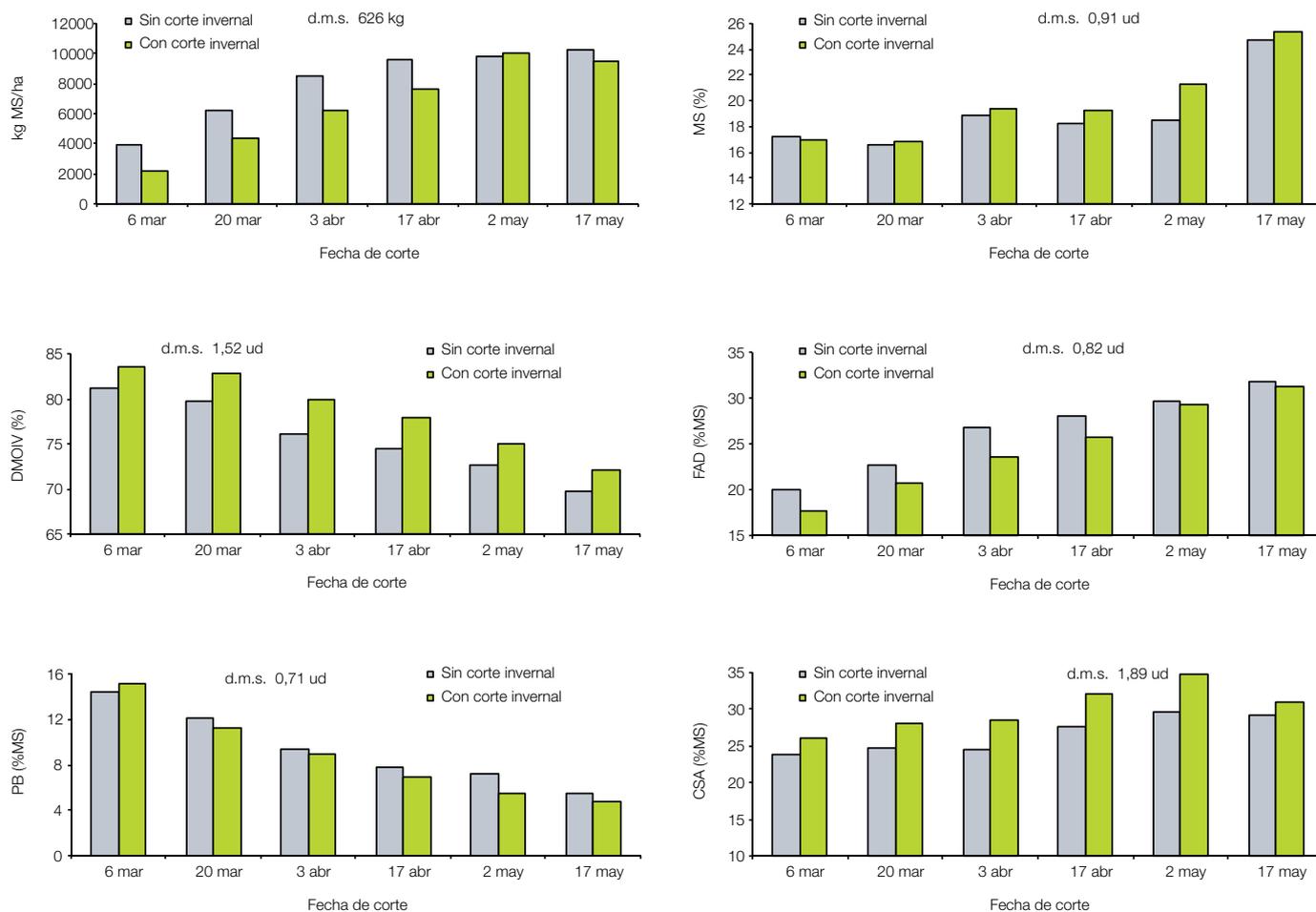
FIGURE 3. Effect of the interaction Cultivar x Winter cutting in the first growth cycle.

de tipo intermedio, llegando las diferencias a hacerse significativas ($p < 0,05$) para los cultivares de raigrás de tipo no alternativo. Cuando consideramos la media de los cultivares en cada fecha de corte, este efecto no se manifiesta hasta el corte de mediados de abril en el primer ciclo.

Digestibilidad de la materia orgánica. Si bien en los tres primeros aprovechamientos del primer ciclo los cultivares alternativos tendieron a mostrar valores inferiores de DMOIV comparadas con el resto, la interacción entre el cultivar y la fecha de corte no se mostró significativa. La variación de digestibilidad entre el primer y último corte del primer ciclo fue de $-0,16$ % DMOIV día⁻¹, descendiendo ligeramente menos ($-0,13$ % DMOIV día⁻¹) en el segundo ciclo. En esta fase, la digestibilidad de los rebrotes de los cultivares alternativos cosechados a los 45 días a partir del espigado fue significativamente inferior ($p < 0,05$) comparada con la del resto de los cultivares. El corte de limpieza en invierno indujo una mayor digestibilidad ($p < 0,05$) de todos los cultivares para el promedio de los aprovechamientos del primer

y segundo ciclos, salvo en el caso del raigrás híbrido de tipo intermedio.

Contenido en FAD. El comportamiento del contenido en FAD a lo largo de las diferentes fechas de corte en el primer ciclo es inverso al mostrado por la digestibilidad, mostrando los cultivares alternativos una mayor concentración de FAD ($p < 0,05$) que el resto de cultivares hasta mediados de abril, momento a partir del cual las diferencias se reducen y se hacen no significativas. Esta tendencia a favor de un mayor contenido en lignocelulosa de los cultivares alternativos se mantiene en los rebrotes, acentuándose las diferencias en las fechas más tardías aunque no de forma significativa. El aumento medio de FAD entre aprovechamientos extremos en el primer y segundo ciclos fue de $0,18$ y $0,13$ % día⁻¹. El corte de invierno redujo el contenido en FAD para la media de los aprovechamientos del primer ciclo en todas los cultivares ($p < 0,05$) menos en el híbrido de tipo intermedio. En el segundo ciclo, sólo los cultivares no alternativos mantuvieron esta diferencia de forma significativa ($p < 0,05$). Cuando se promedia el contenido en FAD



MS: materia seca; DMOMV: digestibilidad de la materia orgánica (%); FAD: fibra ácido detergente (%MS); PB: proteína bruta (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS)
d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias $p < 0,05$

FIGURA 4. Efecto de la interacción Fecha de corte x Corte de invierno en el primer ciclo de crecimiento.

FIGURE 4. Effect of the interaction Cutting date x Winter cutting in the first roth cycle.

de los diferentes cultivares por fecha de corte en el primer ciclo, se observa que la reducción de la FAD causada por el corte de limpieza es significativa ($p < 0,05$) hasta el momento del espigado, mientras que este efecto se mantiene en los rebrotes únicamente para las dos primeras fechas de corte.

significativamente diferentes ($p < 0,01$) a partir del corte realizado a mediados de abril.

Contenido en PB. El comportamiento de los cultivares de raigrás italiano e híbrido en los diferentes aprovechamientos fue homogéneo, no siendo significativa la interacción cultivar x fecha de corte en ninguno de los dos ciclos. El descenso medio de PB entre el primer y último corte del primer ciclo fue de $-0,13 \text{ \% día}^{-1}$ y de aproximadamente la mitad, $-0,06 \text{ \% día}^{-1}$, en el segundo ciclo. La realización del corte de invierno, por otra parte, tendió a disminuir el contenido en PB de los distintos cultivares, promediados por fecha de corte, salvo para el raigrás híbrido de tipo intermedio, llegando a ser significativa ($p < 0,05$) para los cultivares no alternativos en el primer y segundo ciclo. El valor medio de PB de los raigrases que fueron objeto del corte de limpieza en invierno, fue también numéricamente inferior al de los que crecieron ininterrumpidamente durante la primavera, llegando a ser

Contenido en CSA. La variación del contenido en CSA de los cultivares de raigrás en el primer ciclo entre el primer y último aprovechamiento fue positiva, con un incremento medio de $0,07 \text{ \% día}^{-1}$, mientras que en el segundo ciclo disminuyó para los cultivares alternativos y no se incrementó o lo hizo ligeramente para el resto, siendo $-0,03 \text{ \% día}^{-1}$ la variación media. Un raigrás no alternativo ("Sultán") mostró un contenido en azúcares solubles superior al resto de cultivares en la mayoría de los cortes del primer y segundo ciclo, no llegando a ser significativa la interacción cultivar x fecha de corte para esta variable. La realización del corte de limpieza en invierno aumentó significativamente ($p < 0,05$) el contenido en CSA en todos los cultivares en el primer ciclo, salvo para el raigrás híbrido de tipo intermedio, tendencia que se mantuvo en el segundo ciclo, aunque sólo se mostró significativa ($p < 0,05$) para los dos cultivares no alternativos, mientras que el raigrás híbrido que no fue segado en invierno mostró un contenido en CSA claramente superior ($p < 0,05$) al que sufrió el corte de limpieza.

El contenido en PB del raigrás italiano cosechado en primavera reportado en la bibliografía es muy variable, como consecuencia de las interacciones entre los factores genéticos y ambientales que condicionan la calidad nutricional de la planta (Gill *et al.*, 1989), pero en general los valores de PB suelen ser inferiores a los de otras forrajeras pratenses. Por ejemplo, para muestras de raigrás italiano y de alfalfa recogidas en un estado cercano a la madurez que tenían valores muy semejantes de FAD (47,0 % y 48,2 %, respectivamente), Andrighetto *et al.* (1993) indican que el contenido en PB del raigrás (7,8 %) era aproximadamente la mitad del de la alfalfa (16,7 %). Flores *et al.* (2002), en un ensayo donde estudiaron la evolución del rendimiento y calidad de tres especies gramíneas pratenses (raigrás italiano no alternativo, raigrás inglés y dactilo) en un sistema de tres cortes para ensilar, indican que los valores medios de PB para estas tres especies era, respectivamente, de 9,8 %, 10,7 % y 12,5 % en el primer ciclo, y de 9,6 %, 10,5 % y 10,6 % en el rebrote a las seis semanas.

Sin embargo, el contenido en PB del raigrás italiano en estado vegetativo puede ser elevado, ocurriendo un rápido descenso con el avance de la madurez de la planta (Gargano *et al.*, 1990; Valente *et al.*, 1998) con lo que suelen observarse bajos valores de PB cuando el raigrás se aprovecha en las proximidades del estado de espigado. Miyashige *et al.* (1989) indican valores de PB de 12,6 %, 11,9 % y 6,8 % para un raigrás italiano sembrado en otoño y cosechado la primavera siguiente en un estado de encañado (19 de abril), inicio de espigado (30 de abril) y pleno espigado (14 de mayo), lo que muestra una tendencia semejante a la observada en el presente trabajo. Fariani *et al.* (1994) indican que un raigrás italiano sembrado a mediados de otoño de 1991 y cosechado en primer corte la siguiente primavera en un estado vegetativo (8 de abril), inicio de espigado (4 de mayo) y espigado completo (30 de mayo), presentaba un contenido de PB de 17,1 %, 9,4 % y 7,8 %, respectivamente y de FAD de 30,0 %, 35,4 % y 46,4 %, respectivamente. En el referido estudio de Flores *et al.* (2002) en el que se evaluó el efecto de la fecha de corte sobre la evolución del rendimiento y la calidad de un raigrás italiano en un sistema de aprovechamiento para ensilado, los contenidos de PB, CSA y FAD fueron, respectivamente, de 16,3 %, 31,7 % y 21,4 % en la primera fecha de corte del primer ciclo (22 de abril) en un estado anterior al espigado; de 9,2 %, 31,5 % y 23,0 % en el inicio de espigado (6 de mayo) y de 6,0 %, 25,1 % y 30,4 % en el último corte, realizado el 27 de mayo con el raigrás totalmente espigado. Comparando la variación del contenido en PB, CSA y FAD entre los cortes de abril y final de mayo del citado estudio con la observada entre los cortes del 17 de abril al 17 de mayo en el presente trabajo, se obtiene, respectivamente, una variación diaria de -0,28 y -0,05 % de PB, -0,18 y 0,0 % de CSA y de +0,25 y +0,15 % de FAD, pudiendo concluirse que, aunque los valores absolutos son diferentes, reflejando las diferencias de genotipo, de medio y

manejo en ambos ensayos, las tendencias son semejantes en lo que al descenso de PB y el aumento de FAD con el avance de la madurez se refiere.

Salvia *et al.* (2005) estudiaron el efecto del momento de aprovechamiento sobre la producción y calidad de un raigrás italiano alternativo (cv Trinova) en un tercer corte a mediados de mayo tras dos aprovechamientos a comienzos de invierno y a finales de invierno, durante dos años. El contenido en PB disminuyó significativamente en los dos años a razón de aproximadamente -0,2 % día⁻¹, obteniéndose unas pérdidas de 4,3 y 7,4 unidades (% PB) desde el primer hasta el último corte en el primer y segundo año, respectivamente, y la reducción de la digestibilidad entre aprovechamientos se situó en torno a -0,6 % día⁻¹, mientras que el contenido en FND aumentaba, en el primer año, en 8,1 unidades desde el inicio de espigado a las tres semanas y el segundo año en 10,5 unidades desde comienzos de la última semana de abril a finales de mayo. En ensayos realizados en gran parcela donde se estudiaron rotaciones de distintos cultivos de invierno con maíz en la finca del CIAM en Mabegondo (A Coruña), Fernández-Lorenzo *et al.* (2007) utilizaron un raigrás italiano como cultivo testigo (cv Promenade), fertilizado con 86 kg N ha⁻¹ que fue cosechado en un corte precoz a finales de la segunda semana de abril, antes de espigar, y en un corte en un estado más tardío, ya completamente espigado, la tercera semana de mayo. Los resultados de los años 2005 y 2006 obtuvieron rendimientos respectivos, en el corte precoz de 4,6 y 5,1 t MS ha⁻¹, y de 7,0 y 8,0 t MS ha⁻¹ en el corte tardío. El contenido en PB del raigrás fue de 11,7 y 8,4 % y de 6,2 y 5,9 % para los años 2005 y 2006, cortes precoz y tardío, respectivamente. El descenso del contenido en PB fue muy diferente en ambos años, con valores de aproximadamente -0,10 y -0,05 % día⁻¹, respectivamente, situándose en valores comprendidos entre los resultados de los experimentos referidos por Flores *et al.* (2002), Salvia *et al.* (2005) y los observados en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

Se evidencia una alta productividad de los raigrases italianos e híbridos como cultivos invernales para formar parte de una rotación intensiva de dos cultivos por año. Presentan unos contenidos en energía elevados, pero unas concentraciones proteicas bajas o muy bajas en los cortes más tardíos. Se observan escasas diferencias entre cultivares en cuanto a la producción de materia seca o materia orgánica digestible por hectárea. Los cultivares alternativos son más adecuadas para aprovechamientos tempranos, perdiendo calidad respecto de los cultivares no alternativos e híbridos cuando se retrasa el aprovechamiento. En aprovechamientos más tardíos, de mediados a finales de abril, pudieran ser preferibles los cultivares no alternativos, y los raigrases híbridos para cortes en la primera quincena de mayo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado dentro del contrato suscrito entre el INGACAL y la empresa LEYMA CENTRAL LECHERA S.A. para la ejecución del proyecto 09MRU012E financiado dentro del programa INCITE de la Xunta de Galicia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER R.H. Y MCGOWAN M. (1966) The routine determination of *in vitro* digestibility of organic matter in forages—An investigation of the problem associated with continuous large-scale operation. *Journal of the British Grassland Society*, 21, 140-147.
- ANDRIGHETTO I., BAILONI L., COZZI G. Y TOLOSA H. (1993) Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfalfa and Italian ryegrass. *Journal of Dairy Science*, 76, 2624-2631.
- BÁEZ M., GARCÍA-POMAR M.I., LOURO A., CASTRO-IN-SUA J. (2013) Producción y composición química del forraje en rotaciones de maíz con varios cultivos de invierno. En: Olea L. et al. (Eds) *Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades*, pp. 187-194. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- CABALLERO R. Y LOPEZ GOICOECHEA E. (1980) Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos, composición y valor nutritivo del ray-gras italiano (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*). *Pastos*, 10(1), 114-124.
- CASTRO P., GONZÁLEZ QUINTELA A. Y PRADA RODRÍGUEZ D. (1990) Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. En: *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*, pp. 200-207. San Sebastian, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- CASTRO P. (1996) Efecto de tres temperaturas de secado sobre la composición química de forrajes y heces. En: *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, pp. 365-368. Logroño, España: Centro de Investigación, Gobierno de la Rioja.
- CASTRO P. (2000) Determinación de carbohidratos no estructurales en forrajes. En: *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, pp.447-453. Santiago de Compostela, España: Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria, Xunta de Galicia.
- CHAMBERLAIN A.T. Y WILKINSON J.M. (1996) *Feeding the dairy cow*. Marlow, Bucks, Reino Unido: Chalcombe Publications.
- DALE A., LAIDLAW S., BAILEY J., MAYNE S., FROST P. Y HAMMELEERS A. (2011) *Low input forages for ruminant production systems*. End of Project Report to AgriSearch. AFBI, Hillsborough, County Down, Northern Ireland. 43 pp.
- DELGADO I. (1979) Características fisiológicas y agronómicas del ray-grass Westerwold en el Valle Medio del Ebro. *Pastos*, 9(2), 72-84.
- DELGADO I. (2012). Abandono de tierras y cubiertas vegetales orientadas a la producción de pastos en zonas áridas y semiáridas de la cuenca media del Ebro. En: Canals R.M. y Emeterio L. (Eds) *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción*, pp. 529-534. Pamplona, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- DEMARQUILLY C. (1986) L'ensilage et l'évolution récente des conservateurs. *Bulletin Technique C.R. Z. V.Theix, INRA*, 63, 5-12.
- FARIANI A., WARLY L., MATSUI T., FUJIHARA T. Y HARUMOTO T. (1994) Rumen degradability of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) harvested at three different growth stages in sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 7(1), 41-48.
- FERNÁNDEZ-LORENZO B., FLORES G., GONZÁLEZ-ARRÁEZ A., VALLADARES J. Y CASTRO P. (2007) Comparación de las rotaciones forrajeras guisante-triticale/maíz y raigrás italiano/maíz. En: *Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje. Actas de la XLVI Reunión Científica de la SEEP*, pp. 234-241. Vitoria, España: SEEP.
- FERNANDEZ-LORENZO B., DAGNAC T., GONZALEZ-ARRAEZ A., VALLADARES J., PEREIRA-CRESPO S. Y FLORES G. (2009) Sistema de producción de leche en Galicia. Evolución y estado actual. *Pastos*, XXXIX(2), 251-294.
- FLORES G., GONZALEZ-ARRAEZ A., CASTRO J., PIÑEIRO J. Y CARDELLE M. (2002) Efecto de la estrategia de aprovechamiento del pasto para ensilar sobre la producción y composición química de tres gramíneas pratenses en el período primavera-verano. En: Chocarro et al. (Eds) *Producción de pastos, forrajes y céspedes. Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*, pp. 479-484. Lleida, España: Edicions de la Universitat de Lleida.
- FLORES G., DÍAZ N., VALLADARES J., FERNÁNDEZ LORENZO B., GONZÁLEZ-ARRÁEZ A., BANDE MJ, PEREIRA S, RESCH C, RODRIGUEZ-DIZ X Y PIÑEIRO J. (2011) Leguminosas anuales en asociación con raigrás italiano como cultivo invernal nas rotacións forraxeiras intensivas das explotacións de leite de Galiza. *Afriga*, 94, 86-98.
- GARGANO A., ADURING M. Y LABORDE H. (1990) Evaluation of four cool season perennial grasses: *in vitro* digestibility and crude protein nutrition. *Abstract Rev.*, 9, 290-311.
- GILL M., BEEVER D. Y OSBOURN D.F. (1989) The feeding values of grass and grass products. En: Holmes W. (Ed) *Grass, its production and utilisation*, pp. 89-129. London, UK: Blackwell Scientific Publications.
- GOERING H. Y VAN SOEST P. (1970) Forage fiber análisis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agriculture Handbook*, 379, 20 pp. Washington, USA: ARS, USDA.
- LÓPEZ CEDRÓN F.X., RUIZ-NOGUEIRA B., CONFALONE A., PIÑEIRO J. Y SAU F. (2006) Productividad de la rotación anual Raigrás-Maíz en Galicia: Evaluación durante cinco años en regadío y secano y bajo dos sistemas de siembra. *Pastos*, XXXVI(2), 193-216.

- LLOVERAS J. (1982) Estudio comparativo de la producción de praderas y rotaciones de cultivo en Galicia. *Pastos*, XII(1), 145-155.
- MARM (2010) *Anuario de Estadística*. Madrid, España: Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MIYASHIGE T., TAKEZAWA T. Y TAKIZAWA S. (1989) Effect of cutting date and drying temperature on the rumen degradability of crude protein in dehydrated hays of Italian Ryegrass and Alfalfa. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2(3), 336-337.
- MORENO-RÍOS R. Y SÁNCHEZ-VIZCAÍNO E. (1976) Rendimientos en forraje y digestibilidad *in vitro* de algunas variedades de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) *Pastos*, 6(2), 392-399.
- OLIVEIRA J.A., AFIF-KHOURI E., PALENCIA P. Y GORGOSO J. (2013) Efecto del abonado nitrogenado sobre el primer corte de primavera en un cultivo invernal de raigrás italiano. En: Olea L. et al. (Eds) *Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades*, pp. 227-234. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- PIÑEIRO J. Y PÉREZ M. (1978) El nitrógeno en una mezcla de Ray-grass italiano y Trébol violeta. *Pastos*, VIII(2), 239-263.
- PIÑEIRO J. Y PÉREZ M. (1999) Valor agronómico de prateses. Síntesis 78/99 Galicia-Asturias-Navarra. *Memoria CIAM 1999*, p. 37.
- PIÑEIRO J., DÍAZ N. Y PÉREZ M. (2001) Raigrás italiano. *Agricultura: Revista agropecuaria*, 828, 437-443.
- PIÑEIRO J., DÍAZ N., BANDE M.J. Y FERNÁNDEZ-PAZ J. (2011) Guisante, veza y haboncillo como cultivos forrajeros de invierno en explotaciones ganaderas de Galicia. En: Calleja A. et al. (Eds) *Pastos: fuente natural de energía*, pp. 265-271. León, España: Área de Publicaciones de la ULE.
- SALVIA J., SERRA J., ARAGAY M. Y CARRÉ X. (2005) Incidencia del momento de aprovechamiento sobre la calidad y la producción del raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*). En: Osoro K. et al. (Eds) *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural* (Vol. II), pp. 489-495. Gijón, Asturias, España: SERIDA.
- SAS INSTITUTE (2000) *SAS/Stat User's Guide, v.8.1*. Cary, NC, EEUU: SAS Institute Inc.
- TILLEY J.M.A. Y TERRY R.A. (1963) A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grasslands Society*, 18, 104-111.
- VALENTE M., PEIRETTI P., CANALE A., BORREANI G. Y CIOTTI A. (1998) Forage quality and quantified morphological stage relationships in Italian ryegrass during the spring growth cycle. II Chemical composition and nutritive value. *Italian Journal of Agronomy*, 2(1), 47-55.