

CUARENTA AÑOS DE FERTILIZACIÓN EN PRADOS DE LA MONTAÑA DE LEÓN. III INFLUENCIA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

M. RODRÍGUEZ¹, R. GARCÍA², S. ANDRÉS² Y A. CALLEJA²

¹Estación Agrícola Experimental. CSIC. León (España) ²Departamento de Producción Animal. Universidad de León

Campus de Vegazana s/n. E-24071 León (España)

Correo: alfredo.calleja@unileon.es

RESUMEN

Como se ha comentado en los dos artículos anteriores de esta serie (Rodríguez *et al.*, 2003; García *et al.*, 2004), el rendimiento y la composición botánica de los prados de montaña están fuertemente influenciados por la fertilización, la época de corte y el número de aprovechamientos anuales, que hacen variar de forma acusada el porcentaje y la producción de gramíneas, leguminosas y “otras plantas” de la hierba. Este cambio en la composición botánica, junto con el estado fenológico de las diferentes especies pratenses en el momento de la recolección, afectan de forma importante a su valor nutritivo.

En este trabajo se recogen, agrupados y simplificados, los resultados de ocho ensayos de fertilización realizados en prados de montaña, se analiza el efecto de la fertilización mineral, frecuencia de siega y fraccionamiento del nitrógeno sobre la composición química [proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra neutro detergente (FND), fósforo (P), calcio (Ca) y potasio (K)] y valor nutritivo (digestibilidad de la materia seca, DMS) de la hierba.

Los resultados muestran que el contenido en PB y FND y la DMS dependen más de la época de corte (Junio, Julio y Septiembre) y de la frecuencia de siega (uno, dos, tres cortes) que de la propia fertilización mineral. También se aprecia que la fertilización fosfórica y fosfo-potásica origina, en general, un incremento sustancial y significativo de PB y DMS de la hierba con una disminución paralela de los valores de la FND. Al mismo tiempo, tiene efectos beneficiosos sobre el fósforo, consiguiéndose en pocos años, paliar la deficiencia generalizada de este elemento, tanto en el suelo como en la hierba.

Los valores de PB y DMS, que están positivamente correlacionados entre sí y de forma inversa con la FND, son más elevados en los aprovechamientos de verano y principios de otoño que en primavera, apreciándose las mayores diferencias en el sistema de tres siegas anuales.

La forma de aplicar el nitrógeno (único vs. fraccionado), no parece tener una influencia clara sobre la composición química y mineral de los henos.

En conjunto, tanto en dos como en tres cortes (no se considera el corte único pues carece del tratamiento PK), la acción más importante y equilibrada sobre la composición química y mineral de la hierba se consigue con los fertilizantes fosfo-potásicos. Así, recogiendo sólo la media de los ensayos que resultaron significativos, la PB alcanzó con esta combinación binaria unos valores medios de 106 g/kg y 139 g/kg (Junio y Septiembre respectivamente) en dos cortes; mientras que con tres: 121 g/kg, 180 g/kg y 162 g/kg, en Junio, Julio y Septiembre respectivamente. Por su parte, la DMS mostró valores medios en dos cortes de 670 g/kg y 732 g/kg, mientras que en tres: 807 g/kg, 865 g/kg y 874 g/kg, respectivamente. En relación a la FND, en dos cortes, las cifras medias fueron de 580 y 467 g/kg, mientras que con tres: 551 g/kg, 459 g/kg y 451 g/kg MS.

El fósforo alcanzó con la combinación fosfo-potásica, valores medios de 2,3 g/kg tanto en Junio como en Septiembre; el calcio 8,9 g/kg y 11,6 g/kg y el potasio 15,8 g/kg y 16,4 g/kg, en Junio y Septiembre, respectivamente.

INTRODUCCIÓN

Los henos provenientes de los prados de la montaña leonesa han sido ampliamente estudiados y analizados desde hace más de cuatro décadas por profesores e investigadores de las antiguas Cátedras de Agricultura y Alimentación (hoy Departamento de Producción Animal) de la Facultad de Veterinaria y de la Estación Agrícola Experimental (CSIC) de León. Eran conscientes de la importancia estratégica de este recurso para la alimentación invernal del ganado y del conocimiento de su composición química y valor nutritivo, imprescindibles para llevar a cabo un racionamiento adecuado del vacuno y ovino.

En los primeros estudios que se realizaron por Suárez *et al.* (1964, 1967), Suárez y Santos (1965) Carpintero (1965) y Guedas *et al.* (1968a, 1968b), pronto se comprobó que los henos tenían un contenido medio-bajo en proteína y bastante elevado en fibra, como consecuencia de un siega en primavera muy tardía, cuando la hierba estaba muy embastecida, lo que repercutía en su baja digestibilidad. Por otra parte, la riqueza en calcio, magnesio y potasio podían considerarse como aceptables, mientras que se observaba una gran deficiencia en fósforo.

Esta carencia de fósforo deriva del tipo de roca sobre la que se desarrollan estos suelos y del propio sistema pastoral, que funciona como un ciclo abierto -el estiércol, único abono que se utilizaba antaño en los prados, es pobre en este elemento- con pérdida constante de este mineral a través de los animales (leche, huesos, carne).

Las carencias de fósforo eran entonces -en los años sesenta del siglo pasado, cuando no se habían generalizado en nuestro país los correctores de vitaminas y minerales-, particularmente importantes, porque además de presentar los animales problemas similares

a los de carencia en calcio (osteomalacia, raquitismo), suponían una disminución notable de la fertilidad del rebaño.

Este importante hecho, que ya había sido puesto de manifiesto en estudios anteriores sobre los suelos de la montaña (Lucena *et al.*, 1961), fue el desencadenante para la puesta en marcha, en el año 1966, de los primeros ensayos de fertilización fosfatada en prados de montaña (Carpintero y Suárez, 1976).

La carencia de fósforo se agravaba por el hecho de que la hierba, además de recolectarse muy tarde, se sometían para su henificación a un excesivo calentamiento al sol, con lo cual se destruían la mayor parte de los carotenos -precursores de la vitamina A en los animales-, lo que originaba al final del invierno una elevada mortalidad de terneros y una reducción estacional de la fertilidad de las vacas (Garrido Pertierra, 1975).

En relación con la composición química y valor nutritivo de los henos de prados provenientes de diferentes ensayos de fertilización, hay que señalar los trabajos de Calleja (1976), Carpintero y Suárez (1969, 1976, 1977a, 1977b), Pérez Pinto (1986, 1991), Rodríguez Pascual (1994), Bochi Brum (2001), Andrés Llorente (2003), Andrés *et al.*, (2004, 2005a, 2005b, 2005c), así como los realizados por García Navarro (1988), Pérez Pinto (1989), Carro Travieso (1989), López Puente (1990) y Valdés Solís (1991) con diferentes forrajes y material procedente de prados de la Montaña de León.

Como se ha comentado en un trabajo anterior (García *et al.*, 2004), la composición botánica de los prados están fuertemente influenciados por la fertilización y el número de aprovechamientos, que hacen variar de forma acusada el porcentaje y la producción de gramíneas, leguminosas y "otras plantas" del prado. Este cambio en la composición botánica, no sólo ocasiona una variación en el rendimiento total del forraje sino también el valor nutritivo del mismo, como consecuencia de la diferente composición química de cada grupo botánico.

El estado fenológico de las diferentes especies pratenses en el momento de la recolección es otro de los factores que más afectan al valor nutritivo de la hierba, resultando, muchas veces, más importante que la propia fertilización y, a la vez, está muy relacionado con la intensidad de explotación o número de cortes que se realiza a lo largo del año. De esta forma, al intensificar los aprovechamientos, es factible realizar la siega cuando las plantas se encuentran en el espigado o principios de floración que es cuando el contenido y la producción de unidades nutritivas es máxima (Rodríguez, 1994).

Como es bien conocido, la hierba joven tiene un elevado contenido en proteína bruta, minerales y digestibilidad y a medida que las plantas crecen y maduran, aumentan considerablemente las fracciones más indigestibles de la pared celular (celulosa, hemicelulosa, lignina), reduciéndose paralelamente la concentración de proteína, minerales y digestibilidad, que son los factores más importantes para determinar la calidad de los

forrajes (Bochi, 2001). Por eso, cuando los aprovechamientos de la hierba se hacen muy tarde -sobre todo en el primer corte - y las plantas están maduras y embastecidas, no son capaces de cubrir las necesidades nutritivas de los animales.

Sin embargo, aunque la calidad de la hierba disminuye con el grado de madurez de las plantas, especialmente a lo largo del primer ciclo de aprovechamiento, esta tendencia puede romperse y modificarse por el empleo de diferentes combinaciones de fertilizantes minerales, fraccionando el nitrógeno, o con un aumento del ritmo de utilización de la hierba (Pérez Pinto, 1991).

En este trabajo se exponen, de forma ordenada, los resultados obtenidos durante cuarenta años de investigación de los efectos que la fertilización mineral (NPK) y la frecuencia de corte tienen sobre la composición química (proteína, fibra bruta, fibra neutro detergente, fósforo, calcio y potasio) y digestibilidad de la materia seca de la hierba obtenida en los diferentes ensayos desarrollados en la montaña leonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

La localización, características y diseño de cada uno de los ensayos utilizados para la elaboración de este trabajo, han sido descritos en un trabajo previo (Rodríguez *et al.*, 2003).

Las muestras provenientes de cada parcela experimental, de los nueve ensayos, se secaron en una estufa de aire forzado hasta peso constante, posteriormente se molieron en un molino de martillos con una luz de malla de 1 mm y se guardaron en botes de plástico, con cierre hermético, hasta su posterior análisis.

La proteína bruta (N x 6,25) se determinó por el método Kjeldahl. La fibra bruta según el método propuesto por Weende (AOAC, 1965) y la FND según la técnica secuencial descrita por Goering y Van Soest (1970) y Robertson y Van Soest (1981), adaptada por Ankom Technology Corporation (Ankom, 1998).

La digestibilidad de la materia seca (DMS) "in vitro" (ensayos 1, 2, 3, 6, 7 y 8), fue determinada por el método de Tilley and Terry (1963) y, en el caso del ensayo 9, por la técnica propuesta por Goering y Van Soest (1970), con las modificaciones introducidas con el incubador Daisy-Ankom (Ankom, 1998).

El fósforo de las plantas se determinó por colorimetría del complejo azul de molibdeno, el potasio por fotometría de llama y el calcio por precipitación en forma de oxalato haciendo una determinación por permanganimetría (Suárez *et al.*, 1967).

En el estudio estadístico se ha utilizado el modelo lineal general (SAS 1989) y las variables de composición química (PB, FB, FND), digestibilidad y elementos minerales (P, K, Ca) se han tratado mediante análisis de varianza. Cuando la anova establece dife-

rencias se realiza el contraste de medias (LSD) y junto al nivel de significación se expresa la mínima diferencia significativa (mds).

Se han considerado como factores principales: **tipo de fertilizante** (nitrato amónico frente a urea en el ensayo n° 5 y nitrato amónico, sulfato amónico y nitrato sódico en el ensayo n° 8), **forma de distribución** (de una sola vez o con una distribución fraccionada, en los ensayos n° 8 y 9), **dosis** de fertilizante (según las dosis de cada ensayo), **corte** (momento de realización de la siega; junio cuando la siega del forraje se realiza una sola vez al año -ensayos n° 1, 2 y 3-; junio y septiembre cuando hay dos siegas anuales -ensayos n° 5, 6, 7, 8 y 9- y junio, julio y septiembre si son tres los aprovechamientos -ensayo n° 9-), **lugar** de ensayo (localidad) y **años** de repetición de la experiencia.

En un primer momento, se incluyen todos los factores e interacciones posibles en cada ensayo o grupos de ensayos como el efectuado en García *et al.* (2004) observándose, en general, escasa incidencia del tipo de fertilizante, de la forma de distribución y de la dosis usada (excluyendo las parcelas testigo) y por el contrario la gran importancia que adquiere el momento del corte y, en menor medida, el lugar y los años de ensayo.

Posteriormente, se organiza un nuevo factor que denominamos **Abono** en el que se incluyen las parcelas testigos y se reúnen las dosis de fertilizante, quedando los tratamientos para los ensayos 1, 2 y 3 en: T, NK, NPK y para los ensayos n° 5, 6, 7 y 8 en: T, PK y NPK; de esta manera la organización de tablas permite una visión de conjunto que facilita su comparación y diferenciación según el momento del corte y el lugar del ensayo (localidad). Únicamente en el ensayo 9 se estudian los fertilizantes de una forma individual (N, P y K), combinaciones binarias (NP, NK y PK) y ternarias (NPK), así como la forma de distribución del nitrógeno.

El ensayo n° 4 (Reyero) se descarta en este trabajo por incluir abonados muy diferentes (combinaciones con estiércol) y por disponer de escasa información de composición del forraje lo que dificulta la comparación con otras pruebas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan dos modelos de tablas, las que corresponden al ensayo 9, el más complejo (Tablas 3, 6, y 8), que incluyen los valores medios, en los años considerados, de los tres niveles de fertilización simple, combinación binaria y ternaria, quedando los tratamientos reducidos a T, N, P, K, NP, NK, PK y NPK. En este ensayo, se considera la utilización del nitrógeno en forma única o fraccionada y, en este último caso, sólo se utilizan los datos correspondientes al testigo y a los tratamientos que llevan nitrógeno: N, NP, NK y NPK.

El resto de las tablas están formadas por dos partes; en la superior se estudia el análisis de la varianza teniendo como fuentes de variación las comentadas en material y métodos; en el caso de que exista significación en alguno de los parámetros anteriores se estudia el mismo en profundidad. En la parte inferior y teniendo en cuenta las escasas diferencias significativas entre las distintas dosis o niveles de fertilización N, P y K, tipo de fertilizante e, incluso, entre las formas de aporte del nitrógeno (único o fraccionado), se decide agrupar los tratamientos con el objetivo de simplificar las tablas y de esta forma observar mejor los efectos principales de los diferentes tratamientos comunes a todos los ensayos.

La simplificación señalada se realiza de la siguiente forma; en los ensayos 1, 2 y 3, se agrupan en un sólo dato los tres niveles de superfosfato y escorias (T, NK y NPK); en el ensayo 5 (Boñar), se agrupan las tres dosis de nitrato amónico y urea (T, PK, NPK) y en los ensayos 6, 7 y 8, se reúnen los cuatro niveles de nitrato amónico y no se tienen en cuenta las otras formas de fertilización nitrogenada planificadas para el ensayo 8 (sulfato amónico y nitrato sódico), por lo que los tratamientos quedan agrupados en tres bloques: T, PK y NPK.

PROTEÍNA

En las Tablas 1, 2 y 3 se expresa el contenido medio en proteína bruta (g/kg MS) de los diferentes tratamientos de fertilización en diferentes sistemas de utilización de los prados de montaña: un corte (ensayos 1, 2 y 3), dos cortes (ensayos 5, 6, 7 y 8) y dos/tres cortes anuales (ensayo 9). En este último ensayo, se considera también el aporte único y fraccionado del nitrógeno.

Un corte (Tabla 1)

En el análisis en conjunto de los ensayos 1, 2 y 3, en los que sólo se realizó el corte de Junio, se aprecia que el efecto del abonado no fue significativo, obteniéndose, en cambio, diferencias altamente significativas entre los lugares de los ensayos y entre los cuatro años de la experiencia. También fue positiva la interacción lugar*año.

TABLA 1

Contenido en Proteína Bruta (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de un corte al año y características del ANOVA.

Crude Protein content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested once a year.

SISTEMA DE UN CORTE ANUAL									
Anova	Junio	Lugar	Media	Años	Media				
Abono	sn	Grandoso	99b	1°	105a				
Lugar	***	Valdecastillo	94c	2°	96b				
Año	***	Lillo	110a	3°	105a				
Abono*lugar	**			4°	89c				
		sig	***	sig	***				
		mds	4,8	mds	5,4				
CORTE DE JUNIO									
Abono	GRANDOSO (ensayo 1)			VALDECASTILLO (ensayo 2)			LILLO (ensayo 3)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	97	87	102	106	105	107	91	80	97
NK	97	85	113	110	108	112	85	74	94
NPK	100	81	115	111	99	123	96	74	122
sig	ns			ns			ns		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3°, 4° = 1967, 1968, 1969, 1972.

Abono: T testigo; NK 60 kg de N ha⁻¹año⁻¹ y 80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 100-160 kg de P2O5 ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; ns no significativo.

En el análisis por separado de los ensayos 1, 2 y 3, resultó que ninguno fue significativo respecto a los tratamientos fertilizantes empleados. No obstante, se aprecia que los mayores valores de PB se obtienen con el NPK, sobre todo en el ensayo 2, donde se alcanzan 123 g/kg MS. La ausencia de diferencias significativas entre tratamientos, se deben a que la realización de un sólo corte se retrasa demasiado en el tiempo hasta finales de Junio o principios de Julio, y la hierba está en avanzado estado de crecimiento, embastecida, y en este estado, no es capaz de mostrar los efectos beneficiosos de la fertilización.

Dos cortes (Tabla 2)

En el análisis previo sobre el conjunto de los ensayos 6, 7 y 8, en los que se realizaron dos aprovechamientos, se aprecia en el corte de Junio que el efecto del abonado y de los años fue significativo; en el aprovechamiento de Septiembre lo fue, además, el efecto el lugar.

TABLA 2

Contenido de Proteína Bruta (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de dos cortes anuales y características del ANOVA.

Crude Protein content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested twice a year.

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES												
Anova	Corte		Lugar	Corte		Año	Corte					
	Junio (sig)	Sep. (sig)		Junio	Sep.		Junio	Sep.				
Abono	***	***	Beberino	99	129a	1°	96b	118c				
Lugar	ns	***	El Castillo	94	119b	2°	96b	126b				
Año	***	***	Villasecino	101	128a	3°	102a	132a				
Abono*año	ns	*										
Lugar*año	**	*	sig	ns	***	sig	***	***				
Abono*lugar*año	***	***	mds	-	2,3	mds	2,9	2,3				
CORTE DE JUNIO												
Abono	BOÑAR (Ensayo 5)			BEBERINO (Ensayo 6)			EL CASTILLO (Ensayo 7)			VILLASECINO (Ensayo 8)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	87	84	89	93b	72	106	88b	64	108	95	69	113
PK	87	85	90	109a	84	127	103a	67	138	97	78	118
NPK	85	76	97	98b	75	120	94b	69	123	102	67	147
sig	ns			***			*			ns		
mds	-			7,2			8,1			-		
CORTE DE SEPTIEMBRE												
T	105	104	107	134a	103	159	117b	100	134	130ab	111	144
PK	96	92	100	138a	128	157	131a	109	166	135a	119	156
NPK	99	81	120	127b	100	155	118b	95	152	127b	98	142
sig	ns			***			***			**		
mds	-			5,7			6,9			5,7		

Media, Mín. Máx. = Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3° = 1973, 1974, 1975 (ensayos 6, 7 y 8).

Abono: T testigo; PK 108-130 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹ y 75-80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base PK y 40-180 kg de N ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Junio

Como se aprecia en la Tabla 2, de los cuatro ensayos considerados en los que se utilizaron dos cortes, se aprecian diferencias significativas en el contenido en PB atribuibles al abono sólo en los de Beberino (6) y El Castillo (7), teniendo el último un contenido más elevado. En los ensayos que fueron significativos, los valores medios más elevados de PB se alcanzaron con el tratamiento PK: 109 g/kg MS (ensayo 6) y 103 g/kg MS (ensayo 7), estableciéndose un incremento significativo de un 17,2% y 17,0%, respectivamente, respecto al testigo sin abonado; y también, entre el PK y el NPK.

Septiembre

En éste aprovechamiento el abonado muestra en los ensayos 6, 7 y 8 diferencias en el contenido de proteína y con un mayor nivel de significación en los dos primeros. Como en Junio, los valores medios más elevados de PB se alcanzaron con la fertilización PK: 138 g/kg MS (ensayo 6), 131 g/kg MS (ensayo 7), y 135 g/kg (ensayo 8). El mayor incremento significativo se produjo en el ensayo 7, con un 12,0% en el PK respecto al testigo. En los ensayos 6 y 8, sólo se muestran diferencias significativas entre el PK y el NPK.

El ensayo 5 (Boñar), no muestra significación en ninguno de los cortes, posiblemente debido a su corta duración (un año), que impide que se manifieste el efecto de la fertilización sobre la vegetación.

Comparación de medias Junio/Septiembre

Considerando la media de los tres tratamientos (T, PK, NPK), el corte de Septiembre, en los ensayos 5, 6, 7 y 8, situó por encima del de junio en un 16,0%, 33,0%, 28,4% y 33,4% respectivamente. Esto se debe a que en el corte de otoño, las gramíneas se encuentran en un estado de crecimiento mucho menos avanzado y además predomina el porcentaje de leguminosas, más ricas en proteína.

Los ensayos 6 y 7 fueron los que mostraron diferencias significativas en los dos momentos de siega; el contenido en PB del tratamiento PK, fue superior en los aprovechamientos de Septiembre en un 26,6% y 27,2% respectivamente, lo que indica el efecto positivo sobre la proteína de esta combinación en el corte de otoño.

Dos/tres cortes (Tabla 3)

En la Tabla 3 se presenta el contenido en PB de los diferentes tratamientos fertilizantes, en el sistema de dos y tres aprovechamientos anuales, correspondiente al ensayo 9 (Las Salas).

Dos cortes

Junio

El efecto de la fertilización, en los ocho tratamientos considerados, no resultó significativo en este corte, aunque hay que destacar que los tratamientos con nitrógeno dieron los valores más elevados de PB.

Septiembre

El este aprovechamiento únicamente hubo diferencias entre el testigo (124 g/kg) y el P (141 g/kg) y PK (151 g/kg), que fueron los que presentaron unos valores más elevados

de PB. En estos tratamientos el aumento significativo de PB fue de un 13,7% y 21,8% respectivamente, con relación al testigo. Estos valores de PB se deben a los elevados porcentajes de leguminosas en estos tratamientos.

Comparación de medias Junio/Septiembre

La media de PB de los ocho tratamiento considerandos (incluyendo el testigo), muestra que el corte de Septiembre (131 g/kg) fue un 36,5% superior al de Junio (96 g/kg) y da idea de la capacidad productiva de PB en los aprovechamientos de otoño.

Tres cortes: Nitrógeno aportado de una vez.

Como se aprecia en la Tabla 3, en los tres cortes (Junio, Julio y Septiembre) se obtuvieron diferencias altamente significativas, sobre todo en los dos primeros.

Junio

En este corte, los valores más elevados de PB se originan con los tratamientos N (121 g/kg), NK (119 g/kg) y PK (121 g/kg), que muestran un incremento significativo respecto al T de 31,5%, 29,3% y 31,5% respectivamente. También muestran diferencias significativas menos importantes con otros tratamientos, como el K.

Julio

Destaca en este aprovechamiento el elevado contenido en PB en el tratamiento PK (180 g/kg), que muestra un incremento significativo de un 13,9% sobre el T (158 g/kg). También muestra diferencias significativas con otros tratamientos como N, K, NP y NK. Estos altos contenidos se justifican, en gran parte, por la elevada proporción de leguminosas en estos tratamientos.

Septiembre

Como en el corte anterior, en este tercer aprovechamiento, el contenido más elevado de PB se alcanza con PK (162 g/kg), pero en este caso solo se producen diferencias significativas (11,0% de incremento) respecto al K (146 g/kg).

Comparación de medias Junio/Julio/Septiembre

Teniendo en cuenta la media de los ocho tratamientos, el contenido en PB del corte de Junio fue de 111 g/kg; incrementándose un 46% en Julio y descendiendo ligeramente (-4,9%) en Septiembre, hasta alcanzar los 154 g/kg.

En los tres cortes, el tratamiento PK es el que sobresale por presentar, numéricamente, los valores más altos; en Junio alcanza 121 g/kg, que se incrementa en Julio un 48,8% y en Septiembre un 33,9%. En el segundo corte es donde las leguminosas desarrollan su máxima actividad, acompañadas de gramíneas jóvenes, lo que origina una máxima concentración de PB. Es en este segundo corte, donde se alcanza el máximo valor medio de PB de todo el ensayo: 204 g/kg.

TABLA 3

Contenido de Proteína Bruta (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de dos cortes y de tres cortes al año con diferentes formas de aporte del nitrógeno (Ensayo 9).

Crude Protein content (g kg⁻¹ DM) in forage harvested twice or three times per year applying the nitrogen fertilization in two different ways (Trial 9).

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES									
Abono	Junio			Septiembre					
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.			
T	92	81	107	124b	112	142			
N	101	71	143	127b	111	145			
P	95	82	120	141a	132	157			
K	80	67	98	129b	114	144			
NP	102	74	141	126b	111	143			
NK	103	73	135	121b	104	141			
PK	99	81	130	151a	142	165			
NPK	99	76	127	126b	108	145			
sig	ns			***					
mds	-			11,1					
SISTEMA DE TRES CORTES: APORTE ÚNICO DE NITRÓGENO									
Abono	Junio			Julio			Septiembre		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	92 b	86	101	158bc	149	172	154ab	141	163
N	121a	95	148	161bc	140	176	155ab	136	180
P	110a	94	144	165ab	135	196	152ab	119	180
K	94 b	74	114	145c	97	189	146b	114	175
NP	114a	100	125	159bc	143	186	151ab	128	174
NK	119a	94	140	153bc	127	179	152ab	135	179
PK	121a	95	168	180a	144	204	162a	124	183
NPK	115a	93	138	171ab	151	186	156ab	140	190
sig	***			***			*		
mds	15,5			17,2			17,1		
SISTEMA DE TRES CORTES: APORTE FRACCIONADO									
Abono	Junio			Julio			Septiembre		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	97b	92	102	136	132	141	129	121	137
N	114ab	93	136	149	123	185	127	114	146
NP	121a	101	138	150	122	165	134	114	153
NK	108ab	79	128	146	129	163	130	120	139
NPK	115ab	101	136	159	137	171	143	120	170
sig	*			ns			ns		
mds	20,7			-			-		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos.

Abono: T testigo; NK 60-180 kg de N y de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 80-240 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Tres cortes: Nitrógeno fraccionado

Junio

Teniendo en cuenta sólo los tratamientos que llevan nitrógeno, en este corte se establecen diferencias significativas únicamente entre el testigo y el NP (121 g/kg), con un incremento significativo de un 24,7%. A la vista de los datos mostrados en la tabla, el aporte fraccionado de nitrógeno no tiene una influencia muy clara sobre el contenido en PB, con respecto al aporte único.

Julio y Septiembre

En estos dos aprovechamientos, el mayor contenido en PB se alcanzó con el tratamiento NPK, aunque en estos casos no resultaron ser significativos.

Comparación de medias Junio/Julio/Septiembre

En el aporte fraccionado de nitrógeno, la media de los cuatro tratamientos (N, NP, NK, NPK), es de 115 g/kg en el corte de Junio, incrementándose un 31,3% en Julio (151 g/kg), y alcanzando 134 g/kg en Septiembre (16,5% superior).

Comparación nitrógeno aportado de una vez y fraccionado

Comparando los valores medios de PB en los tratamientos que llevan nitrógeno (N, NP, NK, NPK), se aprecia que con el aporte fraccionado disminuye la producción de proteína bruta un -1,7% en el primer corte, un -6,2% en el segundo y un -13,0% el tercero como era previsible por el desarrollo de las "otras" (García *et al.*, 2004).

Calidad de los henos

Si bien en un sistema de dos cortes, únicamente el de Septiembre superaba el nivel de 110 g/kg de PB, concentración considerada para un heno de hierba de buena calidad (McDonald *et al.*, 1995), al pasar a un aprovechamiento más intensivo (tres siegas) superan dicho nivel todos los cortes.

FIBRA.

Para este trabajo se dispone de información de la fibra del forraje en cuatro pruebas, en las tres primeras (ensayos 1, 2 y 3) se analiza la fibra bruta y en el ensayo 9 la fibra neutro detergente. En la Tabla 4 se presentan los contenidos medios (g/kg MS) de fibra bruta (análisis de Weende), de los ensayos 1, 2 y 3 en los que sólo se realizó el corte de la hierba en el mes Junio.

TABLA 4

Contenido de Fibra Bruta (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de un corte al año y características del ANOVA.

Crude Fibre content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested once a year:

SISTEMA DE UN CORTE ANUAL									
Anova	Junio	Lugar	Media	Años	Media				
Abono	***	Grandoso	298	1°	270d				
Lugar	ns	Valdecastillo	290	2°	322a				
Año	***	Lillo	300	3°	301b				
Abono*Lugar	*			4°	286c				
Lugar*año	*	sig	ns	sig	***				
		mds	-	mds	7,5				
CORTE DE JUNIO									
Abono	GRANDOSO (Ensayo 1)			VALDECASTILLO (Ensayo 2)			LILLO (Ensayo 3)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	287b	269	303	283	254	322	276b	264	288
NK	282b	258	304	293	261	329	287ab	270	305
NPK	302a	267	345	290	236	329	306a	259	338
sig	**			ns			*		
mds	12,7			-			21,5		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3°, 4° = 1967, 1968, 1969, 1972.

Abono: T testigo; NK 60 kg de N ha⁻¹año⁻¹ y 80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 100-160 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Un corte

En conjunto se aprecia que el contenido en FB fue muy diferente según el abono, apreciándose también diferencias significativas entre los años de las experiencias; en cambio, no se aprecia significación entre los lugares de los ensayos. También se producen interacciones positivas lugar*año y lugar*abonado.

En el análisis pormenorizado del contenido en FB se observa que las diferencias se presentan, fundamentalmente, en los ensayos 1 y 3, produciéndose un incremento de un 5,2% (ensayo 1) y 10,9% (ensayo 3) entre el T y el NPK que resultó ser el tratamiento más fibroso, como consecuencia de un mayor y más rápido desarrollo de las gramíneas por la fertilización y por el corte tardío, que favorece un mayor embastecimiento.

Dos/tres cortes

En la Tabla 5 se expone el contenido medio (g/kg MS) de la fibra neutro detergente correspondiente al ensayo 9 (Las Salas), en el que se contemplan dos frecuencias de siega y el fraccionamiento del nitrógeno.

Dos cortes

Junio

Los contenidos en FND fueron muy diferentes con la fertilización, los valores superiores se localizaron en los tratamientos NP y NPK (619 g/kg y 689 g/kg), con incrementos superiores al 15% sobre las parcelas T, P, K y PK.

Septiembre

El contenido medio del segundo corte mostró, de nuevo, diferencias significativas entre tratamientos; en este caso, también los tratamientos NP (520 g/kg) y NPK (515 g/kg) fueron netamente superiores en fibra neutro detergente a los demás tratamientos.

Comparación valores medios Junio/Septiembre

Si consideramos la media de los ocho tratamientos, se aprecia que el contenido medio en FND en el corte de Septiembre (465 g/kg) es un 22,0% más bajo que el de Junio (596 g/kg), debido a que en éste segundo ciclo existe una mayor proporción de leguminosas.

Tres cortes: Nitrógeno aportado de una vez

Junio

Hay diferencias significativas entre tratamientos, correspondiendo los valores más bajos a las parcelas fertilizadas con K (548 g/kg), P (552 g/kg) y PK (551 g/kg) y las más altas a NPK (616 g/kg) y NP (591 g/kg), con incrementos medios próximos al 10%.

Julio

En este aprovechamiento, el contenido numéricamente más bajo también correspondió al K (440 g/kg) y al P (449 g/kg); de nuevo los tratamientos NPK (496 g/kg), NP (473 g/kg) acompañados por el N (474 g/kg) los que presentan los valores medios superiores.

Septiembre

En este tercer corte las diferencias son significativas únicamente al 95%, observándose cómo los tratamientos K y P son los que tienen un contenido más bajo en FND, si bien no se establecen diferencias significativas entre la mayoría de los tratamientos. El NPK (488 g/kg MS) fue el que presentó el contenido más elevado.

TABLA 5

Contenido de Fibra Neutro Detergente (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de dos cortes y tres cortes al año con diferentes formas de aporte del nitrógeno (Ensayo 9).

Neutral Detergent Fibre content (g kg⁻¹ DM) in forage harvested twice or three times per year applying the nitrogen fertilization in two different ways (Trial 9).

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES									
Abono	Junio			Septiembre					
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.			
T	534b	507	562	418c	414	421			
N	601ab	581	655	459bc	398	525			
P	575b	534	625	443bc	411	490			
K	576b	527	620	451bc	404	483			
NP	619a	577	661	520a	444	594			
NK	598ab	555	633	447bc	371	506			
KP	580b	517	622	467b	413	598			
NPK	689a	576	689	515a	488	561			
sig	***			***					
mds	31,0			43,0					
SISTEMA DE TRES CORTES: APORTE ÚNICO DE NITRÓGENO									
Abono	Junio			Julio			Septiembre		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	578bc	567	596	463bc	450	479	447b	430	456
N	575bc	541	600	474ab	442	500	455b	426	508
P	552c	490	632	449bc	413	507	440b	381	508
K	548c	505	593	440c	412	493	441b	409	516
NP	591ab	532	632	473ab	398	523	466ab	415	517
NK	563bc	509	596	456bc	421	477	441b	107	504
PK	551c	468	632	459bc	423	533	451b	390	550
NPK	616a	568	672	496a	451	562	488a	437	536
sig	***		**				*		
mds	32,2		28,9				31,5		
SISTEMA DE TRES CORTES: APORTE FRACCIONADO									
Abono	Junio			Julio			Septiembre		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	523c	521	526	423b	401	415	486	475	497
N	545bc	519	595	453ab	427	480	454	433	486
NP	553abc	508	581	458ab	403	507	496	443	572
NK	578ab	531	614	470a	430	512	484	430	537
NPK	594a	544	638	469a	441	496	517	468	597
sig	*			*			ns		
mds	44,1			40,6			-		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos.

Abono: T testigo; NK 60-180 kg de N y de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 80-340 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Comparación valores medios Junio/Julio/Septiembre

Utilizando los valores medios de los ocho tratamientos, se aprecia cómo a medida que se suceden los aprovechamientos va disminuyendo el contenido en FND, debido a que los cortes se hacen de forma más temprana y están menos lignificados. Así entre el primer corte (572 g/kg) y segundo (464 g/kg), se produce un descenso en el contenido en FND de un -18,9%. Este descenso se suaviza entre el segundo y tercer aprovechamiento (454 g/kg), con una disminución del -2,2%.

Tres cortes: Nitrógeno fraccionado

Junio y Julio

Sólo en los cortes de Junio y Julio el efecto de la fertilización fue significativo, produciéndose en ambos un incremento de un 13,6% y 10,9%, respectivamente, del contenido en FND del tratamiento NPK respecto al T. En el segundo corte, el NK (470 g/kg) presentó el valor más elevado con un incremento significativo de un 11,1% en relación al testigo.

Comparación valores medios Junio/Julio/Septiembre.

Con aporte de N fraccionado, la media de FND de los tratamientos con nitrógeno disminuye un 18,5%, entre el primer (568 g/kg) y el segundo aprovechamiento (463 g/kg). Sin embargo, al contrario de lo que sucedía con el aporte único de nitrógeno, en el tercer corte (488 g/kg) se produce un ligero incremento (5,4%), respecto al corte de Julio.

Comparación nitrógeno aportado de una vez/ fraccionado

Si comparamos la media de los cuatro tratamientos fertilizantes que llevan nitrógeno, cuando se fracciona el contenido medio en FND es ligeramente más bajo en el primer (-3,1%) y en el segundo aprovechamiento (-7,2%), pero se incrementa de forma débil en el de Septiembre (5,4%).

DIGESTIBILIDAD

En las Tablas 6, 7 y 8 se exponen los datos medios de la Digestibilidad de la Materia Seca (DMS), expresados en g/kg de MS, de los distintos tratamientos en los ensayos considerados. Hay que precisar que en los ensayos 1, 2, 3, 6, 7 y 8 la DMS se analizó por el método de Tilley-Terry (1963), mientras que en ensayo 9, se utilizó la técnica de Goering y Van Soest (1970), con las modificaciones introducidas en el procedimiento por ANKOM-DAISY (ANKOM, 1998).

Un corte

Junio

El análisis estadístico conjunto de los ensayos 1, 2 y 3, muestra que hay diferencias significativas en la DMS de la hierba entre los grupos de fertilizantes (T, NK, NPK). También se aprecian diferencias entre los lugares en que se realizaron los ensayos y entre los diferentes años que se repitieron, apreciándose cómo disminuye significativamente la DMS a medida que pasan los años. Asimismo, es positiva la interacción lugar*abonado.

El análisis pormenorizado de los tres ensayos contemplados en la Tabla 6, se aprecia que sólo los ensayos 2 y 3 mostraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el último el que tiene un mayor nivel de significación y muestra que el testigo obtuvo la DMS más elevada (743 g/kg), frente a los 706 g/kg del tratamiento NPK.

TABLA 6

Valores de la Digestibilidad (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de un corte al año y características del ANOVA.

Digestibility (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested once a year.

SISTEMA DE UN CORTE ANUAL									
Anova	Junio		Lugar	Media	Años	Media			
Abono	**		Grandoso	702b	1°	731a			
Lugar	***		Valdecastillo	682c	2°	691b			
Año	***		Lillo	714a	3°	681b			
Abono*lugar	**				4°	668c			
			sig	***	sig	***			
			mds	10,9	mds	12,1			
CORTE DE JUNIO									
Abono	GRANDOSO (Ensayo 1)			VALDECASTILLO (Ensayo 2)			LILLO (Ensayo 3)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	718	683	745	687a	651	721	743a	705	781
NK	719	699	738	664b	641	678	732ab	693	770
NPK	697	650	772	684a	639	711	706b	676	746
sig	ns			**			***		
mds	-			18,3			32,2		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3°, 4° = 1967, 1968, 1969, 1972.

Abono: T testigo; NK 60 kg de N ha⁻¹año⁻¹ y 80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 100-160 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; ns no significativo.

Dos cortes

Analizando en conjunto los ensayos 6, 7 y 8, se aprecia en el aprovechamiento de Junio, que el tipo de fertilización utilizada (T, PK, NPK), los lugares de los ensayos (Beberino, El Castillo, Villasecino) y los años que se repitió el experimento (1973-74-75), fueron altamente significativos, con una interacción significativa lugar*año. En el corte de Septiembre, también mostraron significación la fertilización y el lugar, pero no el año de la experiencia.

TABLA 7

Valores de la Digestibilidad (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de dos cortes al año y características del ANOVA.

Digestibility (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested twice a year.

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES									
Anova	Corte		Lugar	Corte		Año	Corte		
	Junio	Sep.		Junio	Sep.		Junio	Sep.	
Abono	***	**	Beberino	592c	634b	1°	552c	659	
Lugar	***	***	El Castillo	599b	674a	2°	596b	666	
Año	***	ns	Villasecino	610a	675a	3°	653a	658	
Abono*lugar	**	***							
Lugar*año	***	***							
Abono*año	**	ns	sig	***	***	sig	***	ns	
Abono*lugar*año	**	ns	mds	6,3	6,3	mds	6,3	-	
CORTE DE JUNIO									
Abono	BEBERINO (Ensayo 6)			EL CASTILLO (Ensayo 7)			VILLASECINO (Ensayo 8)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	584b	527	678	624a	569	680	616	455	719
PK	620a	547	688	623a	576	671	597	413	704
NPK	589b	503	703	607b	515	685	597	430	700
sig	***			*			ns		
mds	16,0			17,1			-		
CORTE DE SEPTIEMBRE									
T	608b	556	669	668	629	729	685b	640	730
PK	646a	621	670	667	601	711	702a	659	719
NPK	36a6	582	703	676	580	735	670b	561	738
sig	***			ns			***		
mds	17,0			-			17,0		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3° = 1973, 1974, 1975.

Abono: T testigo; PK 108-130 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹ y 75-80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base PK y 40-180 kg de N ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Junio

En el estudio pormenorizado de dichos ensayos en los que se utilizaron dos cortes (Tabla 7), se aprecia que sólo los ensayos 6 y 7 resultaron significativos en el corte de Junio. El 6 (Beberino), que tuvo una alta significación, la mayor DMS correspondió al PK (620 g/kg), que mostró un incremento de un 6,3% con el T y un 5,3% en relación con el NPK Respecto al ensayo 7 (El Castillo), los valores más elevados de DMS se obtienen con el testigo (624 g/kg) y el PK (623 g/kg), que muestran diferencias significativas con el NPK (607 g/kg) que resultó ser el valor más bajo.

Septiembre

En este aprovechamiento, únicamente los ensayos 6 (Beberino) y 8 (Villasecino) presentaron diferencias significativas, siendo el tratamiento PK el que presenta en ambos ensayos una mayor DMS (646 g/kg y 702 g/kg), estableciendo este tratamiento diferencias con el testigo (6,2% de incremento) en el ensayo 6, y con el T y NPK (entre 2,5% y 4,7%, ensayo 8).

Comparación de medias Junio/Septiembre

En los tres ensayos analizados, el contenido medio de la DMS fue superior en el corte de Septiembre: 5,4% (ensayo 6), 8,5% (ensayo 7) y 13,7% (ensayo 8). Ello se debe, a que predominan las leguminosas y gramíneas en estado vegetativo, poco lignificadas.

Dos/tres cortes

En la Tabla 8 se presentan los datos medios de la DMS (g/kg MS) correspondientes al ensayo 9 (Las Salas), en el que se ensayaron dos ritmos de aprovechamiento de los prados (dos/tres cortes) y de utilización de nitrógeno (aportado de una vez/fraccionado).

Dos cortes

Junio

En este corte de primavera, el valor más elevado de la DMS se origina con el P (780 g/kg), estableciéndose diferencias significativas con los tratamientos nitrogenados (N, NP, NPK) que presentaron los valores más bajos, sobre todo el ternario (730 g/kg), que disminuyó significativamente un 6,4% respecto a P. Por su parte, el testigo, ocupa un lugar intermedio.

Septiembre

En este corte, los mayores valores de DMS se originan en los tratamientos P y PK (851 g/kg y 849 g/kg respectivamente), estableciéndose diferencias significativas con respecto al NP (815 g/kg) que fue el valor más bajo.

TABLA 8

Valores de la Digestibilidad del forraje (g/kg de MS) con un sistema de aprovechamiento de dos cortes y de tres cortes al año con diferentes formas de aporte del nitrógeno (Ensayo 9).

Digestibility (g kg⁻¹ DM) in forage harvested twice or three times per year applying the nitrogen fertilization in two different ways (Trial 9).

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES									
Abono	Junio			Septiembre					
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.			
T	769abc	750	800	842ab	828	961			
N	739bcd	690	799	832ab	799	861			
P	780a	750	820	851a	810	901			
K	775ab	717	838	829ab	814	845			
NP	732dc	699	761	815b	771	863			
NK	745abcd	706	786	833ab	807	857			
PK	766abcd	725	795	849a	804	893			
NPK	730d	689	783	822ab	792	854			
sig	**			*					
mds	32,6			24,8					

SISTEMA DE TRES CORTES: APOORTE ÚNICO DE NITRÓGENO									
Abono	Junio			Julio			Septiembre		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	788abc	752	818	849ab	834	861	845b	826	873
N	781c	718	810	839b	771	888	850ab	786	912
P	813a	756	926	859ab	833	883	870ab	827	905
K	810ab	785	851	854ab	818	887	868ab	839	890
NP	776d	725	826	839b	770	902	867ab	828	884
NK	784bc	746	817	836c	789	869	856ab	825	906
PK	807abc	741	860	865a	830	905	874a	841	921
NPK	776d	683	826	840b	806	885	864ab	832	887
sig	*		*			*			
mds	32,2		25,0			23,7			

SISTEMA DE TRES CORTES: APOORTE FRACCIONADO									
Abono	Junio			Julio			Septiembre		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	881a	781	982	883	853	914	870	864	877
N	809b	789	845	871	847	884	857	844	879
NP	801b	759	845	861	840	878	851	815	879
NK	810b	755	877	873	861	890	859	823	889
NPK	789b	707	828	876	841	902	852	806	886
sig	*		ns			ns			
mds	68,3		-			-			

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos.

Abono: T testigo; NK 60-180 kg de N y de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 80-240 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Comparación de medias Junio/Septiembre

En este ensayo 9, tomando como media los ocho tratamientos, la DMS del corte de Septiembre (834 g/kg) resultó superior al de Junio (755 g/kg) en un 10,5%; este valor es muy cercano al incremento medio conseguido en Septiembre (9,2%) por los ensayos 6, 7 y 8.

Tomando ahora como referencia sólo al P que dio los valores más elevados de DMS en ambos cortes, el correspondiente a Septiembre fue un 9,1% superior al de Junio.

Tres cortes: Nitrógeno aportado de una vez

Junio

Como se observa en la Tabla 8, los valores más elevados de la DMS se producen con el P (813 g/kg), K (810 g/kg) y PK (807 g/kg), estableciéndose diferencias significativas del P con respecto al N, NP y NPK que dieron los resultados más bajos. El testigo (788 g/kg) mostró un valor bastante elevado. La mayor diferencia se estableció entre el P y NPK, produciéndose con este último tratamiento un descenso significativo de un 4,6%.

Julio

De nuevo, los tratamientos fertilizantes PK (865 g/kg), P (859 g/kg) y K (854 g/kg), alcanzaron las cifras más elevadas de DMS. En este caso, el PK que dio el valor más alto, establece diferencias significativas con todos los tratamientos que llevan nitrógeno (N, NP, NK, NPK). El mayor descenso significativo se establece con el NK que pierde un -3,4% de DMS respecto al PK. El testigo (849 g/kg) presentó un valor intermedio.

Septiembre

El corte de otoño proporcionó los valores más elevados de DMS, siendo en este caso también el PK (874 g/kg) y el P (870 g/kg) los que presentaron los valores más elevados; y el más bajo, el abonado NPK (834 g/kg), con un descenso significativo de un 4,6% respecto al PK.

Comparación de medias Junio/Julio/Septiembre

Tomando como media los ocho tratamientos, se aprecia que la DMS del aprovechamiento de Julio (848 g/kg) y Septiembre (862 g/kg) son un 7,1% y 8,8%, respectivamente, más elevados que la de Junio (792 g/kg), que resultó ser la más baja.

Comparación de medias dos/tres cortes

Se aprecia que al aumentar el número de siegas (tres cortes), se incrementa la digestibilidad en Junio un 4,9%. Si la comparación la hacemos con el corte de otoño (Septiembre), la DMS aumenta menos, un 2,9%. Al intensificar el manejo, la hierba se aprovecha antes, en un estadio más joven, menos lignificada y con su correspondiente reflejo en la digestibilidad.

Tres cortes: Nitrógeno fraccionado

Junio

Según se observa en la Tabla 8, en tres cortes con aporte de nitrógeno fraccionado, sólo en el aprovechamiento de Junio la DMS resultó significativa, estableciéndose diferencias entre el testigo (881 g/kg) que dio el valor más elevado y el resto de los tratamientos que llevan nitrógeno. No hubo diferencias entre tratamientos, correspondiendo el valor numérico más bajo al NPK (789 g/kg), que mostró un descenso significativo de un 10,4% respecto al testigo.

Julio y Septiembre

También en estos cortes el testigo presentó los valores de DMS más elevados, aunque sin diferencias con el resto de los tratamientos.

Comparación de medias nitrógeno aportado de una vez/fraccionado

Los valores medios de la DMS de los cuatro tratamientos que llevan N (N, NP, NK, NPK), muestran que el fraccionamiento incrementa, de forma moderada, la DMS en un 3,0%, 3,7% y 0,4%, en los respectivos aprovechamientos de la hierba.

FÓSFORO.

En la Tabla 9, se exponen los resultados del contenido medio en fósforo (g/kg MS) de la hierba obtenidos en los ensayos 1, 2, 3 (sistema de un corte) y en la Tabla 10 los de los ensayos 5, 6, 7 y 8 (sistema de dos cortes).

Un corte

Analizando en conjunto los ensayos 1, 2 y 3, se aprecian diferencias significativas en todas las fuentes de variación, incluida la interacción lugar*año. Los ensayos 1 y 2 dieron las concentraciones más altas de fósforo y también se observa cómo, a medida que se suceden los cuatro primeros años del ensayo, se incrementa significativamente el contenido del mismo en la hierba y, a partir del cuarto año, se mantiene ya estable.

En un análisis individualizado de los tres lugares de los ensayos, se aprecia claramente un incremento significativo del contenido en fósforo con el abonado NPK (84,6%, 27,8% y 53,8%) respecto al testigo sin fertilizar; no se aprecian, en cambio, diferencias significativas entre el T y el NK.

El ensayo 1 alcanzó el contenido más elevado (3,2 g/kg) y el mayor incremento de fósforo (84,6%) debido, en parte, a que inicialmente era el que tenía un contenido más bajo de fósforo en el suelo (1,2 mg P₂O₅/100 g suelo, Rodríguez *et al.*, 2003). El ensayo 2, también presentó una elevada concentración de fósforo (3,0 g/kg), aunque el incre-

mento fue mucho menor (27,8%). El ensayo 3, tuvo un nivel de significación menor, debido a que partía con unas concentraciones de fósforo en el suelo más elevadas (2,8 mg P₂O₅/100 g suelo) y a la menor duración del ensayo, ya que se prolongó 2 años frente a los 4 años de los ensayos 1 y 2.

TABLA 9

Contenido en Fósforo (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de un corte al año y características del ANOVA.

Phosphorus content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested once a year.

SISTEMA DE UN CORTE ANUAL										
Anova	Junio			Lugar			Media	Años		Media
Abono	***			Grandoso			2,2a	1°		1,8c
Lugar	***			Valdecastillo			2,1a	2°		2,0cb
Año	***			Lillo			1,8b	3°		2,1b
Lugar*año	***							4°		2,4a
								5°		2,4a
				sig			***	sig		***
				mds			0,2	mds		0,2

CORTE DE JUNIO									
Abono	GRANDOSO (Ensayo 1)			VALDECASTILLO (Ensayo 2)			LILLO (Ensayo 3)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	1,4b	1,0	2,5	1,8b	1,4	2,0	1,3b	1,2	1,4
NK	1,4b	1,0	1,5	1,5b	1,2	1,8	1,2b	1,1	1,4
NPK	2,4a	1,5	3,2	2,3a	1,5	3,0	2,0a	1,2	2,8
sig	***			***			*		
mds	0,3			0,4			0,7		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3°, 4°, 5° = 1967, 1968, 1969, 1972, 1973.

Abono: T testigo; NK 60 kg de N ha⁻¹año⁻¹ y 80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 100-160 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Dos cortes (Tabla 10)

En el análisis conjunto de los ensayos 6, 7 y 8, se aprecia tanto en el corte de Junio como en el de Septiembre que el contenido en fósforo de la hierba está influenciado, además de por el abono, del lugar de los ensayos (hay diferencias significativas entre el ensayo 6 -Beberino- y los otros dos) y entre los años. Igualmente, se producen interacciones muy significativas abono*año, en el corte de Junio, y lugar*año, en el de Septiembre.

Junio

En la Tabla 10 se aprecia que sólo los ensayos 6, 7 y 8 resultaron altamente significativos y en ellos se observa claramente cómo se produce un incremento del contenido

en fósforo con el abonado PK (31,3%, 33,3% y 41,2%) respecto al testigo, sin abonar. En cambio, no hay diferencias significativas entre la fertilización PK y la NPK.

TABLA 10

Contenido en Fósforo (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de dos cortes anuales y características del ANOVA.

Phosphorus content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested twice a year.

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES												
Anova	Corte		Lugar	Corte		Año	Corte					
	Junio	Sep.		Junio	Sep.		Junio	Sep.				
Abono	***	***	Beberino	2,0b	2,2c	1°	2,1b	2,0b				
Lugar	***	***	El Castillo	2,2a	2,3b	2°	2,2a	2,4a				
Año	**	***	Villasecino	2,3a	2,6a	3°	2,2a	2,6c				
Abono*año	***	ns	sig	***	***	sig	***	***				
Lugar*año	ns	**	mds	0,1	0,1	mds	0,1	0,1				
CORTE DE JUNIO												
Abono	BOÑAR (Ensayo 5)			BEBERINO (Ensayo 6)			EL CASTILLO (Ensayo 7)			VILLASECINO (Ensayo 8)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	2,0	1,9	2,1	1,6b	1,3	2,1	1,8b	1,0	2,3	1,7b	1,5	2,2
PK	2,9	2,8	3,0	2,1a	1,5	2,6	2,4a	2,0	2,8	2,4a	1,7	3,0
NPK	2,4	1,8	3,1	2,1a	1,3	2,7	2,2a	1,5	2,9	2,3a	1,5	3,1
sig	ns			***			***			***		
mds	-			0,2			0,2			0,2		
CORTE DE SEPTIEMBRE												
T	2,4	2,3	2,5	1,8b	1,0	2,5	1,8b	1,0	2,5	2,0b	1,5	2,4
PK	3,4	3,3	3,5	2,0b	1,0	2,7	2,4a	1,0	2,7	2,6a	1,9	3,3
NPK	3,6	2,4	4,2	2,2a	1,1	3,3	2,3a	1,1	3,3	2,6a	1,5	3,6
sig	ns			***			***			***		
mds	-			0,2			0,2			0,2		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3° = 1973, 1974, 1975 (ensayos 6, 7 y 8).

Abono: T testigo; PK 108-130 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹ y 75-80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base PK y 40-180 kg de N ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; ns no significativo.

Septiembre

En el aprovechamiento de Septiembre, se aprecia en los ensayos 7 (El Castillo) y 8 (Villasecino) un incremento significativo del fósforo con el abonado PK (33,3% y 30,0%), respecto al testigo. Por el contrario, en el ensayo 6, el incremento significativo se produce con la fertilización NPK (27,8%) no mostrándose, en este caso, diferencias significativas entre el testigo y el PK, aunque sí entre PK y NPK.

Tanto en Junio como en Septiembre, el ensayo 6 (Beberino), presentó unos incrementos de fósforo inferiores a los otros dos ensayos y, en el corte de otoño, hubo un com-

portamiento más irregular, que se puede atribuir al bajo contenido de fósforo en el suelo (1,7 mg P_2O_5 /100 g suelo) al iniciarse el experimento.

El ensayo 5 (Boñar) no produjo diferencias suficientemente importantes en ninguno de los dos aprovechamientos debido, en parte, a su escasa duración (un año), que impidió manifestar el efecto de la fertilización. Es preciso resaltar, que la carencia de fósforo en las plantas pratenses se puede subsanar en 3-4 años, con unos aportes medios anuales de 80-100 kilogramos de P_2O_5 . Estos niveles de fertilización, permiten alcanzar las concentraciones de fósforo en los henos consideradas como normales (2,0-3,5 g/kg MS), estimándose como bajas las cifras situadas por debajo de 2,0 g/kg MS (McDonald *et al.*, 1995).

Comparación de medias Junio/Septiembre

Los contenidos medios de fósforo, en los ensayos 6 y 7, fueron ligeramente superiores (5,3% y 4,8% respectivamente) en el corte de Septiembre, mientras que en el ensayo 8, el corte de otoño fue un 14,3% más elevado que el de primavera.

CALCIO

Se exponen en la Tabla 11 los contenidos medios de Ca (g/kg MS) en la hierba cuando se realiza un único corte (ensayos 1, 2 y 3) y en la Tabla 12 cuando se realizan dos cortes al año (ensayos 5, 6, 7 y 8).

Un corte

En el análisis conjunto de los ensayos 1, 2 y 3 se observa que todas las fuentes de variación consideradas dieron diferencias muy significativas; así como la interacción lugar*año.

En un estudio más pormenorizado de los tres ensayos (Tabla 11), se aprecia que solamente los ensayos 1 y 2 alcanzaron diferencias significativas, observándose una disminución del contenido en Ca con el abonado NPK de un 22,5% y 17,6% y el NK de 14,7% y 24,3% (ensayos 1 y 2 respectivamente), respecto al testigo.

Dos cortes

En el análisis de conjunto (ensayos 6, 7 y 8) se aprecia, tanto en el aprovechamiento de Junio como en el de Septiembre, la importancia que adquiere la fertilización, años de la experiencia y ubicación de los distintos ensayos, consiguiendo el número 6 (Beberino) las concentraciones de Ca más elevadas, quizás por que partía de los contenidos iniciales más bajos de P_2O_5 y K_2O del suelo (Rodríguez *et al.*, 2003); también se produce significación entre las interacciones lugar*año.

TABLA 11

Contenido en Calcio (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de un corte al año y características del ANOVA.

Calcium content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested once a year.

SISTEMA DE UN CORTE ANUAL									
Anova	Junio	Lugar	Media	Años	Media				
Abono	***	Grandoso	8,3b	1°	6,9c				
Lugar	***	Valdecastillo	6,2c	2°	8,9a				
Año	***	Lillo	9,4a	3°	7,9b				
Lugar*año	***			4°	6,4c				
				5°	7,7b				
		sig	***	sig	***				
		mds	0,6	mds	0,7				
CORTE DE JUNIO									
Abono	GRANDOSO (Ensayo 1)			VALDECASTILLO (Ensayo 2)			LILLO (Ensayo 3)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	10,2a	6,9	13,4	7,4a	6,2	9,1	10,2	8,6	11,8
NK	8,7b	6,1	11,1	5,6b	4,7	6,6	10,3	8,3	12,3
NPK	7,9b	5,3	10,7	6,1b	4,1	10,9	9,2	6,6	12,5
sig	***			*			ns		
mds	1,2			1,2			-		

Media, Mfn. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3°, 4°, 5°= 1967, 1968, 1969, 1972, 1973.

Abono: T testigo; NK 60 kg de N ha⁻¹año⁻¹ y 80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base NK y 100-160 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Junio

Como se muestra en la Tabla 12, en el corte de Junio, se aprecia que frente a las parcelas sin fertilizar, el tratamiento NPK disminuye el contenido de calcio de la hierba, de manera significativa, en los ensayos 7 y 8 (-12,8% y -14,5%, respectivamente) y en menor medida (las diferencias no fueron significativas) en los ensayos 5 y 6.

Septiembre

En este aprovechamiento, sólo los ensayos 6 y 8 presentan significación, apreciándose en éstos una disminución significativa de un 10,2% y 23,9% de la concentración de Ca con la fertilización NPK, respecto al testigo. En este corte, tampoco se aprecian diferencias entre el testigo y el PK.

Tanto en Junio como en Septiembre, el contenido en Ca de la hierba supera los valores normales (2,5-5 g/kg MS), e incluso los establecidos para un heno de buena calidad (7 g/kg MS) y son capaces de satisfacer los niveles medios de exigencia en este elemento de los animales (McDonald *et al.*, 1995)

TABLA 12

Contenido en Calcio (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de dos cortes anuales y características del ANOVA.

Calcium content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested twice a year.

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES												
Anova	Corte		Lugar	Corte		Año	Corte					
	Junio	Sep.		Junio	Sep.		Junio	Sep.	Junio	Sep.		
Abono	***	***	Beberino	9,0a	11,7a	1°	7,6b	8,9b				
Lugar	***	***	El Castillo	7,1b	10,4b	2°	8,1a	11,4a				
Año	***	***	Villasecino	6,8b	11,2a	3°	7,3b	11,2a				
Lugar*año	***	***	sig	***	***	sig	***	***				
Abono*lugar*año	***	ns	mds	0,4	0,5	mds	0,4	0,5				
CORTE DE JUNIO												
Abono	BOÑAR (Ensayo 5)			BEBERINO (Ensayo 6)			EL CASTILLO (Ensayo 7)			VILLASECINO (Ensayo 8)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	6,5	6,4	6,6	9,3ab	5,6	11,1	7,8a	4,5	10,6	7,6a	10,0	16,4
PK	7,0	7,0	7,0	10,1a	6,2	14,6	8,8a	4,5	15,7	7,7a	5,6	11,8
NPK	5,3	4,4	6,7	8,9b	5,6	14,0	6,8b	3,9	10,9	6,5b	4,5	10,4
sig	ns		*				***			***		
mds	-		1,2				1,1			0,8		
CORTE DE SEPTIEMBRE												
T	9,5	9,4	9,6	12,8a	5,6	17,9	11,0	8,4	14,0	11,7a	5,9	14,5
PK	10,6	10,5	10,7	12,4ab	6,1	15,7	10,7	7,8	13,4	10,8ab	5,6	14,6
NPK	9,4	8,3	11,6	11,5b	5,9	16,2	10,4	6,2	16,8	8,9b	3,6	21,8
sig	ns		**				ns			***		
mds	-		1,1				-			1,4		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3° = 1973, 1974, 1975 (ensayos 6, 7 y 8).

Abono: T testigo; PK 108-130 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹ y 75-80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base PK y 40-180 kg de N ha⁻¹año⁻¹. sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; * significación al 95 %; ns no significativo.

Comparación de medias Junio/Septiembre

Hay que señalar, que en los ensayos 6, 7 y 8 (que tuvieron una duración más larga), los contenidos medios en Ca fueron superiores en el corte de otoño (Septiembre) en un 29,8%, 37,2% y 43,8%, respectivamente. Esto se puede ser debido a que los cortes de otoño tienen unas proporciones más elevadas de leguminosas, mucho más ricas en calcio que las gramíneas (Calleja, 1976) y a la presencia de gramíneas jóvenes que aún mantienen un cierto contenido en calcio que desciende paulatinamente cuando maduran (McDonald *et al.*, 1995).

POTASIO.

Se presentan en la Tabla 13 los datos correspondientes al contenido medio de potasio (g/kg MS) en la hierba obtenida en los ensayos 6, 7 y 8, en los que se realizaron dos cortes anuales.

TABLA 13

Contenido en Potasio (g/kg de MS) del forraje con un sistema de aprovechamiento de dos cortes al año y características del ANOVA.

Potassium content (g kg⁻¹ DM) and ANOVA in forage harvested twice a year.

SISTEMA DE DOS CORTES ANUALES								
Anova	Corte		Lugar	Corte		Año	Corte	
	Junio	Sep.		Junio	Sep.		Junio	Sep.
Abono	**	***	Beberino	20,7a	19,5a	1°	17,4	14,6b
Lugar	***	***	El Castillo	16,2b	13,3c	2°	17,4	17,3a
Año	ns	***	Villasecino	14,8c	15,9b	3°	16,9	17,0a
Abono*lugar	ns	***	sig	***	***	sig	ns	***
Lugar*año	ns	***	mds	0,5	0,5	mds		0,5

CORTE DE JUNIO									
Abono	BEBERINO (Ensayo 6)			EL CASTILLO (Ensayo 7)			VILLASECINO (Ensayo 8)		
	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.
T	19,8	16,8	23,8	15,3	12,7	18,0	13,3b	10,0	16,4
PK	19,9	16,7	23,4	16,9	14,8	18,8	15,8a	12,3	18,5
NPK	20,9	13,8	25,8	16,2	11,5	19,8	14,9a	8,8	19,7
sig	ns			ns			*		
mds	-			-			1,5		

CORTE DE SEPTIEMBRE									
T	18,7ab	13,8	25,1	13,0	8,2	17,2	14,3b	11,9	15,8
PK	17,2b	8,1	20,8	13,6	10,4	17,3	15,5ab	12,2	18,4
NPK	19,9a	13,0	25,1	13,3	6,9	20,0	16,2a	11,1	20,1
sig	***			ns			**		
mds	1,4			-			1,2		

Media, Mín. Máx.= Valores medios, mínimos y máximos. 1°, 2°, 3° = 1973, 1974, 1975.

Abono: T testigo; PK 108-130 kg de P₂O₅ ha⁻¹año⁻¹ y 75-80 kg de K₂O ha⁻¹año⁻¹; NPK base PK y 40-180 kg de N ha⁻¹año⁻¹.

sig= nivel de significación; mds= mínima diferencia significativa.

*** significación al 99,99 %; ** significación al 99 %; ns no significativo.

Dos cortes

El estudio en conjunto realizado sobre los ensayos 6, 7 y 8, permite afirmar que, en el corte de Junio, resultó significativo el efecto de la fertilización sobre el contenido de potasio en la hierba, así como la ubicación de los experimentos; observándose cómo el ensayo 6 (Beberino), originó los valores medios más elevados, quizás debido, a que era el

lugar que tenía el contenido más pobre en K_2O en el suelo. No se aprecian, en cambio, diferencias significativas entre los tres años de las experiencias, ni interacciones positivas.

Por su parte, en el corte de Septiembre, resultaron muy significativas las combinaciones de fertilizantes, el lugar de los ensayos (también el ensayo 6, origina los valores medios más altos) y el efecto año. Se aprecian, igualmente, interacciones positivas lugar*año y lugar*abonado.

Junio

En el aprovechamiento de primavera se aprecia, en general, un incremento en el contenido en potasio de la hierba con la fertilización PK y NPK, aunque sólo resultó significativo en el ensayo 8 (Villasecino), en el que se produce un aumento del 18,8% con la fertilización PK y de un 12,0% con la NPK, respecto al testigo. No se aprecia significación entre los tratamientos PK y NPK. Esta misma tendencia se aprecia en los ensayos 6 y 7, aunque no fueron significativos

Septiembre

En el corte de otoño, los ensayos 6 (Beberino) y 8 (Villasecino) resultaron significativos, originándose un incremento del contenido en potasio del 15,7% con la fertilización NPK, respecto al PK (ensayo 6) y del 13,3% con el abonado NPK, respecto al testigo (ensayo 8). La concentración de potasio en el tratamiento PK respecto al testigo, se muestra contradictoria en este corte, pues disminuye un 8,0% en el ensayo 6 y aumenta 8,4%, en el ensayo 8, aunque en ningún caso las diferencias fueron significativas.

Cabe señalar que el contenido de potasio en la hierba se mantuvo en la mayor parte de los tratamientos, dentro de los valores normales (15-30 g/kg MS), suficientes para satisfacer las necesidades de los animales en condiciones normales de explotación (McDonald *et al.*, 1995).

Comparación de medias Junio/Septiembre

Teniendo en cuenta los valores medios de los ensayos 6 y 8, no se observa un comportamiento semejante en las dos pruebas, ya en el ensayo 6 se origina una disminución del contenido en potasio de un 8,0%, mientras que en el ensayo 8, se produce un incremento (8,4%).

CONCLUSIONES

Proteína

En el sistema tradicional de una siega anual muy tardía (finales de Junio, principios de Julio), la fertilización mineral no muestra influencia significativa sobre el contenido de PB.

En el corte de Junio, tanto en dos como en tres aprovechamientos, la mayor concentración de PB se origina con los tratamientos que llevan base nitrogenada (N, NP, NK) y con el PK. Por el contrario, en los de Julio y Septiembre, en ambos sistemas, los mayores valores se alcanzan claramente con los tratamientos que llevan P y PK. Este hecho se explica por el porcentaje de leguminosas (más elevado) de estos cortes, mucho más ricas en esta fracción nitrogenada.

En conjunto, con dos cortes, el promedio de PB de los tratamientos de Septiembre es un 33% superior a la media de Junio.

Fibra

Tanto en Junio como en Septiembre, en los sistemas de uno y dos aprovechamientos anuales, se observa que los menores contenidos de fibra (expresados en FB/FND) se originan en el testigo y los más elevados en los tratamientos que llevan NPK. Por el contrario, cuando se intensifican los aprovechamientos (tres cortes), las concentraciones más bajas de FND se dan con la fertilización P, K y PK, correspondiendo los valores más altos al NK (Julio) y NPK (Junio y Septiembre). En el caso de tres cortes, los valores medios de FND son más bajos que cuando se realizan dos aprovechamientos y descienden de forma sustancial a medida que se suceden los cortes a lo largo del verano; de esta forma, las concentraciones medias del segundo y tercer corte son inferiores en un 17,0 y 20,6% respectivamente, respecto al primero de Junio.

La media de los tratamientos que llevan nitrógeno disminuye ligeramente, al fraccionar el mismo, en el primer y segundo corte, aumentando, por el contrario, también de forma débil en el tercero.

Digestibilidad

Se aprecia, en general, en los diferentes ensayos y aprovechamientos utilizados, que los mayores valores de DMS se consiguen con los tratamientos que llevan P y PK, a los que acompaña también el K cuando se intensifica (tres cortes).

En los ensayos con dos cortes, la DMS de Septiembre fue superior en un 9,9%, de media, al de primavera (Junio). Las cifras más elevadas de todos los ensayos se alcanzan

en el sistema de tres cortes, en las siegas de verano-otoño y con el nitrógeno aportado de una vez. En estas condiciones se favorece el desarrollo de las leguminosas y gramíneas en un estado vegetativo poco avanzado, que contienen concentraciones más elevadas de PB y menores de FND. Por el contrario, los valores más bajos se ocasionan con los tratamientos que llevan base nitrogenada (N, NP, NK) y sobre todo con el NPK.

Fósforo

En los tres ensayos en los que se realizó un solo aprovechamiento (Junio), se produjo un incremento medio significativo en el contenido de fósforo en la hierba de un 55,4% con la fertilización NPK (no llevan tratamiento PK), respecto al testigo. Con dos aprovechamientos, en el de Junio, el incremento medio significativo de los tres ensayos fue de un 35,3% con la fertilización PK respecto al testigo; en el corte de Septiembre, el aumento medio con el PK (sólo en dos ensayos) es de un 31,7%.

Con una fertilización media de 80-100 kg de P_2O_5 año⁻¹ durante 3-4 años, se puede solventar la deficiencia generalizada de fósforo en los suelos de la montaña y alcanzar una concentración media en la hierba de 2,0 g/kg de MS, cifra considerada como aceptable para que no se presenten deficiencias de este mineral en la alimentación de los animales.

Calcio

En el sistema de un corte (Junio), el contenido medio en Ca disminuye significativamente con la fertilización NK (19,5%) y NPK (20,1%) respecto al testigo, que tuvo los valores más altos. En el caso de dos aprovechamientos, la pérdida media significativa con el NPK es de un 13,7% en Junio y de un 17,1% en Septiembre, siempre respecto al testigo.

El corte de otoño es mucho más rico en Ca superando en un 36,9% al de primavera que se debe, sobre todo, a la elevada proporción de leguminosas en este corte, pródigas en este elemento.

El contenido en Ca de la hierba estudiada, puede considerarse como alto y satisface las necesidades medias de los animales.

Potasio

En general, en el corte de Junio, se aprecia un incremento significativo del contenido en potasio de la hierba con la fertilización PK (18,8%) y NPK (12,0%), respecto al testigo. En el de Septiembre, los mayores incrementos se originan con la fertilización NPK, bien con respecto al PK (15,7%), o al testigo (13,3%).

Las concentraciones de potasio en la hierba, son suficientes para satisfacer las necesidades de los animales en condiciones normales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANKOM, 1998. *Procedures for fiber and in vitro analysis* [en línea]. Accesible en Internet: <<http://www.ankom.com>>
- ANDRÉS LLORENTE, S., 2003. *Aplicación de la tecnología NIRS para estimar la utilización digestiva de la hierba de prados por los rumiantes*. Tesis Doctoral. Universidad de León. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal I. 391 pp. León (España).
- ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F. J.; GONZÁLEZ, J. S.; PELÁEZ, R.; PRIETO, N.; CALLEJA, A., 2004. Prediction of aspects of neutral detergent fibre digestion of forages by chemical composition and near infrared reflectance spectroscopy. *Aust. J. Agric. Res.*, **56**, 187-193.
- ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F. J.; LÓPEZ, S.; MANTECÓN, A. R.; CALLEJA, A., 2005a. Nutritive evaluation of herbage from permanent meadows by near infrared reflectance spectroscopy 1.- Prediction of chemical composition and in vitro digestibility. *J. Sci. Food Agric.*, **85**, 1564-4571.
- ANDRÉS, S.; CALLEJA, A.; LÓPEZ, S.; MANTECÓN, A. R.; GIRÁLDEZ, F. J., 2005b. Nutritive evaluation of herbage from permanent meadows by near infrared reflectance spectroscopy 2.- Prediction of crude protein and dry matter degradability by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.*, **85**, 1572-1579.
- ANDRÉS, S.; CALLEJA A.; LÓPEZ, S.; GONZÁLEZ, J. S.; RODRÍGUEZ, P. L.; GIRÁLDEZ, F. J., 2005c. Prediction of gas production kinetic parameters of forages by chemical composition and near infrared reflectance spectroscopy. *Anim. Feed Sci. Technol.* **123-124**, 487-499.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, (1965). *Official Methods of Analysis*. HORWITZ, W. Ed., Tenth Edition, Washington D.C.,(USA).
- BOCHI BRUM, O., 2001. *Influencia de la época de corte, la fecha de siega, el sistema de aprovechamiento y la fertilización mineral de los prados sobre el valor nutritivo de la hierba*. Tesis Doctoral. Universidad de León. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal I. 311 pp. León (España).
- CALLEJA, A., 1976. Contenido mineral y variaciones producidas por la fertilización fosfatada en plantas aisladas y henos de prados permanentes de la Comarca del Porma (León). *An. Fac. Vet. de León*, **22**, 597-682.
- CARPINTERO, C., 1965. Estudio químico de los pastos leoneses. Fertilidad del suelo y composición mineral de la hierba. *Trabajos de la E.A.E. de León*, **II**, 215-302.
- CARPINTERO, C.; SUÁREZ, A., 1969. Influencia de la fertilización mineral sobre el nivel de asimilación de P y K por plantas pratenses. *An. Fac. Vet. de León*, **15**, 141-149.
- CARPINTERO, C.; SUÁREZ, A., 1976. Fertilización fosfatada de prados naturales. III. Efectos sobre la composición mineral y equilibrios nutritivos. *Zootechnia*, **XXV**, 151-165.
- CARPINTERO, C.; SUÁREZ, A., 1977a. Fertilización fosfatada de prados naturales. IV. Efectos de la fertilización sobre el valor nutritivo del forraje. *Zootechnia*, **XXVI**, 29-39.
- CARPINTERO, C.; SUÁREZ, A., 1977b. Fertilización fosfatada de prados naturales. V. Influencia de la fertilización sobre la conservación del forraje ensilado. *Zootechnia*, **XXVI**, 40-47.
- CARRO TRAVIESO, M. D., 1989. *Utilización digestiva e ingestión voluntaria de diferentes henos por el ganado ovino*. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de León, 229 pp. León (España).

- GARCÍA NAVARRO, R., 1988. *Aspectos agronómicos y composición mineral de los henos, gramíneas, leguminosas y otras plantas de prados permanentes de la Montaña de León*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León, 261 pp. León (España).
- GARCÍA, R.; RODRÍGUEZ, M.; ANDRÉS, S.; CALLEJA, A., 2004. Cuarenta años de fertilización en prados de la montaña de León. II. Influencia sobre la composición botánica. *Pastos*, **XXXIV**(2), 153-206.
- GARRIDO PERTIERRA, A., 1975. *Variaciones estacionales en la potencia vitamínica "A" de la leche y del hígado en el ganado vacuno de la montaña leonesa*. Institución "Fray Bernardino de Sahagún" (CSIC), 106 pp. León (España).
- GOERING, H.K.; VAN SOEST P.J., 1970. *Forage Fibre Analysis* (Apparatus, Reagents, Procedures and some Applications). Agricultural Handbook No. 379. USDA, 20 pp. Washington, DC (USA).
- GUEDAS, J. R.; OVEJERO, F. J.; ZORITA, E.; CARPINTERO, C.; SUÁREZ, A., 1968a. Estudios sobre los henos de la montaña leonesa. II. Digestibilidad "in vivo" e "in vitro" y valoración energética. *Trabajos de la E.A.E. de León*, **V**, 89-117.
- GUEDAS, J. R.; ZORITA, E.; SUÁREZ, A.; OVEJERO, F. J., 1968b. Estudios sobre los henos de la montaña leonesa. III. Influencia de la época de siega sobre el rendimiento de los prados y el valor nutritivo de los henos. *Trabajos de la E.A.E. de León*, **V**, 119-132.
- LUCENA, F.; GARCÍA, A.; MARTÍNEZ, A.; PRAT, L., 1961. La fertilidad química de los suelos de la provincia de León. Diputación Provincial de León, 89 pp. León (España).
- LÓPEZ PUENTE, S., 1990. *Características de la degradación ruminal de los forrajes en relación con el método de conservación y la composición química y botánica*. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de León, 310 pp. León (España).
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D., 1995. *Nutrición Animal*. 5ª edición. Editorial Acribia, 576 pp. Zaragoza (España).
- PÉREZ PINTO, J. E., 1989. *Estudio botánico y mineral de prados permanentes de la cuenca del río Bernesga*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León, 768 pp. León (España).
- PÉREZ PINTO, M. T., 1986. *Influencia de la época y frecuencia del corte en la composición química y botánica de henos de prados permanentes de regadío*. Institución Fray Bernardino de Sahagún (CSIC), 185 pp. León (España).
- PÉREZ PINTO, M. T., 1991. *Composición botánica y bromatológica de un prado permanente bajo diferentes épocas de siega y dosis de fertilización*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León, 433 pp. León (España).
- ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J., 1981. *The detergent system of analysis and its application to human foods. The Analysis of Dietary Fibre in Food*. Eds. W.P.T. JAMES Y O. THEANDER. Marcel Dekker, 123 pp. New York (USA).
- RODRÍGUEZ PASCUAL, M., 1994. *Efecto de la fertilización mineral y frecuencia de siega sobre la producción, composición botánica y valor nutritivo de un prado de montaña*. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal I. Universidad de León, 213 pp. León (España).
- RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; ANDRÉS, S.; CALLEJA, A., 2003. Cuarenta años de fertilización en prados de la montaña de León. I. Influencia sobre la producción. *Pastos*, **XXXIII**(1), 103-153.
- SAS, 1989. *SAS/STAT User's Guide* (Version 6, 4th Ed.) SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SUÁREZ, A.; CARPINTERO, C.; SANTOS, A., 1964. La calidad de los henos de la montaña leonesa. *Trabajos de la E.A.E. de León*, **I**, 145-166.
- SUÁREZ, A.; SANTOS, A., 1965. Experimento comparando la urea y amonitro como fertilizantes de los prados. *Trabajos de la E.A.E. de León*, **II**, 303-316.

- SUÁREZ, A.; CARPINTERO, C.; GUEDAS, J. R.; ZORITA, E.; OVEJERO, F. J., 1967. Estudios sobre los henos de la montaña leonesa. I. Composición química de las muestras recogidas en heniles. *Trabajos de la E.A.E. de León*, **IV**, 249-258.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A., 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* **18**, 104-111.
- VALDÉS SOLIS, C., 1991. *Ingestión y selección en pastoreo: relaciones con distintos parámetros del pasto y con la composición química y la digestibilidad de la hierba ingerida*. Tesis Doctoral. Universidad de León. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal, 190 pp. León (España).

FORTY YEARS OF FERTILIZATION IN MEADOWS OF 'THE MONTAÑA DE LEÓN'. III. INFLUENCE ON CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE.

SUMMARY

As stated in previous papers (Rodríguez *et al.*, 2003; García *et al.*, 2004), mountain meadows herbage yield and their botanical composition are highly influenced by factors such as mineral fertilization, harvest season and cutting frequency. Consequently, all these factors have a marked effect on the nutritive value of the grass harvested, because both botanical composition and the stage of maturity at harvest determine to a great extent the herbage quality.

The present study summarizes the results obtained in 8 fertilization trials performed in mountain meadows. The main objective is to analyze the effect of mineral fertilization –including the fractionated application of N- and the number of cuts per year on crude protein (CP), crude fiber (CF), neutral detergent fibre (NDF), P, Ca and K contents, and on dry matter digestibility (DMD).

The results show that CP, CF, NDF and DMD are more influenced by the harvest season (June, July or September) and by the number of cuts per year (1, 2 or 3) than by the mineral fertilization. It was observed that meadows improved with the application of phosphorus and phosphorus-potassium fertilizers. These elements were responsible of a significant increase on CP content and DMD, while NDF decreased.

CP content and DMD are positively correlated, and both are negatively correlated to NDF. In addition, CP and DMD values are higher in the second cut performed during summer or at the beginning of autumn in comparison to the first harvest done in spring. The best forage quality was obtained with the three cuts per year harvest system. No differences were observed in herbage chemical composition between plots that received N as a unique application or fractionated in two.

It was the combination of P and K fertilizers the one that had the best effect on herbage chemical composition, independently of the number of cuts per year (2 or 3). Taking only into account the statistically significant trials, the following average results were obtained: 106 and 139 CP g/kg DM in June and September, respectively, in the two cuts system, and 121, 180 and 162 CP g/kg DM in June, July and September, respectively, for the three cuts system. Regarding DMD, the values were 670 and 732 g/kg, in June and September for the two cuts system, and 807, 865 and 874 g/kg in June, July and September, respectively, for the three cuts system. Corresponding NDF mean values were 580 and 467 g/kg, and 551, 459 and 451 g/kg DM.

With the P and K combination the following mean contents in herbage samples were found: P=2.3 g/kg in June and September, Ca=8.9 and 11.6 g/kg in June and September, respectively, and K=15.8 and 16.4 g/kg in June and September, respectively.