

2

TRABAJOS CIENTÍFICOS

PRODUCCIÓN Y CONTENIDO EN PRINCIPIOS NUTRITIVOS DE PRADOS, PRADERAS Y DE LA ROTACIÓN RAIGRÁS ITALIANO-MAÍZ EN LA RASA MARÍTIMA CENTRO-ORIENTAL DE ASTURIAS

A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, B. DE LA ROZA DELGADO, S. MODROÑO LOZANO Y A. ARGAMENTERÍA

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Carretera Villaviciosa-Oviedo, s/n. 33300 Villaviciosa (Asturias). afargamenteria@serida.org

RESUMEN

Durante doce años consecutivos, se determinó en una finca de la zona costera oriental de Asturias la producción de materia seca (MS) de prados (sólo pastoreo), praderas de raigrás inglés, raigrás híbrido y trébol blanco (sólo pastoreo o pastoreo más uno o dos cortes a ensilar) y rotación raigrás italiano- maíz. Se midió la altura del pasto y se analizaron los principios nutritivos de ofertas, rechazos y forraje a ensilar. La información se sintetizó como total anual (aprovechamientos, utilización) o media ponderada anual (velocidad de crecimiento, principios nutritivos). Se determinó la influencia sobre dichas variables, del tipo de pasto, de las diferentes suplementaciones con prados y praderas con sólo pastoreo, y, de la variedad de raigrás inglés elegida en caso de praderas. Adicionalmente, se caracterizó la evolución anual de la producción y composición. Se concluye que la utilización anual ($t \text{ MS ha}^{-1}$) fue mínima en prados (5,22), máxima con la rotación raigrás italiano-maíz (23,35) e intermedia en praderas (7,27 con sólo pastoreo, 8,16 con un corte a ensilar y 11,11 con dos cortes; $p \leq 0,05$). El promedio anual de ingestión de hierba en régimen de sólo pastoreo fue muy bajo (7,8 $\text{kg MS vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en prados y 9,4 en praderas; $p \leq 0,05$), con una energía metabolizable estimada entre 11,9-11,6 $\text{MJ kg}^{-1}\text{MS}$ y un 25,1-29,7 % de proteína bruta sobre MS. La intensidad de la suplementación incrementó el número de aprovechamientos anuales y afectó poco a la composición química de ofertas y rechazos. La elección de la variedad de raigrás inglés influyó sobre lo anterior, además de hacerlo sobre la producción. El embastecimiento de la hierba en verano fue compensado por el efecto selectivo del ganado. Se aprecia, en general, buena concordancia con los resultados de otros ensayos realizados sobre pequeña parcela en zonas húmedas del Norte de España.

Palabras clave: Pastoreo rotacional, cortes para ensilar, raigrás inglés, suplementación, ingestión de nutrientes.

INTRODUCCIÓN

Asturias es una región española correspondiente al arco atlántico. Comparte con el resto de zonas húmedas del Norte de España una acentuada vocación pascícola y forrajera. De acuerdo con el trabajo efectuado por el INDUROT (Álvarez *et al.*, 2004) para el Proyecto coordinado a nivel nacional “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles (INIA-CCAA N° 0T00-037.C17), en el año 2003 contenía 307 494,89 ha de pastos arbóreos, 366 454,30 de pastos arbustivos, 263 209,09 de pastos herbáceos y 70 857,76 de pastos agrícolas.

En el caso concreto de las explotaciones lecheras asturianas, éstas se concentran en la rasa marítima y en las altiplanicies de la zona central. Para obtener los pastos y forrajes necesarios, disponen de prados, praderas y cultivos forrajeros anuales, de acuerdo con el Nomenclátor Básico de Pastos de España (Ferrer *et al.*, 2001). La topografía del terreno no permite elegir con entera libertad entre las tres opciones. De hecho, para diferenciar entre prado y pradera en el trabajo del INDUROT antes mencionado, hubo que aceptar el compromiso de asociar pradera a pendientes inferiores al 14%. Fue preciso acudir además a los datos del Gabinete de Estudios y Estadística de la Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias (SADEI, 2007), obtenidos mediante encuesta, pues 1 ha de maíz (pequeña superficie habitual en muchas explotaciones), pasa desapercibida para la fotogrametría aérea que permitió establecer el mapa de pastos de Asturias. Según ellos, actualmente hay 209 223 ha de prados, 27 957 de praderas, 9665 de raigrás italiano y 8670 de maíz forrajero.

Para ayudar en la toma de decisiones acerca del uso en explotaciones lecheras de prados, praderas y rotación de cultivos forrajeros anuales, en la medida en que el relieve lo permita, es necesario obtener datos no sólo de producción, si no también de contenido en principios nutritivos, que recojan la variabilidad interanual e interestacional, para someterlos a un análisis que permita evaluar la influencia de diversos factores controlables sobre dichos valores. Tal fue el objetivo general del presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

A) Características geográficas, edáficas y climatológicas de la finca experimental utilizada en este trabajo

La finca experimental en la que se llevaron a cabo los ensayos, está localizada en el concejo de Villaviciosa, colindante con la ciudad del mismo nombre, a 43° 28'50" lat., 5° 26' 27" long., y 10 m sobre el nivel del mar (rasa marítima oriental de Asturias). Pertenece al arco atlántico. La síntesis de observaciones termopluviométricas, según datos de su propia estación meteorológica, correspondiente al período considerado (12

años consecutivos), figura en la Tabla 1. No difiere del promedio general 1978-2003 (última actualización): Temperatura media anual de $13,2 \pm 0,40$ °C y precipitación anual de $1152,6 \pm 210,45$ mm en $168,0 \pm 37,17$ días de lluvia; en verano (junio a setiembre incluidos), $17,8 \pm 0,62$ °C y $229,5 \pm 90,62$ mm en $42,5 \pm 13,93$ días, respectivamente. Corresponden a clima templado-húmedo, existiendo gran variabilidad entre años.

La finca, con una superficie de 24 ha, tiene un suelo arcilloso y muy húmedo. Se halla dividida en 18 parcelas de 0,8-1,9 ha, colindantes y comunicadas entre sí y con la estabulación, por un camino que la atraviesa. Disponen de cercado eléctrico para pastoreo rotacional y de suministro de agua. Se destinan exclusivamente a aprovechamiento por vacuno lechero en producción; la cría, por motivos experimentales, utiliza otra superficie diferente.

TABLA 1

Datos meteorológicos procedentes de la propia estación del SERIDA de Villaviciosa durante el periodo correspondiente al presente trabajo (valores medios \pm error estándar).

Daily temperature and monthly rainfall taken at SERIDA (Villaviciosa) meteorological station for the experimental period (mean values \pm standard error).

Mes	Temperatura (°C):				Precipitación	
	Máxima	Mínima	Oscilación	Media	mm	Días de lluvia
ENERO	14,0 \pm 1,61	3,1 \pm 1,70	10,9 \pm 1,64	8,3 \pm 1,36	104,9 \pm 72,35	16,1 \pm 7,73
FEBRERO	14,4 \pm 1,90	3,2 \pm 1,24	11,3 \pm 1,54	8,8 \pm 1,34	92,3 \pm 70,87	14,6 \pm 5,99
MARZO	15,8 \pm 1,04	5,2 \pm 0,88	10,6 \pm 1,43	10,5 \pm 0,66	86,9 \pm 46,03	13,1 \pm 4,31
ABRIL	15,9 \pm 1,65	6,1 \pm 1,03	9,7 \pm 1,66	11,0 \pm 1,13	136,7 \pm 77,94	16,1 \pm 5,02
MAYO	19,1 \pm 1,39	9,2 \pm 0,78	9,8 \pm 1,09	14,2 \pm 0,99	63,1 \pm 31,47	13,9 \pm 4,39
JUNIO	20,9 \pm 1,11	11,9 \pm 0,89	9,1 \pm 1,44	16,4 \pm 0,70	57,6 \pm 40,37	11,4 \pm 4,23
JULIO	23,0 \pm 0,75	14,2 \pm 0,88	8,8 \pm 1,28	18,6 \pm 0,48	45,6 \pm 25,29	11,0 \pm 3,06
AGOSTO	23,6 \pm 0,73	14,8 \pm 1,01	8,9 \pm 0,98	19,1 \pm 0,67	60,5 \pm 37,54	10,3 \pm 5,06
SEPTIEMBRE	22,1 \pm 1,58	12,4 \pm 1,70	9,7 \pm 1,01	17,1 \pm 1,58	87,2 \pm 52,25	13,2 \pm 4,62
OCTUBRE	19,6 \pm 1,98	9,4 \pm 1,31	10,2 \pm 1,72	14,3 \pm 1,34	121,8 \pm 111,69	17,2 \pm 5,76
NOVIEMBRE	16,4 \pm 1,18	6,3 \pm 1,19	10,1 \pm 1,02	11,2 \pm 1,07	132,8 \pm 92,16	16,4 \pm 6,85
DECIEMBRE	14,3 \pm 1,46	4,4 \pm 1,41	9,9 \pm 1,31	9,2 \pm 1,36	112,3 \pm 73,06	15,6 \pm 7,42
Año				13,2 \pm 0,40	1101,8 \pm 210,24	168,8 \pm 32,92
Verano				17,8 \pm 0,48	251,0 \pm 89,19	45,8 \pm 11,28

B) Manejo general de la finca

Inicialmente, toda la superficie era de prado. Se procedió a sustituirlo en su mayor parte por pradera de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.), raigrás híbrido (*Lolium x*

hybridum L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.), con dosis de siembra respectivas de 20, 10 y 3 kg de semilla viable ha⁻¹. En caso de variedades tetraploides de raigrás inglés e híbrido, se usaron 40 y 20 kg ha⁻¹, respectivamente (Martínez-Martínez, 1994). Dos parcelas de relieve accidentado, quedaron para siempre como prado.

Con relación al raigrás inglés, se utilizaron variedades de precocidad diferente para mejor ordenación del pastoreo rotacional. Véase Tabla 2. De raigrás híbrido se utilizaron las variedades cv. 'Manawa' y cv. 'Sabrina'. De trébol blanco, siempre variedad cv. 'Huía'.

TABLA 2

Características de las variedades de raigrás inglés, raigrás híbrido y trébol blanco utilizadas en el presente trabajo.

Value for cultivation and use of the perennial ryegrass, hybrid ryegrass and white clover varieties used in the present work.

Especie	Variedad	Ploidía	Precocidad	IP(1)	IP(2)	Base 100(1)	Base 100(2)	Pers. Rel.
Raigrás inglés	Brigantia	D	TR	104	99	10,86	9,10	5,3
	Citadel	T	IN	91	96	10,86	9,10	4,6
	Magella	D	IN	96	94	10,86	9,10	5,4
	Nui	D	MP	107	110	10,86	9,10	6,3
	Ruanui	D	MP	94	99	10,86	9,10	5,1
	Taptoe	T	TR	94	98	10,86	9,10	5,3
	Trassa	T	TR	92	90	10,86	9,10	4,0
	Liperry	T	TR	*	*	*	*	*
	Parcour	D	IN	*	*	*	*	*
	Llenín	?	MT	*	*	*	*	*
Raigrás híbrido	Manawa	D	IN	112	100	10,84	9,19	-
	Sabrina	T	MP	112	98	10,84	9,19	-
Trébol blanco	Huía	-	-	98	99	8,8	8,47	-

*: Variedad no incluida en los ensayos de evaluación; -: Característica no aplicable a la especie.

Ploidía: D = Diploide; T = Tetraploide; ? = No hemos encontrado información relativa a ploidía.

Precocidad: MP = Muy precoz; IN = Intermedia; TR = Tardía; MT = Muy tardía.

IP(1) = Índice de producción en el primer año; IP(2) = Id. segundo año.

Base 100(1), Base 100(2): t de materia seca ha⁻¹ producidas respectivamente en el primer y segundo años y utilizadas como referencia para los índices de producción.

Pers. Rel. : Persistencia relativa.

(Fuentes: Díaz et al., 2008; Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1999).

Manawa se asoció a Brigantia, Liperry, Parcour y Taptoe. Sabrina, a Citadel, Magella y Trassa.

La composición botánica de los prados, realizada por separación manual de las diferentes especies, incluía: *Holcus lanatus* L., *Agrostis capillaris* L., *Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L., *Trisetum flavescens* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Lotus* sp., *Vicia* sp., *Taraxacum officinale* Weber s.l., *Plantago* sp. y otras.

Las praderas analizadas tenían entre 1 y 15 años de edad. Se levantaban debido a la invasión de *Rumex obtusifolius* L. o para sustitución por cultivos forrajeros anuales: rotación raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam. cv. 'Agraco 812') - maíz forrajero de ciclo corto (*Zea mays* L. cv. 'Antares', 'Magellan', 'Clarica'), en lo que atañe a este trabajo. Además del *Rumex obtusifolius* L., con el tiempo surgió la presencia representativa de *Ranunculus acris* L. subs. *despectus* M.Laínz, *Agrostis capillaris* L., *Taraxacum officinale* Weber s.l., *Rumex acetosa* L., *Dactylis glomerata* L. y otras.

La fertilización fosfopotásica se efectuó según resultados previos de análisis de suelo. Al respecto, el pH estaba comprendido entre 5,9 y 6,5 (promedio, 6,2). En ppm, el P_2O_5 se situó entre 5 y 37, (promedio 14), el K_2O entre 58 y 213 (promedio, 135) y el Ca entre 640 y 5622 (promedio, 1992). Los aportes iniciales fueron de 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 y 80 kg ha^{-1} de K_2O , repitiéndose el abonado de fondo anualmente a la salida del invierno, adaptando las cantidades anteriores en función de las modificaciones observadas en los análisis de suelo realizados con posterioridad.

La fertilización nitrogenada, siempre bajo forma de urea, consistió en 30 kg ha^{-1} de N en invierno y tras cada aprovechamiento en pastoreo, en cualquier época del año, salvo en condiciones de sequía, encharcamiento, finales de otoño o situación de excedentes de hierba en oferta. El total anual de N para pastoreo quedó así en función del número de aprovechamientos susceptibles de posterior respuesta al N según las condiciones climáticas del momento. Es decir, que el efecto del N se diluyó dentro del efecto año.

Diez de las 18 parcelas tienen superficie mecanizable y recibieron algunos años un primer corte para ensilar en primavera con 6 - 7 semanas de crecimiento tras pastoreo previo y aporte de 100 kg ha^{-1} de N. Tras este primer corte de silo y después de aportar inmediatamente otros 80 kg ha^{-1} de N, se daba un segundo corte con 5 - 6 semanas de crecimiento. Ocasionalmente, sólo recibieron un corte, por razones experimentales o por falta de precipitaciones (con menos de 50 mm mensuales apenas hay respuesta al N). Otras parcelas, fueron objeto de manejo exclusivo en pastoreo o, muy ocasionalmente, de siegas en franjas para suministro en verde en la nave metabólica para vacuno lechero. La producción en este último caso, se consideró equivalente a aprovechamiento en pastoreo (sólo recibían previamente 30 kg N ha^{-1}).

El raigrás italiano recibió 60 kg N ha^{-1} en invierno y otros tantos tras el corte invernal y el primero de primavera. El maíz, 125 en presiembra y 75 en cobertera con las plantas a 20-25 cm. de altura.

C) Control de producción y altura de pasto

Para cada aprovechamiento en pastoreo, antes de entrar el rebaño, se lanzaba un listón de 2 m de longitud al azar, y, se segaba a ras de suelo, con cortadora manual de césped, una franja de 10 cm. a lo largo del mismo. Esta operación se repetía cinco veces, recorriendo la parcela en una misma dirección, y, se acumulaba todo el forraje en una bolsa de plástico, denominándose muestra A. El proceso se volvía a realizar en un sentido perpendicular al anterior y se obtenía la muestra B. Cada una corresponde así a $5 \times 2 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$ de superficie. Una alícuota del 10 o 20 % del peso de cada bolsa se secaba a 60 °C en estufa de gran capacidad con aire forzado, para reunir las posteriormente y constituir una única muestra seca al aire para análisis. El resto de cada muestra inicial A y B se secaba a 102 °C en otra estufa similar, en orden a calcular el % de materia seca (MS) de A y B. Así se obtuvo la cantidad de pasto en oferta a ras de suelo en kg MS ha^{-1} (promedio de A y B). El mismo proceso se realizó en su totalidad tras la salida del rebaño, obteniéndose los rechazos de pasto en las mismas condiciones (Martínez-Fernández, 1995).

En los cortes para ensilar de pradera y raigrás italiano, se determinó la anchura total de cinco hileras sucesivas de forraje recién segado, para calcular el promedio correspondiente a cada una. Delimitados 3 m de largo en la hilera central, se recogió el forraje correspondiente a los mismos para calcular el total de kg de materia verde ha^{-1} . Secadas alícuotas a 60 y 102 °C, se obtuvo muestra seca al aire para análisis y % de materia seca, como para ofertas y rechazos. El proceso se repitió en cinco puntos al azar por parcela. Se determinó, a continuación, el residuo dejado por la segadora, de forma análoga al control de los rechazos en pastoreo.

En el caso del maíz forrajero, se determinó el día previo a la recolección la distancia entre hileras y el número de plantas en 10 m de hilera central, para estimar número de plantas ha^{-1} . Tomadas diez plantas sucesivas de esa hilera, a la altura de corte de la cosechadora, se obtuvo por separado el peso de parte verde y mazorca, para secarlas a 60 y 102 °C y obtener, finalmente, muestra seca al aire del conjunto de forraje segado (parte verde + mazorca) y % de materia seca del mismo. Este proceso se repitió tres veces por parcela.

En los ocho últimos años, además de medir la cantidad de oferta y rechazos de pasto, se tomó la altura de los mismos con varilla graduada (swardstick; Frame, 1981). Los puntos se tomaban a lo largo del listón de 2 m una vez lanzado: diez por lanzamiento, por lo que totalizaban 100 para toda la parcela.

D) Índices de producción de pasto y forraje

Siendo:

O_n y R_n la oferta y rechazos respectivos, expresados como kg MS ha⁻¹ y R_{n-1} los rechazos del aprovechamiento anterior.

Y las diferencias de fechas:

$F_n - f_{n-1}$: El intervalo en días desde la salida del pastoreo n-1 (f_{n-1}) hasta acceder a la oferta del pastoreo actual (F_n)

$f_n - F_n$: El tiempo (días) de ocupación de la parcela en el aprovechamiento n

En cada aprovechamiento en pastoreo “n”, se calculó la velocidad de crecimiento (VC) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VC_n = \frac{(O_n - R_{n-1})}{(F_n - f_{n-1})} ; \text{ expresado el resultado como kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$$

Para el primer pastoreo anual se consideró impropio utilizar los últimos rechazos del año anterior y se le asignó la misma velocidad de crecimiento que para el segundo.

La utilización del pasto (U) en el aprovechamiento “n”, se calculó de acuerdo con la expresión:

$$U_n = (O_n - R_n) + VC_n \times (f_n - F_n) ; \text{ expresado como kg MS ha}^{-1}$$

En los cortes de pradera para ensilar, donde se medían utilización (forraje segado) y rechazos (residuo no segado), se consideró como equivalente a oferta la suma de ambos.

Finalmente, para cada parcela se calculó:

- Media ponderada anual de velocidad de crecimiento, según días de crecimiento entre dos pastoreos sucesivos (excluido el primero) (kg MS ha⁻¹ día⁻¹).
- Utilización total, como suma de las cantidades de hierba utilizada en cada aprovechamiento (kg MS ha⁻¹).
- Presión de pastoreo, como sumatorio anual de número de vacas × días de ocupación / superficie en ha de la parcela.
- Ingestión media anual de hierba en pastoreo (kg MS vaca⁻¹día⁻¹; exclusivamente en prados y praderas de sólo pastoreo), como utilización / presión de pastoreo

E) Composición química de pasto y forraje

Las muestras secas al aire de ofertas, rechazos y forraje segado para ensilar fueron molidas con tamiz de 0,75 mm con destino a análisis de materia seca final y cenizas (Van Es y Van der Meer, 1980), proteína bruta (PB = N Kjeldahl x 6,25; FOSS Tecator AB, 2002), fibra neutro detergente (FND) y su digestibilidad con celulasa (DenzMONdc;

Riveros y Argamentería, 1987). A partir del cuarto año, se utilizó la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS; Roza-Delgado y Argamentería, 1992, 1994; Roza-Delgado *et al.*, 1995), reservando un 15 % de las muestras para análisis por vía húmeda y actualización continua de las calibraciones previas y, se introdujo la termogravimetría para determinación de materia seca final y cenizas por vía húmeda. Con posterioridad, se incluyó también en el proceso anterior la determinación de fibra ácido detergente libre de cenizas (FADNOCEN; Roza-Delgado *et al.*, 1991) y la de almidón (Soldado *et al.*, 2003), respectivamente para muestras herbáceas y de maíz forrajero.

La digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica se estimó a partir de la digestibilidad neutro detergente celulasa (DMOestndc) (Red Temática de Alimentación Animal, 2008).

El contenido en energía metabolizable en MJ kg MS⁻¹(EM) se estimó a partir de la anterior predicción de digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica, expresada como % de materia orgánica digestible sobre materia seca (MODS), como EM = 0,16 MODS (MAFF, 1984).

En función de la composición de ofertas y rechazos, se calculó la composición del forraje utilizado por el ganado.

O bien, en función de la composición del forraje segado y del residuo, se calculó la de la hierba a ras de suelo previa a las labores de ensilado

F) Otras variables controladas

Suplementación con concentrado de cada vaca (kg vaca⁻¹ día⁻¹). Cada año, el rebaño lechero se dividía en lotes homogéneos y, a cada uno, se le asignaba una determinada suplementación y determinadas parcelas y sólo esas. En este sentido podemos distinguir: un rebaño testigo sin suplementación (T), produciendo leche exclusivamente en base a pasto o forraje y corrector vitamínico mineral a libre disposición (0 kg de concentrado vaca⁻¹ día⁻¹), y, otros con distintas escalas de suplementación, según se define a continuación:

BC: Baja dosis de concentrado; escala de 0 a 5 kg vaca⁻¹ día⁻¹ según producción de leche.

NBC: Dosis de concentrado entre baja y normal, escala de 0 a 7 o de 2 a 5 kg vaca⁻¹ día⁻¹ según producción.

NC: Dosis normal de concentrado; escala de 0 a 9,5 kg vaca⁻¹ día⁻¹ según producción o 5 kg constantes durante toda la lactación.

NCF: Idéntica a la anterior más ensilado de raigrás italiano o de maíz a voluntad entre los dos ordeños diarios.

Paralelamente también se controlaron:

- Fechas de parto de cada vaca.
- Fechas y dosis de las coberteras de N.
- Fecha de siembra de praderas.

G) Planteamiento estadístico

El objetivo general del presente trabajo ha sido determinar la influencia sobre producción y contenido en principios nutritivos de los siguientes factores de efecto fijo:

- Pasto: Prado, pradera con sólo pastoreo (Pradera SP), pradera con un corte de silo en primavera (Pradera 1C), pradera con dos cortes de silo en primavera (Pradera 2C) y rotación de cultivos forrajeros anuales (Rotación). Para algunas variables, esta última clase se desglosó en sus dos componentes raigrás italiano como cultivo de invierno- primavera y maíz como cultivo de verano- otoño.
- Suplementación (clases T, BC, NBC, NC y NCF según escala del apartado anterior; no es fácil asignar un valor numérico a tomar como covariable, sobre todo con NCF).

El año se consideró factor de efecto aleatorio.

En base a esto, el modelo lineal adoptado para contrastar categorías de Pasto fue:

$$Y = \mu + \text{Año} + \text{Pasto} + \text{Error}$$

Para contrastar categorías de Suplementación:

$$Y = \mu + \text{Año} + \text{Pasto} + \text{Suplementación (Pasto)} + \text{Error}$$

(Excluyendo rotación de cultivos, por no depender en absoluto de la alimentación del ganado)

Restringiendo a las categorías de Praderas SP, Praderas 1C y Praderas 2C, se incluyó en el modelo el efecto fijo “Variedad” de raigrás inglés utilizada, teniendo en cuenta lo señalado en la Tabla 2.

$$Y = \mu + \text{Año} + \text{Pasto} + \text{Suplementación (Pasto)} + \text{Variedad (Pasto)} + \text{Error}$$

Restringiendo a las categorías de Prados y Praderas SP para la variable ingestión media de hierba en pastoreo, se añadió, al modelo “Año + Pasto + Suplementación (Pasto)”, la covariable proporción de partos de primavera (0 - 100 %) en el rebaño asignado a cada parcela.

Cuando algún efecto fijo resultó estadísticamente significativo, se compararon las medias entre categorías del mismo, ajustadas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS

A) Producciones de pasto y de forraje (Totales anuales o medias ponderadas anuales)

Véase en la Tabla 3, el número de aprovechamientos según clases de Pasto, así como la utilización anual y la media ponderada de velocidad de crecimiento.

TABLA 3

Producción de prados, praderas y rotación raigrás italiano-maíz forrajero (medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm error estándar).

Permanent pastures, leys and Italian ryegrass - maize crop rotation yields (least square adjusted means \pm standard error).

	Total anual				Promedio anual	
	Número de aprovechamientos año ⁻¹		Utilización (t MS ha ⁻¹ año ⁻¹)		Velocidad de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)	
Prado	7,6	$\pm 0,21$ c	5,22	$\pm 0,361$ a	16,7	$\pm 1,57$ a
Pradera SP	8,8	$\pm 0,10$ d	7,27	$\pm 0,211$ b	23,7	$\pm 0,92$ b
Pradera 1C	7,9	$\pm 0,22$ c	8,16	$\pm 0,411$ c	31,7	$\pm 1,76$ c
Pradera 2C	7,3	$\pm 0,15$ b	11,11	$\pm 0,292$ d	40,6	$\pm 1,28$ d
Rotación	3,3	$\pm 0,46$ a	23,35	$\pm 0,775$ e	Raigrás italiano	45,8 $\pm 3,38$ d
					Maíz forrajero	128,5 $\pm 3,38$ e
	p $\leq 0,05$		p $\leq 0,05$		p $< 0,01$	

MS = Materia seca; Pradera SP: Pradera en régimen de sólo pastoreo; Pradera 1C: Pradera con un corte a ensilar; Pradera 2C: Pradera con dos cortes a ensilar; a,b,c,d,e: Distinta letra en la misma columna señala diferencia al nivel de significación (p) indicado.

Las praderas, en régimen de pastoreo, presentan una mayor velocidad de crecimiento frente a los prados, lo cual se traduce en mayor número de aprovechamientos y mayor utilización. Si reciben uno o dos cortes para ensilar, se reduce el número total de aprovechamientos, pero aumentan la velocidad de crecimiento y la utilización de la hierba. La rotación de cultivos, con un mínimo de aprovechamientos, genera sin embargo mayor producción. Desglosando el total en sus dos componentes, resultan 8,72 t MS ha⁻¹ para el raigrás italiano y 14,63 t MS ha⁻¹ para el maíz.

La velocidad de crecimiento de la Pradera 2C no difiere significativamente de la del raigrás italiano.

Si excluimos la rotación como categoría de pasto, se aprecia una influencia de la suplementación sobre el número de aprovechamientos: Suplementación (Pasto), $p < 0,001$. En líneas generales, a mayor suplementación, menor número de aprovechamientos anuales, de forma más acusada en Prados y menos en Praderas IC. No se apreció ningún efecto de la suplementación sobre velocidad de crecimiento ni sobre su utilización.

En cuanto a número medio de aprovechamientos por parcela y mes, para los prados es nulo en enero y máximo en junio. En praderas con sólo pastoreo, hay ocasionalmente aprovechamientos en enero y el máximo se da en abril y mayo. Es decir, van siempre adelantadas con respecto a los prados. Véanse las Figuras 1 a 6.

Respecto a cantidad de pasto en oferta, en los prados es máxima en verano. En las praderas con sólo pastoreo, lo es en primavera, en concordancia con el párrafo anterior. También hay que señalar que las praderas rebasan $1,5 \text{ t MS ha}^{-1}$ en abril, mayo y junio. Los prados no llegan a alcanzar dicho nivel. Se aproximan al mismo en junio y agosto.

Comparando ofertas y rechazos, se aprecia un mayor grado de aprovechamiento en las praderas. En los prados, hay mayor proporción de rechazos en verano.

Si una parcela recibe un corte temprano a ensilar, no es posible aprovecharla en pastoreo durante mayo. En caso de darle uno tardío, no se puede pastar en junio. Con dos cortes a ensilar, es imposible pastarla ni en mayo ni en junio y, en la mayor parte de los años, tampoco en abril.

El que las praderas con cortes para ensilar no presenten aprovechamientos en enero no es consecuencia del manejo, si no exclusivamente fruto del azar.

La producción del primer corte (o único corte temprano) es superior a la del segundo (o único corte tardío).

En relación con lo anterior, la fertilización nitrogenada, que para aprovechamientos en pastoreo dependía de las condiciones de temperatura y humedad, según se expuso en Materiales y Métodos, tuvo los promedios siguientes ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; valores medios \pm error estándar):

Prados: $143 \pm 9,7$

Praderas en régimen de sólo pastoreo: $179 \pm 6,4$

Praderas con un corte a ensilar: $248 \pm 8,8$

Praderas con dos cortes a ensilar: $261 \pm 6,4$

Rotación raigrás italiano-maíz: $380 \pm 0,0$

B) Efectos de la variedad de raigrás inglés sobre la producción de las praderas

Véase la Tabla 4.

TABLA 4

Diferencias en producción anual de las praderas según modalidad de explotación y variedad de raigrás inglés

Annual yield depending on management and perennial ryegrass variety

	Número de aprovechamientos año ⁻¹			Velocidad de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)			Utilización (t MS ha ⁻¹)		
	Variedad			Variedad			Variedad		
PraderaSP	Llenín	7,2 ± 0,95 a		Taptoe	21,1 ± 1,30		Llenín	6,40 ± 1,771	
	Ruanui	8,5 ± 0,36 ab		Liperry	22,6 ± 3,30		Taptoe	6,67 ± 0,321	
	Liperry	8,7 ± 0,43 ab		Nui	24,1 ± 7,41		Liperry	7,09 ± 0,813	
	Taptoe	8,7 ± 0,17 ab		Brigantia	24,4 ± 1,42		Ruanui	7,60 ± 0,671	
	Citadel	8,7 ± 0,68 ab		Trassa	25,8 ± 1,97		Trassa	7,60 ± 0,488	
	Trassa	9,0 ± 0,23 ab		Ruanui	26,8 ± 2,72		Brigantia	7,69 ± 0,350	
	Parcour	9,1 ± 0,28 b		Llenín	27,8 ± 7,17		Nui	8,36 ± 1,830	
	Brigantia	9,2 ± 0,19 b		Citadel	28,4 ± 5,14		Citadel	8,43 ± 1,271	
	Nui	12,4 ± 0,98 c		Parcour	29,0 ± 2,15		Parcour	8,74 ± 0,531	
	a,b,c: p ≤ 0,05			n.s.:			n.s.		
Pradera1C	Ruanui	7,7 ± 0,44		Parcour	23,3 ± 5,80		Parcour	6,31 ± 1,433	
	Trassa	7,7 ± 0,50		Magella	25,9 ± 5,80		Citadel	7,26 ± 1,113	
	Citadel	7,9 ± 0,54		Citadel	26,5 ± 4,51		Magella	7,36 ± 1,433	
	Parcour	8,0 ± 0,61		Ruanui	30,4 ± 3,41		Trassa	7,96 ± 1,005	
	Magella	8,2 ± 0,75		Liperry	30,4 ± 3,25		Ruanui	8,52 ± 0,844	
	Liperry	8,5 ± 0,43		Trassa	33,9 ± 4,07		Liperry	8,92 ± 0,803	
	n.s.			n.s.			n.s.		
Pradera2C	Parcour	4,4 ± 1,01 a		Liperry	39,0 ± 2,74		Liperry	10,78 ± 0,677	
	Trassa	6,4 ± 0,48 a		Magella	39,7 ± 3,02		Ruanui	11,07 ± 0,562	
	Ruanui	6,6 ± 0,30 ab		Citadel	40,5 ± 3,47		Magella	11,14 ± 0,747	
	Llenín	6,7 ± 0,98 ab		Ruanui	42,5 ± 2,34		Nui	11,25 ± 0,688	
	Nui	6,8 ± 0,37 b		Nui	43,0 ± 2,80		Trassa	11,60 ± 0,904	
	Citadel	7,1 ± 0,45 b		Llenín	45,8 ± 7,42		Citadel	11,69 ± 0,857	
	Nui	7,5 ± 0,34 bc		Trassa	46,7 ± 3,66		Llenín	12,44 ± 1,831	
	Magella	8,4 ± 0,40 c		Parcour	Pérdida de datos		Parcour	Pérdida de datos	
	a,b: p ≤ 0,05			n.s.			n.s.		

MS= Materia seca; Pradera SP: Pradera en régimen de sólo pastoreo; Pradera 1C: Pradera con un corte a ensilar; Pradera 2C: Pradera con dos cortes a ensilar; a,b,c,d,e: Distinta letra en la misma columna señala diferencia al nivel de significación (p) indicado; n.s.: p > 0,05

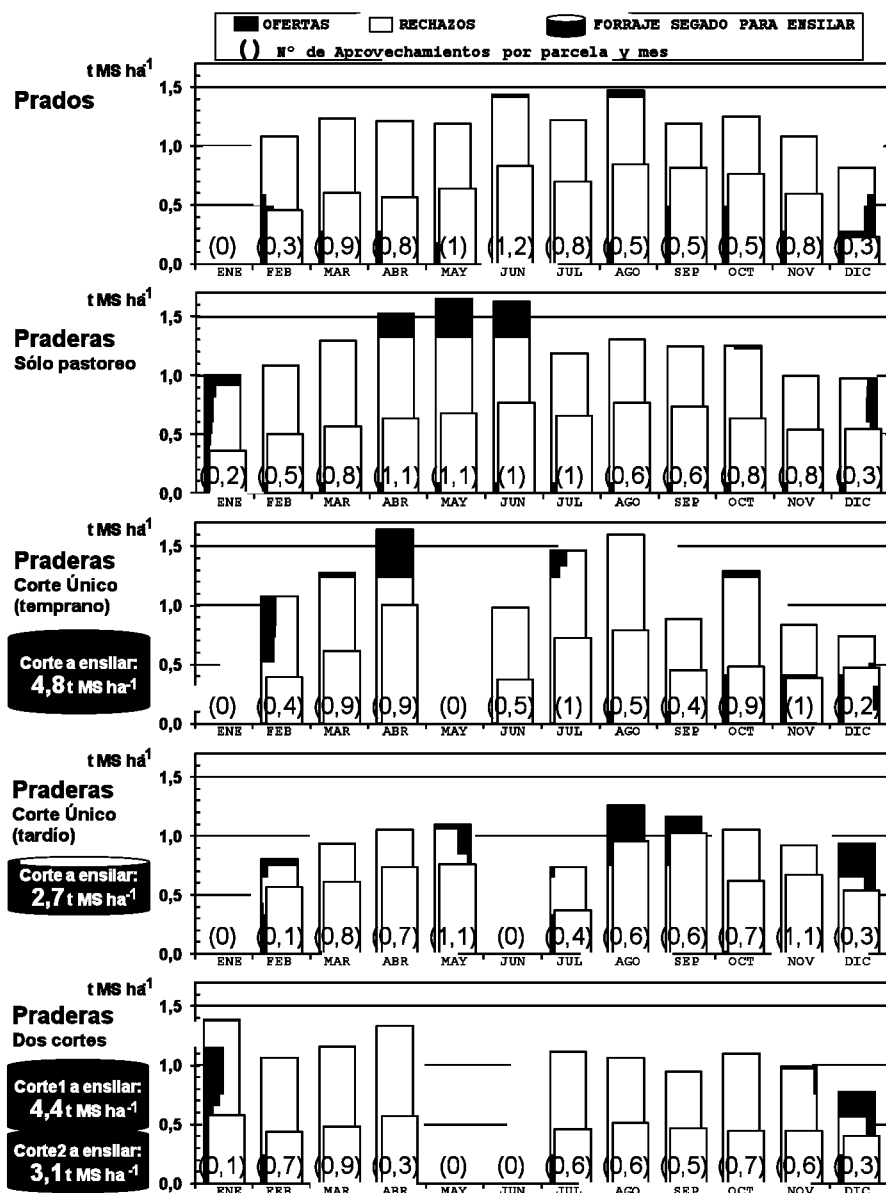


FIGURA 1

Evolución a lo largo del año de las cantidades de oferta y rechazo según clases de pasto. Entre paréntesis se indica el número de aprovechamientos por parcela y mes. Al margen, cantidad(es) de forraje segado para ensilar.

Grass on offer and refusals of permanent pastures or leys through the year. The number of grazings per plot and month are given within brackets. Yields of the cuts for silage are given in the left margin.

Materia seca

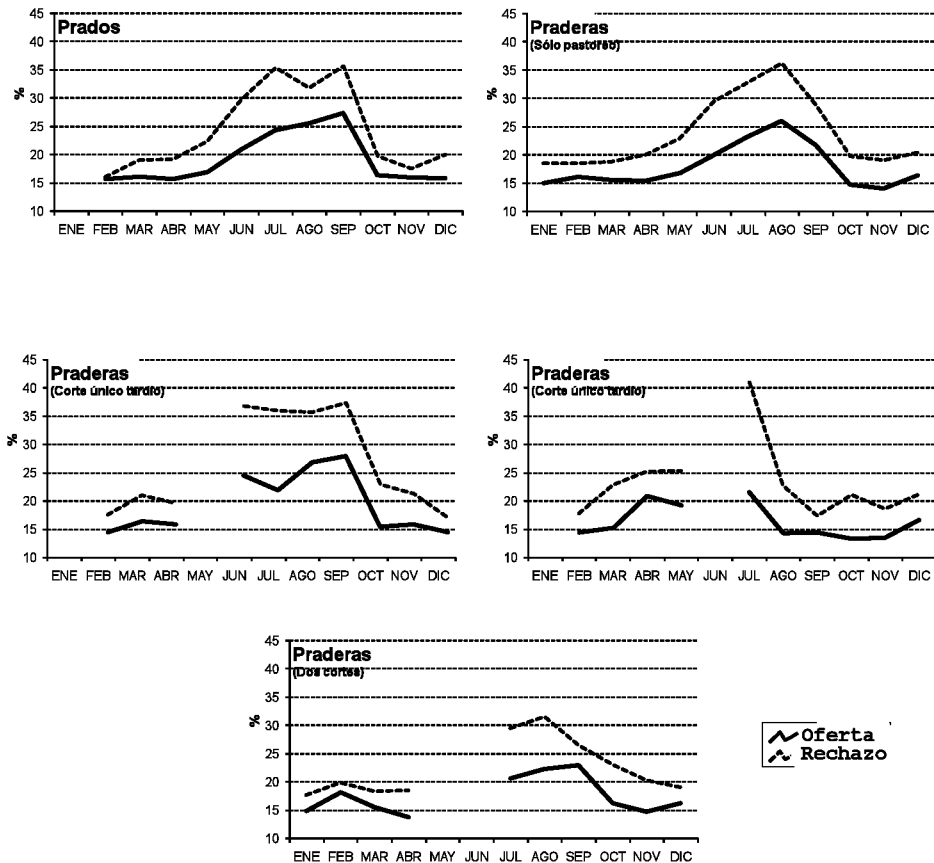


FIGURA 2

Evolución a lo largo del año del contenido en materia seca de las ofertas y rechazos según clases de pasto.

Grass on offer and refusals dry matter content evolution through the year depending on pasture type.

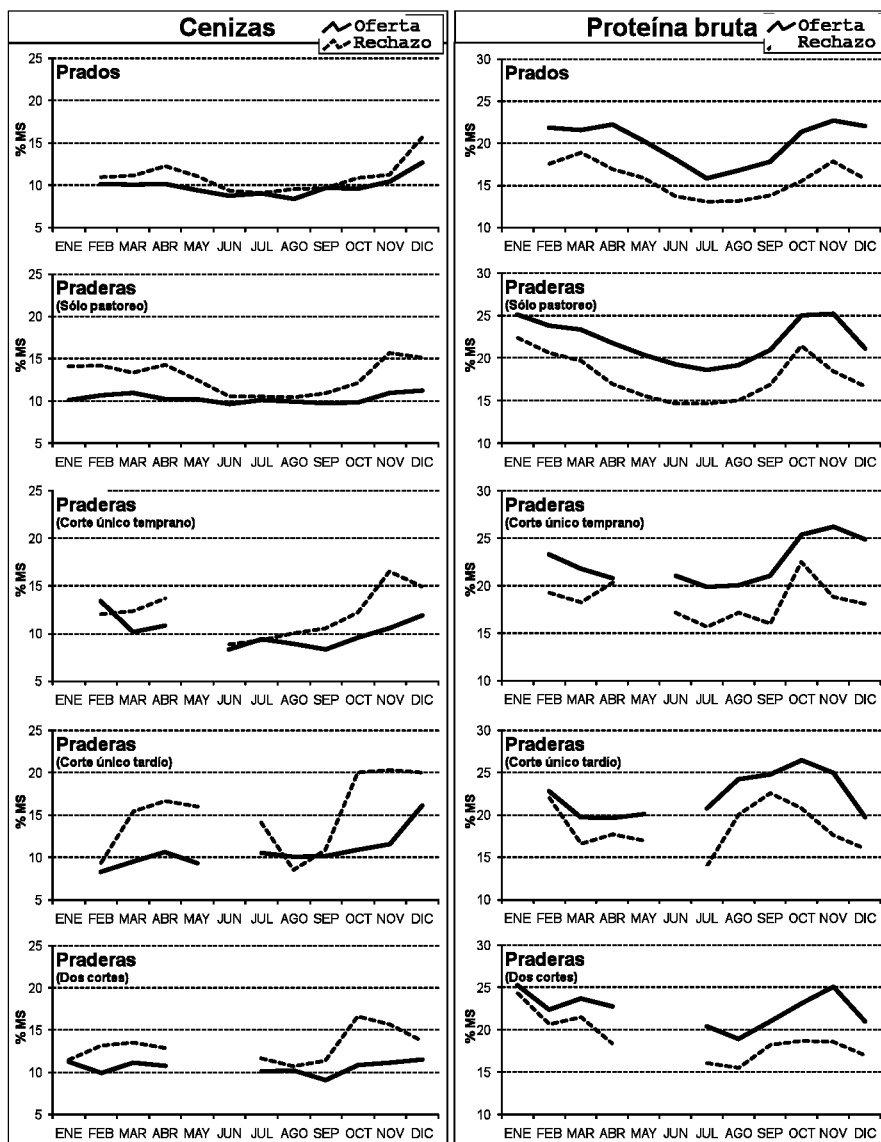


FIGURA 3

Evolución a lo largo del año del contenido en cenizas y proteína bruta de las ofertas y rechazos según clases de pasto (%MS: porcentaje sobre materia seca).

Grass on offer and refusals ash and crude protein content evolution through the year depending on pasture type (%MS: DM percentage).

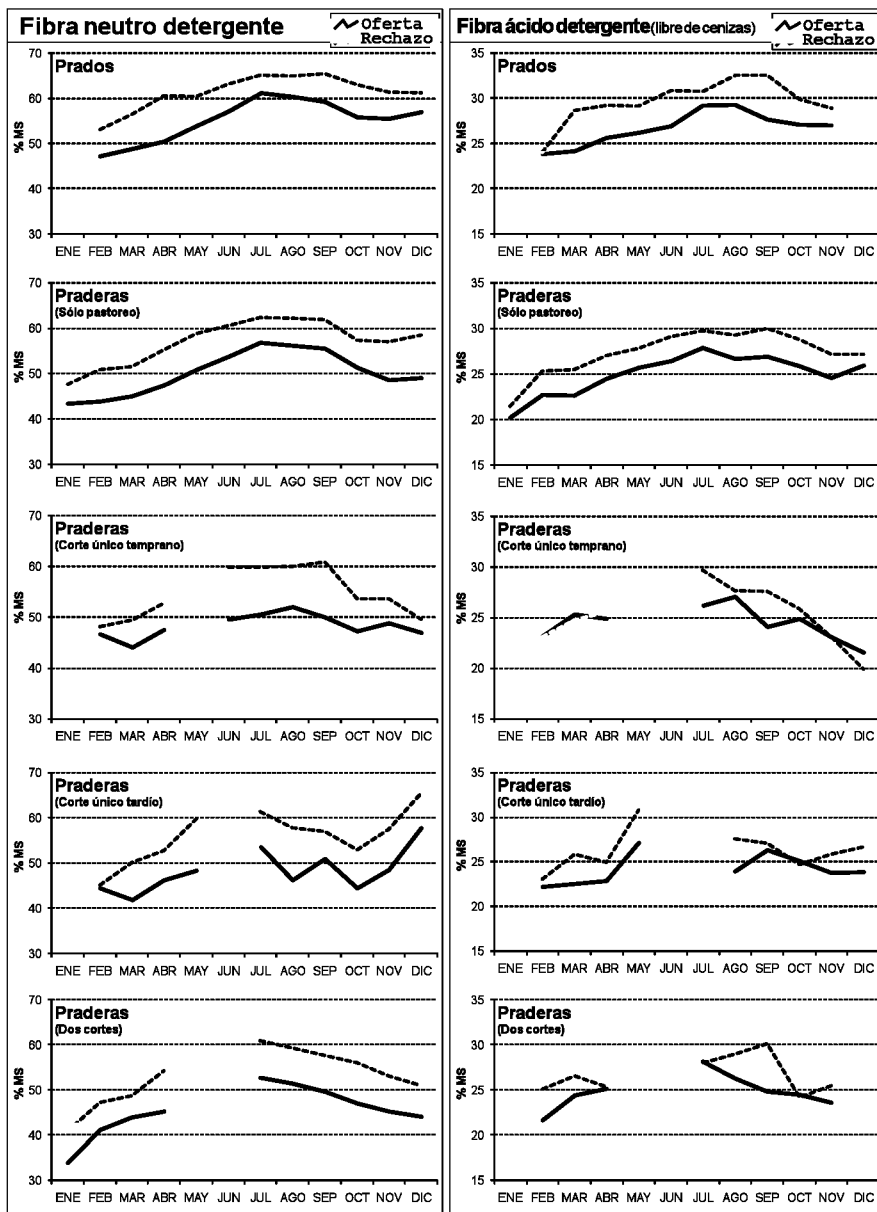


FIGURA 4

Evolución a lo largo del año del contenido en fibra neutro detergente y fibra ácido detergente libre de cenizas de las ofertas y rechazos según clases de pasto (% MS: porcentaje sobre materia seca).

Grass on offer and refusals neutral detergent fiber and acid detergent (ash free) fiber content through the year depending on pasture type. (%MS: DM percentage).

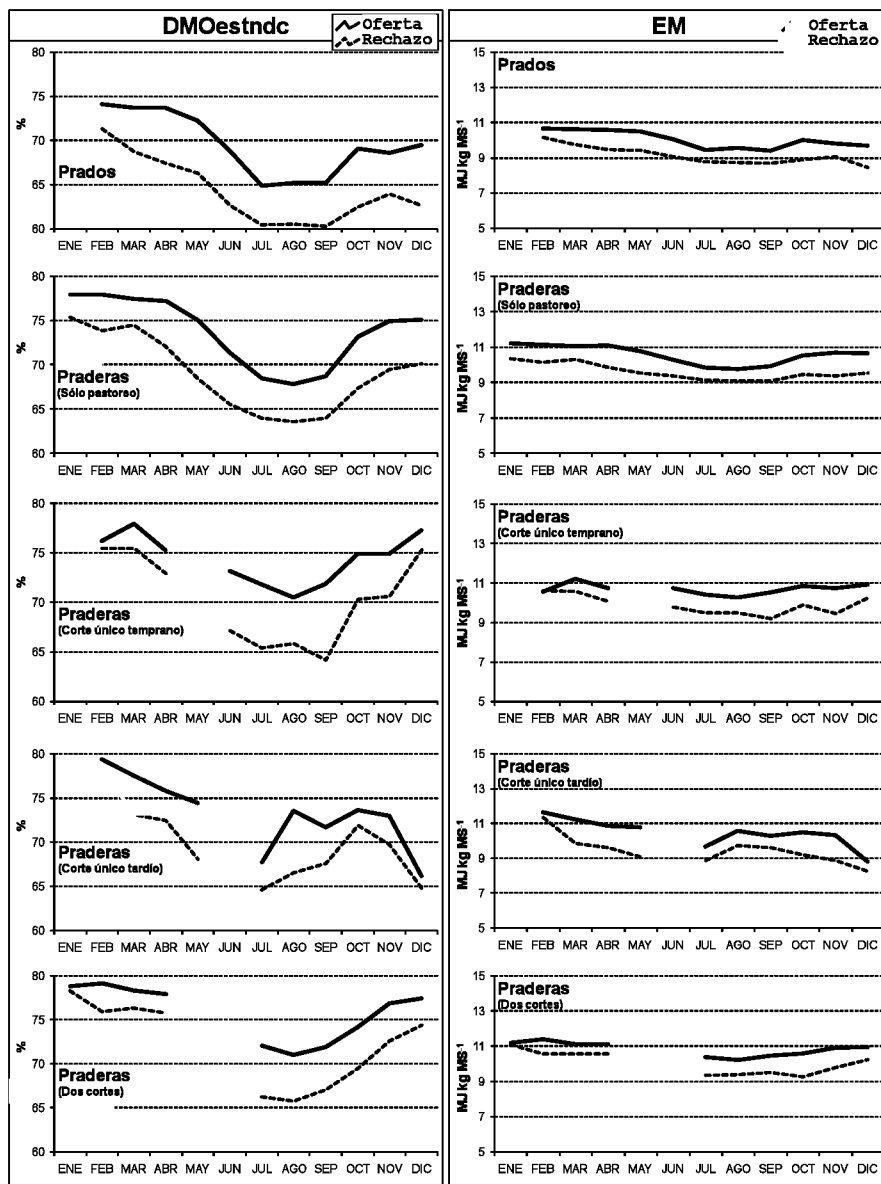


FIGURA 5

Evolución a lo largo del año de la digestibilidad de la materia orgánica estimada según método neutro detergente-celulosa (DMOestndc) y del contenido estimado en energía metabolizable EM (MJ kg MS⁻¹; megajulios por kg de materia seca) de ofertas y rechazos según clases de pasto.

Grass on offer and refusals estimated organic matter digestibility from neutral detergent organic matter digestibility (DMOestndc) and estimated metabolizable energy content (MJ kg DM⁻¹) through the year depending on pasture type.

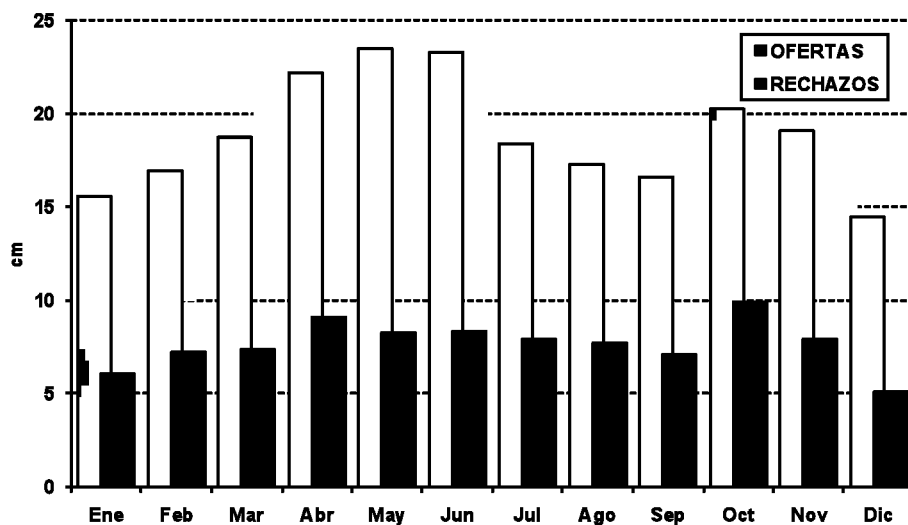


FIGURA 6

Evolución a lo largo del año de la altura (cm) de ofertas y rechazos de pasto.

Grass on offer and refusals height (cm) through the year.

Nos centramos inicialmente en las variedades incluidas en la Lista Nacional.

En régimen de sólo pastoreo, el número de aprovechamientos fue mínimo para la cv. 'Ruanui' y máximo para la cv. 'Nui' ($p \leq 0,05$). Aunque las diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas, es de señalar que la velocidad de crecimiento y la utilización fueron mínimas para cv. 'Taptoe' y máximas para la cv. 'Citadel'.

Con un corte a ensilar, hubo mínima utilización para la cv. 'Citadel' y máxima para la cv. 'Ruanui', tampoco de forma estadísticamente significativa.

Con dos cortes a ensilar, hubo un mínimo de aprovechamientos para la cv. 'Trassa' y un máximo para la cv. 'Magella'. En utilización, aunque no significativamente, destacaron la cv. 'Trassa' y la cv. 'Citadel'.

Comparando los efectos de las variedades de raigrás inglés que no figuran en la Lista Nacional, tenemos que la cv. 'Parcour' destacó en régimen SP y la cv. 'Liperry' en 1C. El ecotipo asturiano Llenín alcanzó máxima producción con 2C, aunque no significativamente y con la salvedad adicional de haberse utilizado sólo los dos primeros años.

C) Evolución de la altura de ofertas y rechazos de hierba a lo largo del año

Véase la Figura 6, en conjunto para Prados y Praderas SP. Se ajusta al mismo patrón que para las cantidades de MS ha⁻¹.

Como detalles no incluidos en la figura anterior, tenemos que las alturas de la hierba reservada para ensilar y del raigrás italiano, en el momento de corte, superaban habitualmente los 30 cm. Es de señalar que la altura del residuo no cortado por la segadora, que tampoco está incluido en la mencionada Figura 6, fue de $7,98 \pm 0,164$ cm para las praderas y $6,98 \pm 0,073$ para el raigrás italiano.

D) Contenido en principios nutritivos según categorías de pasto (media ponderada anual)

Véase en la Tabla 5 el contenido en principios nutritivos de las ofertas y rechazos de hierba, según media ponderada anual por cantidad de los mismos, para los prados y las diversas categorías de praderas.

Se observa claramente como, en general, los rechazos constituyen un alimento mucho más basto que las ofertas. Contienen más MS, cenizas, FND y FAD NO CEN y menos PB, DMOestndc y EM.

Lo mismo cabe decir de los Prados frente a las Praderas SP, tanto a nivel de oferta como de rechazos.

Las Praderas 1C y 2C apenas difieren entre sí, tanto a nivel de oferta como de rechazos. Frente a las praderas SP, a nivel de oferta, pierden algo de proteína, pero no digestibilidad ni contenido energético. A nivel de rechazos, hay mayores diferencias. Los de las praderas 1C y 2C son más fibrosos y menos proteicos y digestibles. También contienen más cenizas, lo que contribuye a disminuir aún más su EM. Al respecto, hay que tener en cuenta que el residuo no cortado por la segadora, equiparado a rechazos ($0,51 \pm 0,031$ t MS ha⁻¹), tenía la siguiente composición media: MS = 27,5 %; cenizas = 12,6 %MS; PB = 13,4 %MS; FND = 60,6 %MS; FADNOCEN = 36,0 %MS; DenzMONdc = 52,0 %; DMOestndc = 66,2 %; EM = 9,3 MJ kg⁻¹ MS.

En general, se aprecia un paralelismo entre ofertas y rechazos, menor en el caso de las cenizas. Confirma lo observado sobre promedios anuales. Véanse las Figuras 2 a 5.

Se aprecia un claro embastecimiento del pasto en oferta durante el verano y posterior recuperación en otoño. Los cortes para ensilar temprano y/o tardío no evitan dicho proceso. En caso de corte único tardío, se observa nuevo embastecimiento al final del otoño.

Véase en la Tabla 6 el contenido en principios nutritivos de la hierba utilizada en pastoreo según épocas del año, estimado en función de las cantidades de ofertas y rechazos y de su composición. También, con fines comparativos, el de los forrajes segados para ensilar.

TABLA 5

Composición media anual de las ofertas y rechazos de prados y praderas (medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm error estándar) .
Grass on offer and refusals annual average nutrients content of permanent pastures and leys (least square adjusted means \pm standard error).

	MS (%)	Cenizas (% MS)	PB (% MS)	FND (% MS)	FADNOCEN (% MS)	DenzMONdc (%)	DMOestndc (%)	EM (MJ/kgMS)
OFERTAS								
Prado	18,4 \pm 0,41 ab	9,6 \pm 0,23	19,8 \pm 0,45 b	56,0 \pm 0,60 b	27,1 \pm 0,44 b	57,5 \pm 0,85 a	69,1 \pm 0,49 a	10,0 \pm 0,07 a
Pradera SP	17,6 \pm 0,25 a	10,1 \pm 0,13	21,4 \pm 0,24 c	50,9 \pm 0,33 a	25,2 \pm 0,25 a	65,0 \pm 0,47 c	73,1 \pm 0,27 b	10,5 \pm 0,04 b
Pradera 1C	18,9 \pm 0,60 b	10,0 \pm 0,30	19,3 \pm 0,58 ab	50,9 \pm 0,78 a	24,7 \pm 0,44 a	62,3 \pm 1,12 b	71,8 \pm 0,64 b	10,3 \pm 0,09 b
Pradera 2C	18,9 \pm 0,39 b	9,7 \pm 0,20	18,6 \pm 0,37 a	51,5 \pm 0,51 a	26,1 \pm 0,48 ab	64,3 \pm 0,72 bc	72,7 \pm 0,41 b	10,5 \pm 0,06 b
	a,b: p \leq 0,05	n.s.	a,b,c: p \leq 0,05	a,b: p < 0,001	a,b: p \leq 0,001	a,b,c: p \leq 0,05	a,b: p \leq 0,05	a,b: p < 0,01
Suplementación (Pasto)	p < 0,001	n.s.	p < 0,001	p < 0,01	n.s.	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,01
RECHAZOS								
Prado	22,3 \pm 0,61	10,4 \pm 0,44 a	15,4 \pm 0,44 a	59,7 \pm 0,59 c	40,4 \pm 0,82 b	47,4 \pm 0,79 a	63,5 \pm 0,48 a	9,1 \pm 0,08 a
Pradera SP	22,2 \pm 0,34	12,5 \pm 0,24 b	16,8 \pm 0,24 b	55,7 \pm 0,32 b	37,6 \pm 0,46 a	55,3 \pm 0,43 b	67,9 \pm 0,26 b	9,4 \pm 0,04 b
Pradera 1C	23,3 \pm 0,78	13,1 \pm 0,56 bc	16,8 \pm 0,56 b	55,4 \pm 0,75 ab	36,5 \pm 0,65 a	55,4 \pm 1,00 b	68,0 \pm 0,60 b	9,4 \pm 0,10 b
Pradera 2C	21,5 \pm 0,50	13,4 \pm 0,36 c	16,7 \pm 0,36 b	53,7 \pm 0,48 a	38,3 \pm 0,77 ab	58,7 \pm 0,64 c	69,9 \pm 0,38 c	9,7 \pm 0,06 c
	n.s.	a,b,c: p \leq 0,05	a,b: p \leq 0,05	a,b,c: p < 0,01	a,b: p < 0,01	a,b,c: p < 0,01	a,b,c: p < 0,01	a,b,c: p \leq 0,05
Suplementación (Pasto)	p \leq 0,05	p \leq 0,05	p < 0,001	p < 0,01	n.s.	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001

MS = Materia seca; PB = Proteína bruta; FND = Fibra neutro detergente; FAD NO CEN = Fibra ácido detergente libre de cenizas; DenzMONdc = Digestibilidad enzimática de la materia orgánica neutro detergente-celulosa; DMOestndc = Digestibilidad in vivo de la materia orgánica estimada en función de la anterior; EM = Energía metabolizable estimada en función de la anterior; SP = Sólo pastoreo; 1C = Un corte a ensilar; 2C = Dos cortes a ensilar.

a, b, c: Distinta letra en la misma columna señala diferencia al nivel de significación (p) indicado.

TABLA 6

Composición estimada de la hierba ingerida en pastoreo según estaciones y promedio de los forrajes segados para ensilar .
Grass grazed depending on seasons and cuts for silage: chemical composition and estimated in vivo organic matter digestibility and metabolizable energy.

		MS (%)	Cenizas (%MS)	PB (%MS)	FND (%MS)	FADNOCEN (%MS)	DenzMONdc (%)	DMOestndc (%)	EM (MJkgMS ⁻¹)
Hierba	Pastoreo en primavera	17,9	9,1	25,1	38,9	21,5	77,9	80,0	11,9
	Pastoreo en verano	26,8	7,9	27,4	39,6	21,5	74,7	78,3	11,6
	Pastoreo en otoño	17,6	6,2	29,7	41,8	23,1	73,1	77,4	11,6
	Corte a ensilar en primavera	17,8	9,9	16,7	52,4	27,9	64,5	72,9	10,5
	Corte a ensilar en verano	23,1	8,8	16,6	51,6	27,7	60,1	70,5	10,3
Raigrás italiano	Corte invernal	13,6	9,1	21,0	42,0	22,4	81,7	82,0	11,9
	Primer corte de primavera	16,4	9,2	17,5	42,7	22,4	80,0	81,1	11,8
	Segundo corte de primavera	23,3	9,4	14,7	44,3	22,9	74,6	78,3	11,3
Maíz forrajero ⁽¹⁾	Grano pastoso-vítreo	28,4	4,8	8,9	44,5	24,0	69,3	75,4	11,5

MS = Materia seca; PB = Proteína bruta; FND = Fibra neutro detergente; FADNOCEN = fibra ácido detergente libre de cenizas; DenzMONdc = Digestibilidad neutro detergente-celulosa de la materia orgánica; DMOestndc = Digestibilidad in vivo de la materia orgánica estimada en función de la anterior; EM = Energía metabolizable estimada en función de la anterior; (1) Contiene además un 27,2 %MS de almidón.

El contenido energético de la hierba ingerida es muy similar entre prados y praderas, por lo cual, en la mencionada Tabla 6, no se distingue entre ambos. Resulta superior durante primavera, en que incluso supera al del maíz forrajero, pese al alto porcentaje de almidón de dicha especie. En cuanto al contenido proteico, sólo los cortes invernal y temprano-primaveral del raigrás italiano logran aproximarse al mismo.

A pesar del embastecimiento de la hierba en oferta durante el verano, el contenido energético y proteico de la hierba utilizada durante dicha estación continúa siendo elevado y resulta equiparable al de la hierba de otoño.

E) Contenido en principios nutritivos según suplementación (media ponderada anual)

En la Tabla 6 antes mencionada ya se anticipó la existencia de un sensible efecto Suplementación (Pasto) para la mayoría de las variables,

En lo que concierne a ofertas, al aumentar la suplementación, disminuyó la MS y aumentó la FND en general, y, disminuyó la PB en Prados y Praderas SP. La DenzMOndc no siguió una tendencia clara y, por tanto, tampoco la DMOestndc y la EM.

En cuanto a rechazos, al aumentar la suplementación se observan cambios significativos, pero sin ajustarse a un patrón definido.

Con respecto a las diferencias entre rechazos y correspondiente oferta, se observa que, sin suplementación, son mínimas para MS y máximas para PB y FND. Al aumentar la suplementación, es de señalar que, las diferencias en MS entre rechazos y oferta, también aumentan, de forma menos clara en Praderas 2C.

F) Contenido de principios nutritivos de ofertas y rechazos según variedad de raigrás inglés utilizada

El efecto jerarquizado Variedad(Pasto), a nivel de oferta, influyó significativamente sobre contenido en cenizas ($p < 0,01$) y tendió a hacerlo sobre MS ($p = 0,1068$) y PB ($p = 0,1090$). A nivel de rechazos, afectó a cenizas ($p < 0,01$) y FND ($p \leq 0,05$), y, tendió a hacerlo también sobre PB ($p = 0,0600$) y DenzMOndc ($p = 0,0565$).

Dichas diferencias significativas y tendencias, se apreciaron fundamentalmente dentro de Praderas SP. Véase Tabla 7.

TABLA 7

Diferencias en principios nutritivos entre promedios anuales de hierba de pradera en régimen de sólo pastoreo según variedades de raigrás inglés (medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm error estándar).

Differences in annual mean value of the nutrient contents of the leys only grazed depending on perennial ryegrass varieties (least square means \pm standard error).

Variedad	MS (%)	Variedad	Cenizas (% MS)	Variedad	PB (% MS)	Variedad	FND (% MS)	Variedad	DenzMondc (%)
OFERTAS									
Nui	16,2 \pm 1,90	Citadel	9,8 \pm 0,73 a	Citadel	19,7 \pm 1,40	Liperry	48,4 \pm 1,27	Llenín	63,3 \pm 3,81
Llenín	16,4 \pm 1,84	Brigantia	9,8 \pm 0,20 a	Llenín	20,0 \pm 1,95	Trassa	50,1 \pm 0,76	Citadel	64,2 \pm 2,73
Ruanui	16,6 \pm 0,70	Taptoe	10,0 \pm 0,18 a	Brigantia	20,6 \pm 0,38	Parcour	50,3 \pm 0,83	Trassa	64,5 \pm 1,05
Liperry	17,4 \pm 0,84	Trassa	10,1 \pm 0,28 a	Trassa	21,2 \pm 0,54	Ruanui	50,6 \pm 1,04	Taptoe	64,6 \pm 0,69
Taptoe	17,4 \pm 0,33	Ruanui	10,1 \pm 0,38 ab	Parcour	21,4 \pm 0,58	Citadel	50,8 \pm 1,98	Ruanui	65,0 \pm 1,44
Brigantia	17,7 \pm 0,36	Llenín	10,1 \pm 1,01 ab	Taptoe	21,5 \pm 0,35	Brigantia	51,1 \pm 0,54	Brigantia	65,7 \pm 0,75
Citadel	18,0 \pm 1,32	Liperry	10,7 \pm 0,46 ab	Liperry	22,1 \pm 0,90	Taptoe	51,2 \pm 0,50	Nui	66,4 \pm 3,94
Parcour	18,0 \pm 0,55	Parcour	11,3 \pm 0,30 b	Ruanui	22,3 \pm 0,74	Llenín	51,7 \pm 2,76	Parcour	67,3 \pm 1,14
Trassa	18,1 \pm 0,51	Nui	12,6 \pm 1,04 b	Nui	28,6 \pm 2,01	Nui	55,1 \pm 2,85	Liperry	67,3 \pm 1,75
	n.s.		a,b: p \leq 0,05		n.s.		n.s.		n.s.
RECHAZOS									
Brigantia	21,5 \pm 0,55	Brigantia	11,7 \pm 0,37 a	Llenín	15,5 \pm 1,97	Citadel	53,3 \pm 1,87 a	Taptoe	54,2 \pm 0,62
Ruanui	21,7 \pm 1,06	Citadel	12,1 \pm 1,35 ab	Citadel	16,1 \pm 1,41	Parcour	53,7 \pm 0,78 a	Ruanui	54,9 \pm 1,29
Trassa	22,1 \pm 0,77	Trassa	12,2 \pm 0,52 a	Brigantia	16,2 \pm 0,39	Liperry	54,0 \pm 1,20 a	Brigantia	55,7 \pm 0,67
Taptoe	22,3 \pm 0,51	Liperry	12,4 \pm 0,87 a	Parcour	17,0 \pm 0,59	Trassa	54,1 \pm 0,71 a	Llenín	55,9 \pm 3,41
liperry	22,9 \pm 1,28	Ruanui	12,5 \pm 0,71 b	Taptoe	17,0 \pm 0,36	Ruanui	55,7 \pm 0,99 b	Trassa	56,1 \pm 0,94
Parcour	22,9 \pm 0,83	Taptoe	12,8 \pm 0,34 b	Trassa	17,4 \pm 0,54	Brigantia	55,8 \pm 0,51 b	Citadel	56,9 \pm 2,44
Citadel	23,3 \pm 2,00	Llenín	13,0 \pm 1,89 ab	Ruanui	17,8 \pm 0,75	Taptoe	56,6 \pm 0,47 b	Parcour	58,1 \pm 1,02
Nui	24,2 \pm 2,88	Parcour	14,4 \pm 0,56 b	Liperry	18,7 \pm 0,91	Llenín	59,2 \pm 2,61 b	Liperry	58,5 \pm 1,57
Llenín	25,0 \pm 2,79	Nui	18,6 \pm 1,95 c	Nui	21,8 \pm 2,04	Nui	60,1 \pm 2,69 b	Nui	58,6 \pm 3,53
	n.s.		a,b,c: p \leq 0,05		n.s.		a,b: p \leq 0,05		n.s.

MS = Materia seca; PB = Proteína bruta; DenzMondc = Digestibilidad enzimática de la materia orgánica según método neutro detergente-celulosa; DMOestndc = Digestibilidad in vivo de la materia orgánica estimada en función de la anterior; PraderaSP: Pradera en régimen de sólo pastoreo; Pradera2C: Pradera con dos cortes a ensilar; a,b,c: Distinta letra en la misma columna señala diferencia al nivel de significación (p) indicado.

En general, existe un cierto paralelismo entre ofertas y rechazos según variedades: a mayor contenido de un principio nutritivo en oferta, mayor contenido del mismo en los rechazos. Pero también hay excepciones al respecto. En régimen de sólo pastoreo, las cv. 'Ruanui', 'Taptoe' y 'Brigantia' presentan valores bajos de cenizas en ofertas y rechazos y la máxima diferencia de digestibilidad entre ambos. Es decir, permiten la ingestión de forraje más digestible y de mayor contenido energético. También se observa que, el mayor contenido en PB, a nivel de ofertas y rechazos, corresponde a la cv. 'Nui'. Esto último, en menor grado, se detecta también en las praderas con dos cortes a ensilar.

G) Ingestión de materia seca en régimen de sólo pastoreo (Prados y Praderas SP). (Promedio anual, kg MS vaca⁻¹ día⁻¹).

Según se puede ver en la Tabla 8, fue significativamente más elevada en las Praderas SP que en los Prados. Disminuyó claramente con la intensidad de la suplementación, si bien no se alcanzó significación estadística, debido a los mayores errores estándar de las medias.

En relación con lo anterior, la presión de pastoreo no difirió significativamente entre Prados y Praderas SP. (Media general \pm error estándar = 798 \pm 18 kg MS vaca día ha⁻¹ año⁻¹). Sí experimentó influencia positiva de la suplementación ($p < 0,001$), en el sentido de alargar el tiempo de ocupación por parcela.

TABLA 8

Ingestión media anual de hierba en régimen de sólo pastoreo, según pasto y según suplementación (kg MS vaca⁻¹ día⁻¹).

Grass voluntary intake on only rotational grazed permanent pastures or leys, depending on supplementation (kg dry matter cow⁻¹ day⁻¹).

	Según pasto	Según suplementación (pasto)					Signifi- cación
		T	BC	NBC	NC	NCF	
Prado	7,8 \pm 0,64	9,0 \pm 1,37	7,1 \pm 1,38	8,1 \pm 2,18	8,3 \pm 1,59	6,4 \pm 3,18	n.s.
Pradera	9,4 \pm 0,40	11,0 \pm 0,97	10,3 \pm 1,11	9,9 \pm 1,41	8,4 \pm 0,99	7,6 \pm 2,98	n.s.
Significación	p \leq 0,05						

T = Sin suplementación; BC = 0.5 kg concentrado vaca⁻¹ día⁻¹; NBC = 0.7 ó 2.5 kg concentrado vaca⁻¹ día⁻¹; NC = 0.9, 5 ó 5 constante kg de concentrado vaca⁻¹ día⁻¹;

NCF = Ídem NC + forraje verde o conservado.

DISCUSIÓN

Producción de pasto y forraje

La menor producción de los prados frente a las praderas de sólo pastoreo, no concuerda con los resultados en pequeña parcela y 160-320 kg N ha⁻¹, obtenidos en la Estación Experimental de Grado (Asturias) por Martínez-Martínez y Piñeiro (1991, 1992). En ellos, el prado testigo alcanzó producciones anuales de 13,9-15,2 t MS ha⁻¹, situándose por encima tanto del raigrás inglés como de las mezclas raigrás inglés + raigrás híbrido y raigrás inglés + raigrás híbrido + trébol blanco, en 6-8 siegas anuales. La diferencia cabe imputarse a que el prado de dichos ensayos era de naturaleza muy diferente (predominio de dactilo) y procedía de semilla de henil. Sí concuerda con los resultados obtenidos en el País Vasco (Bastida *et al.*, 1992), en que el prado testigo sólo produjo 7,6-8,0 t MS ha⁻¹ frente a las 13-11,7 de raigrás inglés + raigrás híbrido, con metodología similar a la de los ensayos de Grado.

No cabe imputar la diferencia entre producción de Prados y Praderas SP a la fertilización nitrogenada. Según se explicitó en Materiales y Métodos, se siguió un mismo criterio para ambas categorías de pasto. Si la dosis anual de N para Praderas SP resultó más elevada, fue como consecuencia de un mayor número posible de aprovechamientos en primavera, más susceptibles de poder recibir posterior cobertera de N que los de verano, y no a la inversa.

Los valores de producción anual de las praderas coinciden con los resultados de diversos autores en el Norte de España con manejo convencional. Las 11,18 t MS ha⁻¹ según Lloveras (1987), en pequeña parcela y con 4-7 cortes anuales, son virtualmente idénticas a las de las Praderas 1C en nuestro caso. También son concordantes con las producciones de la mezcla raigrás inglés + trébol blanco incluida en la red de ensayos de variedades pratenses y mezclas, coordinados entre diversas Comunidades Autónomas del Norte de España (Proyecto INIA 8042; Fernández Rodríguez-Arango *et al.*, 1993)

También los promedios anuales de velocidad de crecimiento están comprendidos entre los máximos y mínimos de las curvas de crecimiento de praderas en campos experimentales de Galicia (Piñeiro *et al.*, 1993).

Tampoco se alejan de las producciones de raigrás inglés conseguidas sobre pequeña parcela en la red de ensayos de variedades comerciales de pratenses (Tabla 2). Esta especie es predominante en las praderas utilizadas en este trabajo y resulta razonable lo anterior.

La mayor producción de la rotación anual raigrás italiano - maíz concuerda con los resultados de otros autores en Galicia. Si bien es superior al valor de 15,53 t MS ha⁻¹

obtenido por Lloveras (1987), es casi idéntico al de 21,67 t MS ha⁻¹ según López Cedrón *et al.* (2006), en pequeña parcela, con laboreo convencional y sin regadío.

Desglosando esta rotación en sus dos componentes, en nuestro caso hay más contribución del raigrás italiano y menos del maíz con respecto a los autores citados (8,72 + 14,63 vs 5,52 + 16,15). Puede imputarse a una diferente altitud sobre el nivel del mar (invierno más suave en Villaviciosa, que permite mayor producción del raigrás italiano) y a que a nivel de explotación no se consigue tanta uniformidad en el estado de la mazorca del maíz como en pequeña parcela.

En la Tabla 9 se compara la producción de raigrás italiano obtenida en este trabajo con la de otros autores que también se centraron en zonas húmedas. Si tenemos en cuenta que la mayor producción del raigrás italiano alternativo tiene lugar en invierno - primavera, hay concordancia con Díaz *et al.* (2008). Las divergencias con los otros autores (se rebasan incluso las 8,27 t MS ha⁻¹ conseguidas por López Cedrón *et al.*, 2006, para el raigrás italiano no alternativo), se explican por la diferente altitud sobre el nivel del mar antes comentada y por la fertilización nitrogenada.

Respecto al maíz, hay más concordancia. Si bien nuestro resultado está muy por encima de las 12,8 t MS ha⁻¹ obtenidas en ensayos realizados en Francia, según la revisión efectuada por López Cedrón *et al.* (2006), está muy próximo al intervalo 15 -17,4 y promedio de 15,2 obtenidos en Galicia por Lloveras (1988, 1990) en pequeña parcela.

Por otra parte, en la última actualización de los ensayos de variedades de maíz en pequeña parcela en Asturias (Martínez-Martínez *et al.*, 2009), la producción media de la Costa Oriental (donde se ubica Villaviciosa) corresponde a un índice de producción de 113 sobre base 100 = 16,9 t MS ha⁻¹. Es decir, a $16,9 \times 113 / 100 = 19,1$ t MS ha⁻¹. Pero, en la misma publicación antes citada, en la lista complementaria de variedades, los índices de producción de cv. 'Antares', 'Magellan' y 'Clarica' (las usadas en este trabajo) son respectivamente 97, 102 y 99. Promedio general = 99, sobre la misma base 100 anterior. Supone 15,8 t MS ha⁻¹, cifra intermedia entre la de este trabajo y la de López Cedrón *et al.* (2006), que utilizaron la cv. 'Clarica'.

Todo confirma la mayor importancia del maíz. Con las variedades actualmente en evaluación (índices de producción de hasta 129 para las de ciclo corto) podría incrementarse aún más el resultado de la rotación raigrás italiano-maíz. En el presente trabajo supera en 16,1; 15,2 y 12,2 t MS ha⁻¹ a las Praderas SP, 1C y 2C, respectivamente. López Cedrón *et al.* (2006), en pequeña parcela, obtuvieron al respecto un valor inferior, de 6,4 t MS ha⁻¹.

TABLA 9

Producción obtenida de raigrás italiano (kg de materia seca ha⁻¹ año⁻¹): contraste con resultados obtenidos en Galicia.

Present work Italian ryegrass yield (kg dry matter ha⁻¹ year⁻¹) compared with other authors results from Galicia.

Autor(es)	Variedad	Alternatividad	Ploidía	IP(3) (*)	kg N ha ⁻¹ año ⁻¹	Nºcortes año ⁻¹	t MS ha ⁻¹ año ⁻¹	
Lloveras (1986)	Tetrone	NA	T	101	70	1 - 2	2,5	(invierno-primavera)
López Cedrón <i>et al.</i> (2006)	Promenade	A	T	100	120 - 180	1 - 2	5,51	(invierno-primavera)
López Cedrón <i>et al.</i> (2006)	Exalta	NA	D	109	120 - 300	1 - 4	8,27	(todo el año)
Díaz <i>et al.</i> (2009)	Agraco 812	A	T	100	160 - 240	4 - 7	12,42	(todo el año)
Díaz <i>et al.</i> (2009)	(Media general del periodo 1978 - 2008)			104	160 - 240	4 - 7	12,89	(todo el año)
Presente trabajo	Agraco 812	A	T	100	180	3	8,79	(invierno-primavera)

NA = No alternativo; A = Alternativo; D = diploide; T = Tetraploide; IP(3) = Índice de producción, en % sobre la media de las variedades Tewera y Vitesse (12,45 t MS ha⁻¹ año⁻¹) dentro de la red de ensayos coordinada por el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo; MS = Materia seca

Efecto de la suplementación sobre la producción de prados y praderas

El efecto sustitución forraje / concentrado está contemplado por todos los sistemas de alimentación vigentes (Vadiveloo y Holmes, 1979; Agabriel *et al.*, 2007). También se reduce la ingestión voluntaria de pasto cuando hay libre acceso a forrajes conservados (O'Brien *et al.*, 1996).

El que, en nuestro caso, a mayor suplementación se haya dado un mayor número de aprovechamientos, concuerda con lo anterior. Si se apuró menos el pasto, tardaría menos tiempo en crecer, siempre que el grado de aprovechamiento fuese el suficiente para evitar génesis y acumulación de materia muerta.

La existencia de un efecto jerarquizado Suplementación (Pasto) sobre el número de aprovechamientos no tiene una explicación fácil. Si la menor ingestión diaria de pasto aumentó el tiempo de ocupación por parcela, esto a su vez afecta a muchas otras variables que influyen en el crecimiento de la hierba.

Producción de las praderas según variedad sembrada de raigrás inglés

Según la Tabla 2, si el raigrás inglés fue la especie dominante, las praderas más productivas deberían ser las sembradas con la cv. 'Nui' y las menos productivas las sembradas con la cv. 'Trassa', conforme a índices de producción en segundo año y persistencia relativa.

Dentro de las Praderas SP, vemos que, efectivamente, la cv. 'Nui' dio origen a muy buenos rendimientos (en cuanto a aprovechamientos totales y utilización). Pero, en cuanto a utilización, también lo logró la cv. 'Citadel', de la que se esperaba un comportamiento intermedio. El mínimo al respecto no se dio con cv. 'Trassa', sino con cv. 'Taptoe'.

Dentro de las Praderas 1C, sí que hubo una mayor coincidencia con lo que era de esperar según la Tabla 2. En efecto, si bien no estuvo presente la cv. 'Nui', la mayor utilización se consiguió con cv. 'Ruanui', cuyo IP(2) es máximo después de cv. 'Nui'. La cv. 'Citadel' ocupa ahora un lugar intermedio. Continuó siendo una excepción la cv. 'Trassa', que no dio origen a una producción mínima, si no intermedia.

En las Praderas 2C, la cv. 'Nui' quedó siempre en una posición intermedia. La cv. 'Trassa' quedó en último lugar en cuanto a número de aprovechamientos anuales, pero no en velocidad de crecimiento ni utilización.

Así pues, no se obtuvo una concordancia exacta con los resultados de los ensayos en pequeña parcela que sustentan la Lista Nacional de Variedades Comerciales de Pratenses, pero sí una cierta aproximación. Resultó mayor dentro de las Praderas 1C. Son precisamente las que presentan un mayor grado de coincidencia con los ensayos

que dan origen a la Tabla 2, en cuanto a dosis de N ($248 \pm 8,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ frente a 160-240), número de aprovechamientos anuales ($7,9 \pm 0,22$ frente a 4-7), y, promedio de utilización anual ($8,16 \pm 0,411 \text{ t MS ha}^{-1}$ según Tabla 4 frente a IP (2) = $9,10 \text{ t MS ha}^{-1}$ según Tabla 2).

Principios nutritivos de las ofertas y rechazos de las praderas según variedades sembradas de raigrás inglés

Las diferencias significativas se presentaron casi exclusivamente en régimen de sólo pastoreo, precisamente aquél en que el ganado puede hacer mayor selección de dieta.

La contaminación por tierra (pisoteo del ganado) o por estiércol no justifica todas las modificaciones anteriores. Parece afectar por igual a todos los rechazos, con independencia de la variedad sembrada de raigrás inglés.

Según Baumont *et al.* (2007), las variedades precoces tienen mayor contenido en unidades forrajeras leche y materias nitrogenadas totales que las tardías. Según Piñeiro y Pérez (1993), las variedades tetraploides tienen hojas más anchas, por lo que a igualdad de estado de desarrollo en fase reproductora podrían contener una mayor proporción de hoja. Sería entonces también de esperar un mayor contenido energético y proteico. Todo ello concuerda con lo observado para cv. 'Ruanui' y cv. 'Nui', ambas muy precoces, y, para cv. 'Taptoe', que aunque tardía es tetraploide.

La cv. 'Brigantia', que también destacó al respecto, es tardía y diploide. Ahora bien, presenta la característica de dar un césped muy denso y hojoso, por lo cual, también es de esperar que contribuya a un mayor contenido energético y proteico de la pradera. Así pues, también hay coincidencia.

Pero, es de señalar que en ningún caso se trata de efectos de gran importancia. El mayor contenido proteico de las ofertas con cv. 'Nui' no supone una ventaja nutricional. El mínimo de 19,7 % MS alcanzado con cv. 'Citadel' es más que suficiente. Valores superiores podrían, incluso, generar un imbalance proteína:energía.

Givens *et al.* (1989), sobre praderas de Inglaterra y Gales, también observaron influencia de la variedad de especie predominante (cv. 'S23', 'S24' y 'Ajax' para raigrás inglés, 'RPV' para raigrás italiano y 'S170' y 'Dovey' para festuca arundinácea), sobre el contenido en principios nutritivos. En concreto, para cenizas, PB y DenzMONdc, aunque no la encontraron para DMO determinada *in vivo* sobre ovino a nivel de mantenimiento. Todo ello resulta concordante con nuestras observaciones. También detectaron influencia sobre fibras neutro y ácido detergente libres de cenizas, a diferencia del presente trabajo.

Principios nutritivos de las diversas categorías consideradas de pasto (medias ponderadas anuales)

Como alimento para rumiantes, las praderas de sólo pastoreo presentan mejor composición química que los prados. Lo avala, además, la predicción de mayor contenido en materia orgánica digestible y de energía metabolizable. En las tablas de valor nutritivo del INRA (Baumont *et al.*, 2007) figura mayor contenido energético y proteico para los prados de zona llana (Normandía) que para el raigrás inglés, pero la finca experimental de Villaviciosa está muy distante de dicha región francesa. Las diferencias entre ofertas y rechazos son muy similares para Prado y Pradera SP y sugieren igualdad de efecto selectivo por parte de los animales en pastoreo.

La pérdida de la calidad de la hierba reservada para ensilar, consecuencia de un mayor número de días de crecimiento (Antuña *et al.*, 1991; según experiencia realizada en la misma finca donde se realizó el presente trabajo), también queda reflejada en la composición de las ofertas de las Praderas 1C y 2C frente a la de las Praderas SP.

Influencia de la suplementación sobre la composición de oferta y rechazos de prados y praderas

En principio, a mayor suplementación, menor ingestión diaria de pasto.

El aumento de FND en rechazos observado para las suplementaciones más intensas, concuerda con que, a menor apurado del pasto debido a la menor ingestión del mismo, sea menos patente el efecto selectivo de las vacas (Brereton *et al.*, 1994). Pero, el que ello no indujese menor digestibilidad de la oferta, si no lo contrario, revela que no hubo ni desaprovechamiento de la hierba ni una excesiva menor selección de dieta.

El manejo correcto del pastoreo exigió que, para evitar despilfarro del pasto, a mayor suplementación tuviese lugar un mayor tiempo de ocupación por parcela. El hecho de que la suplementación intermedia NBC fuese la que provocó en todos los casos un mayor contenido en cenizas de los rechazos sugiere que fue la motivó mayor actividad de los animales, con el consecuente mayor pisoteo.

Ingestión media anual de hierba en régimen de sólo pastoreo, según pasto y según suplementación

La mayor ingestión de hierba de pradera no es consecuencia de una diferente presión de pastoreo. Ésta no difirió entre prados y praderas, como era de esperar, ya que no se estableció ninguna diferencia de manejo entre ambos. Sólo cabe imputarla a la naturaleza del pasto.

No concuerda con el menor valor lastre que las tablas del INRA (Baumont *et al.*, 2007) atribuyen al prado de zona llana frente al raigrás inglés, pero, como previamente indicamos, se trata de zonas geográficas muy distantes. Sí que refleja bien el denominado efecto sustitución, al que antes hicimos referencia. Las diferencias en ingestión media de

pasto según suplementaciones no resultan significativas debido a los mayores errores estándar, pero todo lo anteriormente expuesto sugiere que son reales.

En comparación con la capacidad media de ingestión de una vaca frisona en producción, los valores obtenidos resultan bajos. Chamberlain and Wilkinson (1996) dan un intervalo entre 14 y 18 kg MS vaca⁻¹ día⁻¹ según semanas de lactación y, en el caso concreto de pastoreo, unos valores medios de 16 (primavera), 14 (verano) y 11 (otoño), con respectivos tiempos de pastoreo de 8, 9 y 9 h día⁻¹. En nuestro caso se rebasan esos tiempos de pastoreo sin alcanzar esos niveles de ingestión.

Evolución de la producción y calidad del pasto y su relación con la altura de ofertas y rechazos

La concordancia entre las evoluciones de los kg MS ha⁻¹ de ofertas y rechazos y las de sus respectivas alturas, coincide con la relación estrecha entre cantidad y altura de pasto obtenida por muchos autores. En el caso de zonas húmedas del N de España, cabe citar a Mosquera Losada *et al.* (1991).

El que se produzca un máximo de cantidad y calidad de pasto en oferta en primavera concuerda con la totalidad de la amplia bibliografía existente al respecto (Muslera y Ratera, 1991; Zea, 1992; Díaz y Díaz, 1993). La altura de la hierba en oferta es muy superior a las recomendaciones de Chamberlain y Wilkinson (1996) para pastoreo rotacional (8 cm en primavera, 10 en verano, 12 en otoño y menos de 5 en invierno). La de los rechazos, frente a las recomendaciones del TEAGASC (Brereton *et al.*, 1994), resulta excesiva. Según dichos autores, para evitar el embastecimiento de la hierba en verano, sería necesario reducir la altura de los rechazos en primavera por debajo de 6 cm. Como no es posible que lo puedan hacer las vacas en producción sin que descienda sensiblemente la producción de leche, sugieren el apurado del pasto por ganado con menores necesidades o la siega de rechazos.

En nuestro caso, la altura del residuo que deja la segadora supera los 6 cm. De ahí que el primer corte (o el temprano único) no eviten el embastecimiento de la hierba pastada posteriormente durante el verano, en concordancia con los autores referenciados.

Pretender rebajar la altura de corte en un suelo con las características del de nuestra finca experimental (arcilloso, blando, húmedo, con muchos hoyos por pisoteo del ganado aún en caso de suave pendiente en un mismo sentido), supondría una sensible contaminación con tierra que perjudicaría gravemente al proceso de ensilado. Por otra parte, la siega de rechazos en parcelas pastadas no mecanizables es imposible. Igualmente, es dudoso que las vacas secas pudiesen llegar a disminuir la altura por debajo de 6 cm, dadas las dificultades para pastar a baja altura en suelo con superficie muy irregular.

El efecto del embastecimiento es mitigado por el efecto selectivo de los animales. En verano, dejan una mayor proporción de rechazos y, con ello, consiguen que la composición de la hierba utilizada en pastoreo siga siendo de buena calidad. Aún así, hay una pequeña pérdida que debe ser tenida en cuenta en la planificación de la suplementación (Tabla 6).

Todo el año tiene lugar un exceso de proteína bruta frente a energía metabolizable (Chamberlain y Wilkinson, 1996). Las necesidades en carbohidratos estructurales quedan cubiertas, desde el punto de vista químico, según el actual sistema de alimentación del NRC (Nacional Research Council, 2001).

CONCLUSIONES

En la rasa marítima centro-oriental de Asturias y en régimen de sólo pastoreo por vacas lecheras a 2,2–2,3 UGM ha⁻¹:

- **Las praderas de raigrás inglés, raigrás híbrido y trébol blanco, superaron a los prados en:**
 - Producción anual de materia seca.
 - Contenido en principios nutritivos tanto a nivel de ofertas como de rechazos.
 - Ingestión voluntaria de materia seca por vaca y día.
- **Se aprecian los siguientes inconvenientes nutricionales para la hierba ingerida:**
 - Baja ingestión voluntaria.
 - Excesivo contenido proteico con relación al energético, por la elevada fertilización nitrogenada.
 - El contenido en fibra neutro detergente no llega al 40% sobre materia seca, por la misma causa.
- **La altura de los rechazos de hierba no fue la óptima para evitar embastecimiento de la hierba en oferta durante el verano. Pero, debido al efecto selectivo de las vacas, el contenido energético estimado de la hierba utilizada, si bien disminuyó algo, siguió siendo elevado.**
- **Una mayor intensidad de la suplementación:**
 - Incrementó número de aprovechamientos anuales.
 - Influyó significativamente, pero poco, sobre la composición de ofertas y rechazos.
- **En lo que concierne a la variedad de raigrás inglés elegida para la siembra de las praderas:**

- Influyó sobre la producción, ajustándose razonablemente a lo pronosticable según resultados de la Red Nacional de Evaluación de Variedades Comerciales de Pratenses.
- Lo anterior fue más acusado tratándose de praderas que recibían un corte para ensilar al año, modalidad cuyo manejo guarda más similitud con los ensayos en pequeña parcela de la Red antes mencionada.
- También influyó sobre el contenido en principios nutritivos de ofertas y rechazos.
- Lo anterior fue más acusado en régimen de sólo pastoreo.
- **La producción de la rotación raigrás italiano - maíz superó a la de todas las demás categorías de pasto, con un mínimo de aprovechamientos anuales.**
- **Los forrajes de la rotación anterior poseen buen contenido energético estimado, pero son deficientes en proteína bruta.**
- **Hay buena concordancia entre los resultados a nivel de explotación obtenidos en el presente trabajo con los de otros autores en pequeña parcela, también sobre zonas húmedas del Norte de España.**

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria la financiación de los proyectos de investigación INIA 7582, INIA 9043, INIA SC-95-022 e INIA SC-99-032, parte de los cuales dio origen al presente trabajo.

También manifiestan su agradecimiento a Alfonso Carballal Samalea por la labor informática que llevó a cabo, y, a todo el personal de laboratorio y de campo del Área de Nutrición Animal, Pastos y Forrajes del SERIDA, por las labores que han realizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGABRIEL, J.; POMIÈS, D.; NOZIÈRES, M.- O.; FAVERDIN, P., 2007.. Principes de rationnement des ruminants. En: *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins. Besoins des Animaux- Valeurs des Aliments. Tables Inra 2007*, 13-15. Quae, Versailles Cedex (Francia).

- ÁLVAREZ GARCÍA, M.A.; GARCÍA MANTECA, P.; VALDERRÁBANO LUQUE, J., 2004. *Tipificación, cartografía y evaluación de los pastos españoles: Cartografía de los pastos de Asturias*. INDUROT-Universidad de Oviedo, 139 pp. Oviedo (España).
- ANTUÑA, A.; NUÑO, I.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; DE LA ROZA-DELGADO, B., 1991. Efecto del intervalo entre cortes y la fertilización nitrogenada sobre la cantidad y calidad de hierba cosechada en una pradera de raigrás inglés-trébol blanco en la zona costera de Asturias. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Vég.*, **6**, 1-14.
- BASTIDA, C.; OYANARTE, M.; RODRÍGUEZ, M.; ZARRABEITIA, J.V., 1992. Comportamiento agronómico de mezclas pratenses binarias en el País Vasco. En: *XXXII Reunión Científica de la SEEP*, 171-184. SEEP-Gobierno de Navarra-ITG del Vacuno.. Pamplona (España).
- BAUMONT, R.; DULPHY, J.-P.; SAUVANT, G.; TRAN, G.; MESCHY, F.; AUFRÈRE, J.; PEYRAUD, J.-L.; CHAMPCIAUX, P., 2007. Les tables de la valeur des aliments. En : *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins. Besoins des Animaux- Valeurs des Aliments. Tables Inra 2007*, 184 ;190. Quae,Versailles Cedex, (Francia).
- BRERETON, A.; MCGILLOWAY, D.; STAKELUM, G., 1994. Grazing management dairying. pp 22-24. En: *Dairying Improving the Competitive Edge*, 22-24. Open day book.Teagasc. Moorepark (Irlanda).
- CHAMBERLAIN, A.T.; WILKINSON, J.M., 1996. Voluntary feed intake. En: *Feeding the dairy cow*, 41-47. Chalcombe Publications. Lincoln (Reino Unido).
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1999. *Reglamento (CE) N° 1388 / 1999 de 28 de junio de 1999*.
- DÍAZ, N.; DÍAZ, M. D., 1993. Efecto do pastoreo nas diferentes especies pratenses. En: *Memoria do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo*, 246-251. Servicio do Estudos e Publicacións da Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela (España).
- DÍAZ, N., PIÑEIRO, J., DÍAZ, M. D., BANDE, M. J., FERNÁNDEZ PAZ, J., 2008. Táboa 3. Variedades de raigrás inglés inscritas na LEVC (Lista Española de Variedades Comerciales) ou na LVOCDE (Lista de Variedades Admitidas para la Certificación de Semillas de la OCDE). En: *Valor agronómico das variedades comerciais de gramíneas e leguminosas pratenses. Actualización 2008*, 7-9. [http:// www.ciam.es/publicaciones/difusion/variedade_pratenses2008.pdf](http://www.ciam.es/publicaciones/difusion/variedade_pratenses2008.pdf).
- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ-ARANGO, B.; MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A.; PÉREZ FERNÁNDEZ, M.; PIÑEIRO, J.; RODRÍGUEZ JULIÁ, M., 1993. Proyecto INIA N° 8042. Especies pratenses e suas mesturas binarias gramínea- leguminosa na Cornisa Cantábrica. Síntese de datos. En: *Memoria do Centro de Investigacións Agrarias, Mabegondo*, 25-36. Servicio do Estudos e Publicacións da Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela (España).
- FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OLEA, L., 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos*, **29** (2), 7-44.
- FOSS Tecator AB, 2002. *Application Note AN 300. The determination of nitrogen according to Kjeldal using block digestion and steam distillation*. FOSS Tecator AB, 11 pp. Höganäs (Suecia).
- FRAME, J., 1981. Herbage mass. En: *Sward Measurement Handbook*, 39-69. Eds. J. HOGDSON, R.D. BAKER, A. DAVIES, A.S. LAIDLAW, J.D. LEAVER. Grassland Society. Hurlay (Reino Unido)
- GIVENS, D I; EVERINGTON, J.M. ; ADAMSON, A.H., 1989. The nutritive value of spring-grown herbage produced on farms throughout England and Wales over four years. I: The effect of stage of maturity and other factors on chemical composition, apparent digestibility and energy values measured in vivo. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **27**, 157-172.
- LÓPEZ CEDRÓN, F. X.; RUIZ-NOGUERA, B.; CONFALONE, A.; PIÑEIRO, J.; 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*, **36**(2), 193-216.

- LLOVERAS, J., 1986. Cultivos forrajeros de invierno para rotaciones intensivas con maíz en zonas húmedas (Galicia). *Inv. Agrar.: Prod. Prot. Veg.*, **1**, 317-329.
- LLOVERAS, J., 1987. Forage production and quality of several crop rotations and pastures in northwestern Spain. *Grass For. Sci.*, **42**, 241-247.
- LLOVERAS, J., 1988. Cultivos para la producción de forraje en verano en zonas húmedas (Galicia): *Inv. Agrar.: Prod. Prot. Veg.*, **3**, 59-70.
- LLOVERAS, J., 1990. Dry matter yield and nutritive value of four summer annual crops in north-west Spain. *Grass For. Sci.*, **45**, 243-248.
- M.A.F.F., 1984. *Energy allowances and feeding systems for ruminants*. Reference Book 433. Her Majesty's Stationery Office, 84 pp. Londres (Reino Unido).
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A., 1995. Determinaciones analíticas para el conocimiento del valor nutritivo de un alimento. Importancia de la preparación de la muestra para su análisis. Nuevas tendencias. En: *Pastos y Productos Ganaderos*, 37-59.: Eds. E. CHINEA, E. BARQUÍN. Universidad de La Laguna. Tenerife (España).
- MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A., 1994. *Elección y siembra de praderas en Asturias*. Monografía 3/94 del I.E.P.A. de Villaviciosa, 9 pp. Consejería de Medio Rural y Pesca- Instituto de Experimentación y Promoción Agraria. Villaviciosa (España).
- MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A.; PIÑEIRO, J., 1991. Producción de primer año de diversas especies pratenses y sus mezclas simples gramínea-leguminosa en Asturias. En: *XXXI Reunión Científica de la SEEP*, 291-296. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia (España).
- MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A.; PIÑEIRO, J., 1992. Producción de segundo y tercer año de diversas especies pratenses y sus mezclas simples gramínea-leguminosa en Asturias. En: *XXXII Reunión Científica de la SEEP*, 219-223. SEEP-Gobierno de Navarra-ITG del Vacuno. Pamplona (España).
- MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A.; SOLDADO, A.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ A.; del VALLE, J. D.; ALPERI, J., 2009. *Variedades de maíz. Actualización año 2008*. SERIDA-Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias, 17 pp. Grado. Asturias (España).
- MOSQUERA LOSADA, M. R.; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A.; BREA FROIZ, T., 1991. La altura de la pradera como método de predicción de su producción en pastoreo. En: *XXXI Reunión Científica de la SEEP*, 285-290. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia (España).
- MUSLERA, E.; RATERA, C., 1991. *Praderas y forrajes*. Ed Mundi Prensa, 672 pp. Madrid (España).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001. Carbohydrates. En.: *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, **37**. Seventh Revised Edition. National Academic Press. Washington, DC, (USA).
- O'BRIEN, B.; CROSSE, S.; DILLON, P.G., 1996. The effect of offering a concentrate and silage supplement to grazing dairy cows in late lactation, on animal performance and milk processibility. *Irish J. Agric. Food Res.*, **35**, 113-125.
- PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1993. *Mezclas pratenses para la España Húmeda*. Hojas Divulgadoras, núm 8/92 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 48 pp. Madrid (España).
- PIÑEIRO, J.; FERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, A.; VILLADA, E., 1993. Curvas de producción en tres localidades da provincia de Lugo. En: *Memoria do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo*, 21-24. Servicio do Estudos e Publicacións da Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela (España).
- RED TEMÁTICA DE ALIMENTACIÓN ANIMAL, 2008. *Recomendaciones para el uso de la información derivada del presente banco de datos y de las regresiones obtenidas*. [http:// www.serida.org/redalan](http://www.serida.org/redalan) .

- RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. I. Forrajes verdes. *Avances en producción animal*, **12**, 49-58.
- ROZA- DELGADO, B. de la; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A., 1991. Predicción de componentes de la pared celular por reflectancia en el infrarrojo cercano, en hierba de praderas del interior y zona costera asturiana. En: *XXXI Reunión Científica de la SEEP*, 411-417, Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia (España).
- ROZA-DELGADO, B. de la; ARGAMENTERÍA, A., 1992. Utilización de la espectroscopia por reflectancia en el infrarrojo cercano para la medición de la digestibilidad de la materia orgánica. I. Forrajes verdes. *Pastos* **22**(1), 71-83.
- ROZA-DELGADO, B. de la ; ARGAMENTERÍA, A., 1994. Use of near infrared reflectance spectroscopy for prediction of organic matter digestibility. I. Green forages. *Grasslands and forage abstracts*, **64**(11), 483-484.
- ROZA-DELGADO, B. de la; MARTÍNEZ, A.; FERNÁNDEZ, O.; SANTOS, B.; MODRÑO, S., 1995. Análisis del maíz forrajero por NIRS. Variaciones en la predicción según tratamiento matemático de los datos espectrales. *Pastos*, **25** (1), 99-113.
- SADEI, 2007. *La Agricultura Asturiana. Cuentas económicas 2005. Referencias estadísticas 2006*. Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias- SADEI, 281 pp. Oviedo (España).
- SOLDADO, A.; FERNÁNDEZ, O.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; ROZA –DELGADO, B. de la., 2003. Estudio comparativo de métodos analíticos para la determinación del contenido en almidón en ensilados de maíz. En: *Actas de la XLIII Reunión Científica de la SEEP*, 197-302, . Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla (España):
- VADIVELLO, J.; HOLMES, W., 1979. The prediction of the voluntary feed intake of dairy cows. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **93**, 553-562.
- VAN ES, A.J.H.; VAN DER MEER, J.M., 1980. *Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals*. 106 pp, Lelystad (Holanda).
- ZEA, J., 1992. Los pastos para la producción de carne. En: *II Xornadas pratenses*, 131-138. ED. J. PIÑEIRO. Diputación Provincial de Lugo. Lugo (España)..

YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF PERMANENT PASTURES, LEYS AND OF ITALIAN RYEGRASS- MAIZE ROTATIONS LOCATED IN THE CENTRAL-EASTERN COASTAL AREA OF ASTURIAS

SUMMARY

Annual dry matter yield ($t\ DM\ ha^{-1}$), annual average net grass allowance ($kg\ DM\ ha^{-1}\ day^{-1}$) and nutrients content of permanent pastures, grazed only, mixtures of perennial ryegrass, hybrid ryegrass and white clover leys, and crop rotations of Italian ryegrass-maize, located in an experimental farm from the eastern coastal area of Asturias (NW Spain), were measured for twelve consecutive years. Grass height, chemical composition and enzymatic organic matter digestibility on offers and refusals were also measured. Annual yield was minimum for permanent pastures (5.22), maximum for rotations (23.35) and intermediate for leys (7.27, under grazing only; 8.16 or 11.11 when one or two cuts for silage were given, respectively, followed by grazing ($p < 0,05$)). Annual average grass intake was low ($7.8\ kg\ DM\ cow^{-1}\ day^{-1}$ on permanent pastures *versus* 9.4 in arable leys; $p < 0,05$). Estimated metabolizable energy was $11.9\ MJ\ kg\ DM^{-1}$ for spring and of 11.6 for the rest of year. Crude protein content was 27 % DM. The level of supplementation increased the number of grazings and had a little effect on the chemical composition of offers and rejections. Chemical composition and DM yield were influenced by the variety of perennial ryegrass. The decrease of nutritive value of offered grass in summer was compensated by selective animal grazing. A good agreement was found among the results shown in this work and those published on varieties based on Official Evaluation Trials on small plots.

Key words: Rotational grazing, cuts for silage, perennial ryegrass, supplementation, nutrients intake.