

2

TRABAJOS CIENTÍFICOS

CUARENTA AÑOS DE FERTILIZACIÓN EN PRADOS DE LA MONTAÑA DE LEÓN. II. INFLUENCIA SOBRE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA

R. GARCÍA¹, M. RODRÍGUEZ², S. ANDRÉS¹ Y A. CALLEJA¹

¹Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. León (España).

²Estación Agrícola Experimental. CSIC. León (España).

RESUMEN

La fertilización mineral origina en los prados de siega un incremento notable de los rendimientos y, a la vez y en función de los elementos y dosis, una variación -a veces rápida e importante- en la composición botánica de la hierba; sobre la que también influyen la frecuencia de siega y el fraccionamiento del nitrógeno. Por ello, una combinación adecuada de la fertilización y frecuencia de siega permite alcanzar un equilibrio entre gramíneas, leguminosas y 'otras' plantas que inciden de manera importante sobre la cantidad y calidad del forraje así como en la estabilidad del prado.

En este trabajo, que reúne los resultados de nueve ensayos de fertilización en prados de montaña que han sido descritos con anterioridad, se analiza el efecto de la fertilización mineral (diferentes dosis y tipos de fertilizantes), frecuencia de siega y fraccionamiento del nitrógeno sobre la composición botánica expresada en forma de porcentajes y producciones (kg MS ha⁻¹) de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas'. La producción botánica permite sumar el efecto de cada tratamiento en los diferentes cortes y comparar los rendimientos totales con diferentes frecuencias de siega.

Los resultados muestran que la fertilización nitrogenada es la que tiene una acción más activa y rápida sobre la composición florística, favoreciendo la gramíneas en detrimento de las leguminosas que pueden llegar a desaparecer, independientemente del tipo de fertilizante nitrogenado utilizado. La forma de aporte (de una vez o fraccionado) tiene poca influencia, sólo sobre la producción de 'otras' que aumentan al fraccionar el nitrógeno.

El fósforo es el fertilizante que más positivamente influye sobre la composición botánica de los prados ya que favorece la producción de gramíneas y leguminosas, éstas últimas de forma muy activa; es el elemento fundamental para mantener una producción equilibrada y duradera. No se aprecian diferencias entre los diferentes fertilizantes fosfatados utilizados.

La fertilización potásica tiene una respuesta menos marcada sobre la composición botánica y su efecto se manifiesta cuando se aumenta la frecuencia de siega.

El paso de dos a tres cortes resulta beneficioso, en general, para la producción total de leguminosas y 'otras', sufriendo las gramíneas un descenso acusado.

En conjunto, la acción más importante y equilibrada sobre la flora de los prados lo realizan los fertilizantes fosfopotásicos. Así, una dosis de 80-60 kg PK ha⁻¹, consigue una producción total en dos cortes compuesta por un 62,2% de gramíneas; 20,3% de leguminosas y 17,5% de 'otras' plantas; mientras que en tres cortes las gramíneas representan un 58,4%, las leguminosas un 22,1% y las 'otras' plantas un 19,5%.

Palabras clave: Abonos, fertilizantes, gramíneas, leguminosas, 'otras plantas'.

INTRODUCCIÓN

Los prados de siega de montaña se caracterizan por una gran variabilidad en su composición botánica, no solamente en función de las características del ambiente o suelo, sino también en relación con el abonado, sistema de aprovechamiento (siega, pastoreo) y de la frecuencia de siega. Bajo un punto de vista fitosociológico se clasifican dentro del Orden *Arrhenatheretalia* Tüxen 1931, siendo las alianzas más representativas, *Arrhenaterion* Kock 1926 y *Cynosurion cristati* Tüxen 1947 (Rivas-Martínez *et al.*, 2002).

Por tratarse de sistemas seminaturales, en cuyas características juega un papel muy importante el tipo de gestión a que son sometidos, la cantidad y calidad de hierba producida puede ser mejorada, sustancialmente, con un ritmo de explotación adecuado y una fertilización mineral adaptada al mismo ya que produce sobre el prado varios efectos evidentes: por un lado incrementa los rendimientos hasta ciertos límites, de acuerdo con los niveles de abonado y contenido de nutrientes del suelo; paralelamente se realiza un cambio, a veces drástico, en la composición botánica debido a las diferentes necesidades nutritivas de las especies que la constituyen.

Para mantener un adecuado equilibrio entre producción y calidad es necesario una fertilización cuidadosa no siempre fácil de conseguir, ya que las especies más productivas, que responden mejor al abonado, no son siempre las de mejor calidad y se produce una disminución del valor nutritivo de la hierba e incluso la degeneración de la misma.

La acción combinada de fertilización y frecuencia de siega permite conseguir un forraje de alto valor nutritivo, rico en proteínas y energía, posible de obtener cuando las proporciones de los grupos botánicos son del 50 al 70% de gramíneas, del 10 al 30% de leguminosas y del 10 al 30% de 'otras plantas' (Rodríguez, 1994; Troxler, 1990).

El objetivo de producción, con una óptica actualizada, ha de ser compatible con el uso sostenible o capacidad para seguir produciendo en el tiempo; en esto juega un importante papel la composición del prado y aspectos tales como la diversidad de especies y grupos representados. Ello sin olvidar el valor que la riqueza y variedad específica tiene, en sí misma, desde un punto de vista de la conservación.

Como se ve son muchos los factores que intervienen sobre un prado, de lo que se deduce la dificultad de mantener un equilibrio adecuado entre gramíneas, leguminosas y 'otras plantas' ya que, frecuentemente, las segundas salen perjudicadas (Calleja *et al.*, 1980). Las gramíneas tienen mayor capacidad que las leguminosas para absorber fosfatos, sulfatos, nitratos y el potasio de la solución nutritiva del suelo (Calleja, 1976), de ahí que para que las leguminosas persistan en la mezcla convenga proveerlas de los elementos necesarios, y en particular fósforo y potasio, pero a la vez evitar -mediante siegas, pastoreos adecuados o fraccionamiento del nitrógeno- la supremacía de las gramíneas que también se verán muy favorecidas por su respuesta más rápida a estos elementos. El mantenimiento de un equilibrio entre los tres grupos botánicos indicados va a influir de manera decisiva en la calidad y cantidad de forraje obtenido, así como en la estabilidad del prado (Rodríguez, 1994; Suárez *et al.*, 1976).

En este trabajo se exponen, de forma ordenada, los resultados obtenidos durante cuarenta años de investigación de los efectos que la fertilización y la frecuencia de corte tienen sobre la composición botánica (considerando los tres grandes grupos: gramíneas, leguminosas y 'otras familias botánicas') en los prados de montaña.

MATERIAL Y MÉTODOS

La localización, suelo, características y diseño de cada uno de los nueve ensayos utilizados para la elaboración de este trabajo, que se distribuyen por toda la montaña leonesa, han sido descritos en un trabajo previo (Rodríguez *et al.*, 2003).

De cada ensayo y en cada una de las parcelas, debidamente recortadas para evitar el efecto borde y tras ser pesadas, se tomaban dos muestras medias representativas (para la determinación de materia seca y composición botánica) que eran introducidas en bolsas de plástico que se cerraban herméticamente y eran trasladadas al laboratorio, donde se conservaban en cámara a -18° C hasta su utilización.

Para el estudio de la composición botánica, una vez descongeladas las muestras en el laboratorio, se separaban manualmente en tres grupos: gramíneas, leguminosas y 'otras familias botánicas'. Posteriormente se secaban en estufa de aire forzado a 60° C durante 48 h y se pesaban. A partir de los datos se calcularon los porcentajes de cada grupo en la muestra; las especies más importante y representativas fueron:

Alopecurus pratensis L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv. ex J. y C. Presl., *Bromus hordeaceus* L., *Cynosurus cristatus* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., *Holcus lanatus* L., *Lolium perenne* L., *Poa pratensis* L., *Poa trivialis* L., *Trisetum flavescens* (L.) Beauv., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Bellis perennis* L., *Carum carvi* L., *Centaurea nigra* L., *Cerastium fontanum* Beaumg., *Plantago lanceolata* L., *Ranunculus bulbosus* L., *Rumex acetosa* L., *Rumex crispus* L., *Taraxacum officinale* Weber y *Veronica arvensis* L.

Para la obtención de la producción botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas'), se utilizó el porcentaje de cada grupo y el rendimiento de cada parcela.

Salvo en aquellos ensayos en los que únicamente se dispone de datos de porcentaje de grupos botánicos (pruebas 1, 2, 3 y 5) se mantiene el estudio estadístico original, para el resto se ha utilizado el modelo lineal general (SAS, 1989) y las variables de producción se han tratado mediante el análisis de la varianza, considerándose como factores principales: lugar del ensayo (localidad), corte (momento de realización de la siega), tipo de fertilizante utilizado, aporte (forma de distribución, única o fraccionada) y dosis del fertilizante (kg ha⁻¹) y para el ensayo 9, las diferentes posibilidades de fertilización NPK, con agrupación de los fertilizantes: individuales (N, P y K), binarios (NP, NK y PK) y ternarios (NPK). Cuando las diferencias fueron significativas en el análisis de la varianza se utilizó el test de Duncan para el contraste de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y la discusión se realizan de dos maneras diferentes en función del tipo de ensayo. En un primer grupo se incluyen los ensayos n° 1 (Grandoso), 2 (Valdecastillo), 3 (Puebla de Lillo) de cuatro años de duración y 5 (Boñar) de un solo año; en los tres primeros únicamente se ha controlado el primer corte (Junio) y en el último los dos cortes anuales (Junio y Setiembre). La composición botánica se presenta y se discute sólo en porcentajes de biomasa correspondiente a las gramíneas, leguminosas y 'otras plantas' en dichos cortes, como medias de los años considerados en cada experimento. Los resultados de estos ensayos, año a año, fueron publicados en su totalidad, (Suárez y Santos, 1965; Carpintero y Suárez, 1976). En este trabajo se ha mantenido el tratamiento estadístico original pero reflejando los resultados globales de las pruebas.

En un segundo grupo se incluyen los ensayos n° 4 (Reyero), 6 (Beberino), 7 (El Castillo) y 8 (Villasecino), que tienen un sistema de aprovechamiento de dos cortes

anuales y tres años de duración y el ensayo n° 9 (Las Salas) que incorpora, además, el sistema de tres cortes y una duración de 10 años. En todos ellos, aunque la composición botánica se presenta también en forma de porcentajes, los análisis estadísticos y la discusión se hace sobre las producciones (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') en los diferentes cortes y en el total. Los datos de estas pruebas permanecen inéditos en su mayor parte y se han sometido a un análisis estadístico uniforme, ANOVA. Se ha obviado el análisis de regresión para mantener un paralelismo con los estudios de producción de MS (Rodríguez *et al.* 2004) y se evitan los problemas derivados de la presencia de dos testigos (sin fertilización y con complementos de abonado de fondo) de los experimentos 6, 7 y 8.

La justificación de esta segunda manera de presentar y discutir la composición botánica, se fundamenta en que cuando se comparan diferentes dosis, tipos de fertilizantes o incluso diferentes sistemas de producción vegetal, como es el caso de dos frecuencias de corte, en las que el aprovechamiento se realiza en fechas e incluso en meses diferentes, es difícil llegar a conclusiones definitivas en función de los porcentajes de gramíneas, leguminosas y de 'otras', sobre todo si se trata de hacer una evaluación global.

Por esta razón, en los ensayos n° 4, 6, 7, 8 y 9 se analizan estadísticamente los resultados de la composición botánica en forma de producciones de los tres grupos, lo que nos permite sumar el efecto de cada tratamiento en los diferentes cortes y comparar los rendimientos totales con las diferentes frecuencia de corte. En la discusión se hace especial hincapié en la producción botánica total que nos permite sintetizar y comparar los diferentes ensayos.

Los nueve ensayos se agrupan en tres bloques, en función del fertilizante que se ensaya y se hace variar con diferentes dosis: fósforo, nitrógeno y las combinaciones nitrofosfotásicas.

FERTILIZACIÓN FOSFATADA DE PRADOS

Efecto de diferentes tipos y dosis de fertilizantes fosfatados

En la Tabla 1, se presenta la composición botánica (% de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') de los ensayos n° 1, 2 y 3, media de cuatro años, con tres dosis y dos tipos de fertilizantes fosfatados (superfosfato de cal y escorias Thomas), en el aprovechamiento de Junio.

TABLA 1

Efecto de diferentes dosis y tipos de fertilizantes fosfatados, complementadas con nitrógeno y potasio, sobre la composición botánica (% de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayos 1, 2 y 3).

Effect of phosphate fertilizer dose supplemented with nitrogen and potassium on botanical composition (% grasses, legumes and weeds) (Trials 1, 2, 3).

	GRANDOSO			VALDECASTILLO			PUEBLA DE LILLO		
	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
T	40,5c	19,5a	40,0a	60,8	22,9a	16,3	31,3b	12,2a	56,5a
NK	55,7b	12,3ab	32,0a	80,6	5,9b	13,5	39,0ab	5,7c	55,3ab
NKP1	72,2a	12,3ab	15,5b	75,5	6,9b	17,6	35,0ab	7,0bc	58,0a
NKP2	64,1ab	15,6ab	20,3b	80,9	9,3b	9,8	48,4a	7,6abc	44,0c
NKP3	71,5ab	11,2b	17,3b	71,0	11,2ab	17,8	45,9ab	12,2a	41,9c
NKP'1	66,7ab	15,6ab	17,7b	72,3	11,5ab	16,2	36,7ab	12,3a	51,0ab
NKP'2	72,4a	14,7ab	12,9b	75,8	8,5b	15,7	43,3ab	11,7ab	45,0bc
NKP'3	65,3ab	17,7ab	17,0b	82,4	6,6b	11,0	47,5a	10,0abc	42,5c
sig.	**	*	**	ns	*	ns	**	**	*
e.e.d	5	3,5	3,5	11	5,5	6,5	1,4	1,4	4,3

NK=60 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ y 80 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

Superfosfatos de cal: P1, P2 y P3 (100, 130 y 160 kg de P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹).

Escorias Thomas: P'1, P'2 y P'3 (100, 130 y 160 kg de P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹).

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Ensayo n° 1 (Grandoso)

Este ensayo se asienta sobre un suelo con pH próximo a la neutralidad y bajo contenido en fósforo. La flora inicial parte de un contenido de gramíneas del 40,5%.

Los porcentajes mayores de gramíneas se alcanzan con 130 kg ha⁻¹ de escorias Thomas y con 100 kg ha⁻¹ de superfosfatos (72,4% y 72,2%), con un incremento máximo del 78,5% con relación al testigo. El aporte de fósforo, en todo momento, favorece el aumento de este grupo de plantas que es principal responsable de la producción en el corte de primavera.

Paralelamente se produce un descenso de la proporción de leguminosas, que es significativo con 160 kg ha⁻¹ de superfosfatos (11,2%) y una disminución del porcentaje de 'otras plantas' (12,9%-20,3%) ocasionada por el aporte de fósforo, con independencia de las dosis utilizadas y del tipo de fertilizante.

Ensayo n° 2 (Valdecastillo)

Se localiza sobre un prado bien manejado, con un suelo ligeramente ácido y con niveles más altos de fósforo asimilable en el suelo.

El porcentaje de gramíneas de partida en este experimento (60,8%) es mayor que en los ensayos 1 y 3; el efecto favorable, sobre este grupo, no es tan importante como el logrado en Grandoso, el máximo incremento con respecto al testigo es del 35,5% y las diferencias no alcanzan el nivel de significación considerado. No se encuentran variaciones suficientemente importantes en el grupo de 'otras' y solamente se produce un descenso claro del grupo de leguminosas aunque es difícilmente atribuible al fósforo o al abonado de fondo.

Ensayo n° 3 (Puebla de Lillo)

El prado tiene un suelo con el pH ligeramente ácido y contenido medio de fósforo asimilable.

En este ensayo, la proporción inicial de gramíneas es la menor de los tres experimentos (31,3%) y mayor la importancia del grupo de 'otras plantas' (56,5%).

Los porcentajes más elevados de gramíneas se alcanzan con 130 kg ha⁻¹ de superfosfatos y con 160 kg ha⁻¹ de escorias Thomas (48,4% y 47,5%) que se corresponden con descensos significativos del grupo de 'otras plantas'; las leguminosas apenas varían sus porcentajes con respecto a la parcela testigo.

Características comunes a los tres ensayos

Los resultados anuales de estas pruebas (Carpintero y Suárez, 1976) muestran que en un sistema de explotación de un corte para heno en Junio y aprovechamiento del rebrote otoñal mediante pastoreo, se originan diferencias significativas en la composición botánica entre el testigo y el NK; también entre estos dos tratamientos y los diferentes niveles de fósforo. Sin embargo, no se aprecia significación entre las dosis de fósforo, ni entre los dos fertilizantes utilizados (superfosfato o escorias).

La consideración conjunta de los tres ensayos, como se aprecia en la Tabla 1, muestra un comportamiento bastante similar con el NK, que se traduce en un aumento de las gramíneas (sin llegar a ser significativo en los ensayos n° 2 y 3), con disminución de las leguminosas (significativas en las pruebas citadas) y del grupo de las 'otras plantas' (sin alcanzar el nivel de significación).

La fertilización fosfatada (complementada con NK) y en relación a la parcela NK, muestra que no hay diferencias significativas debidas al tipo de fertilizante, pero la influencia del fósforo va a depender, en gran medida, de la composición botánica inicial,

muy relacionada, a la vez, con el nivel inicial de fósforo en el suelo y el manejo anterior al ensayo.

Cuando la proporción de gramíneas es elevada (80,6% en el ensayo nº2) el aporte de fósforo no tiene ninguna incidencia sobre la composición botánica, pero cuando es menor (55,5% en el ensayo nº 1 y 39% en el nº 3) se produce un incremento de este grupo (alcanzando valores significativos en el ensayo 1, con las dosis 100 kg ha⁻¹ de superfosfatos y 130 kg ha⁻¹ de escorias) y un descenso notable del grupo de otras (con todas las dosis en el ensayo nº 1 y con las dosis más altas en el ensayo nº 3); las leguminosas se incrementan pero los valores únicamente alcanzan la significación en el ensayo nº 3 con las dosis 100 y 130 kg ha⁻¹ de escorias y con 160 kg ha⁻¹ de superfosfatos.

Estos tres ensayos proporcionan una información limitada ya que sólo recogen el corte de Junio y se obvia el segundo aprovechamiento (Setiembre), donde la fertilización fosfatada muestra con intensidad su efecto beneficioso sobre las leguminosas.

Efecto de diferentes dosis de fertilizantes fosfatados, complementados con abonado orgánico y potásico

En la Tabla 2 se presenta la composición botánica (% de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') en Junio y Setiembre de los cinco tratamientos experimentales del ensayo nº 4 (Reyero), como medias de tres años.

La presencia en el texto de las iniciales EK implica la utilización de 25 t ha⁻¹ de estiércol y 30 kg ha⁻¹ de K₂O.

TABLA 2

Efecto del de fósforo, complementado con estiércol y potasio, sobre la composición botánica (% de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 4).

Effect of phosphorus fertilizer dose supplemented with manure and potassium on botanical composition (% grasses, legumes and weeds) (Trial 4).

	JUNIO			SETIEMBRE		
	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
Estiércol	67,3	6,4	26,3	43,3	12,7	44,0
EK	62,6	7,7	29,7	34,4	17,7	47,9
EKP1	69,1	5,4	25,5	44,8	15,9	39,3
EKP2	66,4	8,5	25,1	41,4	18,7	39,9
EKP3	72,0	7,1	20,9	48,1	14,3	37,6

E= estiércol; K= 30 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹. P1, P2 y P3= 30, 60 y 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹.

En dicha tabla se aprecia que existen pocas diferencias entre los tratamientos respecto a los porcentajes de los distintos grupos de especies botánicas. En el corte de Junio el tratamiento de EKP3 (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ añadidos al estiércol y al potasio) produjo el mayor porcentaje de gramíneas (72%) y menor de 'otras' (20,9%). Sólo con EKP2 (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) se obtiene una mejor proporción de leguminosas (8,5%).

En el aprovechamiento de Setiembre, la dosis EKP3, dio el mejor contenido de gramíneas (48,1%), el más bajo en 'otras' (37,6%) y una proporción de leguminosas (14,3%) que duplica la de junio.

Por otro lado, en la Tabla 3 se indica el efecto de dosis crecientes de fertilizante fosfórico sobre la producción botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') en los cortes de Junio, Setiembre y total de ambos, como medias de tres años. Asimismo, en la Tabla 4 se presentan las características del análisis de la varianza de este ensayo, que resulta poco consistente con las producciones totales. Sólo el estudio por cortes reúne interés, sobre todo en la producción de gramíneas que tiene un porcentaje elevado de varianza explicada (78%).

TABLA 3

Efecto del de fósforo, complementado con estiércol y potasio, sobre la producción botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 4).

Effect of phosphorus fertilizer dose supplemented with manure and potassium on yield (kg DM ha⁻¹ grasses, legumes and weeds) (Trial 4).

	PROD. GRAMÍNEAS			PROD. LEGUMINOSAS			PROD. 'OTRAS'		
	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total
Estiércol	4 378	1 573ab	5 951	402ab	458	859b	1 575	1 613	3 187
EK	4 337	1 235b	5 572	498ab	615	1 113ab	1 882	1 712	3 594
EKP1	4 688	1 653ab	6 340	349b	603	952ab	1 611	1 508	3 119
EKP2	4 674	1 538ab	6 212	568a	730	1 299a	1 630	1 509	3 138
EKP3	4 564	1 724a	6 288	438ab	516	954ab	1 320	1 424	2 744
sig.	ns	*	ns	*	ns	*	Ns	ns	ns
e.e.d.	618	209	754	60	141	189	325	265	533

E= estiércol; K= 30 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹; P1, P2 y P3= 30, 60 y 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹.

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

En la producción de gramíneas (Tabla 3) hay que destacar que sólo se observan diferencias significativas en el corte de Setiembre (que es cuando baja sensiblemente su producción), estableciéndose únicamente diferencias significativas entre EK y la dosis EKP3 con un incremento de producción de un 39,6%. Para estos dos tratamientos, la producción total de gramíneas queda reducida para la dosis más alta de fósforo (y de forma no significativa) a un 12,8%.

TABLA 4
Análisis de varianza y porcentaje de variación explicada (Ensayo 4).
 Analysis of variance and percentage of variance explained (Trial 4)

	Prod. Gramíneas	Prod. Leguminosas	Prod. Otras
F_{ANOVA}	***	*	***
R²	0,66	0,14	0,04
Corte	*** 78	* 9	ns
Dosis de fertilizante	ns	ns	ns
Corte*Dosis	ns	ns	ns

*** Significación al 99,9%; * Significación al 95%; ns no significativo.

En la producción de leguminosas resultan significativos la producción de Junio y la total. En Junio se aprecian diferencias significativas entre aportar 30 kg ha⁻¹ ó 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, con un incremento de producción de un 62,8%. En la producción total de leguminosas vuelven a aparecer diferencias, esta vez, entre el estiércol solo y EKP2 (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) con un incremento de producción de un 51,1%.

En la producción de 'otras plantas', la fertilización no origina diferencias significativas en Junio ni en Setiembre; no obstante, con EKP3 (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) se produce una disminución en la producción total de 'otras plantas' de un 23,7% respecto a EK, que obtuvo la producción total más alta.

Distribución estacional

En función de los datos aportados por la Tabla 3, las gramíneas es el grupo más estacional, como media de los cinco tratamientos, ya que un 75% de la producción se alcanza el Junio y el 25% restante en Setiembre. Por el contrario las leguminosas y 'otras plantas' tienen una producción más uniforme: las primeras tienen una distribución 44 y 56% (con importante producción en Setiembre) y las segundas 51% en junio y 49% en setiembre.

La escasa respuesta de la composición botánica al abonado orgánico y mineral en este ensayo, se debe probablemente, a las deficiencias de drenaje y a los estercolados realizados con anterioridad a la realización de la experiencia, como ya se ha destacado al describir las producciones de materia seca (Rodríguez *et al.*, 2003).

FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE PRADOS

Efecto de diferentes dosis de nitrato amónico y urea

En la Tabla 5, se presenta la composición botánica (en % de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') en los cortes de Junio y Setiembre del ensayo n° 5 (Boñar) obtenida con tres dosis diferentes (40, 60 y 80 kg ha⁻¹) de dos fertilizantes nitrogenados (nitrato amónico y urea) durante un año (Suárez y Santos, 1965) aplicados sobre un abonado de fondo PK (108 y 75 kg ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente).

TABLA 5

Efecto de las diferentes dosis y tipos de fertilizantes nitrogenados, complementados con fósforo y potasio, sobre la composición botánica (% de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 5).

Effect of nitrogen fertilizer dose supplemented with phosphorus and potassium on botanical composition (% grasses, legumes and weeds) (Trial 5).

	JUNIO			SETIEMBRE		
	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
TESTIGO	51	15	34	61	13	26
PK	54	32	14	56	23	21
PKN1	66	11	23	48	32	20
PKN2	73	10	17	75	12	13
PKN3	71	8	21	61	13	26
PKU1	55	18	27	57	21	22
PKU2	56	9	35	55	28	17
PKU3	69	11	20	69	11	20

PK=108 kg de P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹ y 75 kg ha⁻¹ de K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

Nitrato amónico cálcico: N1, N2 y N3 (40, 60 y 80 kg de N ha⁻¹ año⁻¹).

Urea del 46%: U1, U2 y U3 (40, 60 y 80 kg de N ha⁻¹ año⁻¹).

En el corte de Junio se aprecia que el porcentaje de gramíneas aumenta ligeramente con el abonado de fondo (pasa de 51% en el testigo a un 54% con el PK) y de forma más clara con la fertilización nitrogenada; los porcentajes más elevados se consiguen con 60 kg de nitrato amónico (73%) y 80 kg de urea (69%). Por su parte, el porcentaje de leguminosas se duplica con la fertilización PK (pasa de 15 a 32%), pero disminuye drásticamente con los fertilizantes nitrogenados, hasta llegar a un 8-9%.

El porcentaje de 'otras plantas' disminuye de forma importante con el PK (34 a 14%) para volver a aumentar, aunque de forma irregular, con el nitrógeno; los porcentajes más bajos se alcanzan con 60 kg de nitrato amónico (17%) y con 80 kg de urea (20%).

En el aprovechamiento de Setiembre, el porcentaje de gramíneas desciende ligeramente con el PK (de 61 a 56%) y aumenta, en general, con la fertilización nitrogenada aunque de manera poco contundente; los porcentajes más altos se consiguen, como en Junio, con 60 kg de nitrato amónico (75%) y 80 kg de urea (69%). El porcentaje de leguminosas aumenta con el PK (de 13 a 23%), pero disminuye con la fertilización nitrogenada, aunque con dos excepciones: con 40 kg de nitrato amónico (32%) y 60 kg de urea (28%), en que se origina un incremento respecto al abonado de fondo.

Por su parte, el porcentaje de 'otras plantas' disminuye ligeramente con el PK y más aún con determinadas dosis de nitrógeno, como es el caso (igual que en el corte de Junio) de 60 kg de nitrato amónico (13%) y 80 kg de urea (17%) en que se originaron las proporciones más bajas.

Debido a la corta duración de este ensayo (un año), no se pueden sacar conclusiones firmes, sino la tendencia que se repetirá con más rigor en los otros ensayos que comentamos a continuación: el aumento en la proporción de gramíneas y descenso correlativo en el de leguminosas al aumentar las dosis de nitrógeno y sin diferencias apreciables en el grupo de 'otras plantas'. Tampoco se provocan diferencias sustanciales en la composición botánica al emplear uno u otro fertilizante nitrogenado (Suárez y Santos, 1965). En cualquier caso, una fertilización fosfopotásica sola o acompañada de una dosis baja de nitrógeno, provoca una mejora ostensible sobre la composición botánica.

Efecto de diferentes tipos, dosis y formas de aportar los fertilizantes nitrogenados.

Resultados generales.

En la Tabla 6 se presentan los resultados inéditos de los ensayos n° 6 (Beberino), 7 (El Castillo) y 8 (Villasecino) con los efectos, de cuatro dosis de nitrato amónico y dos formas de aportarlos (de una vez o fraccionados) y además, en el último (Villasecino), la utilización de otras dos fuentes de nitrógeno (sulfato amónico y nitrato sódico o de Chile, aplicados de una vez), en un sistema de explotación de dos cortes (Junio y Setiembre) y tres años de duración. En los tres ensayos la fertilización se complementa con 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 80 kg de K₂O ha⁻¹ que se aporta de una sola vez. En esta tabla se aprecia, en general, cómo al aumentar la dosis de nitrógeno aumenta la proporción de gramíneas y disminuye correlativamente la de leguminosas (hasta casi desaparecer con el nivel más alto) así como un comportamiento más irregular del grupo de las 'otras plantas'.

TABLA 6

Efecto de distintas dosis, tipos y forma de aporte de fertilizantes nitrogenados (NA, SA y NS), complementadas con fósforo y potasio, sobre la composición botánica (% de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayos 6, 7 y 8).

Effect of nitrogen fertilizer dose and its fractionation, supplemented with phosphorus and potassium, on botanical composition (% grasses, legumes and weeds) (Trials 6, 7 and 8).

ENSAYO 6 (NA)		JUNIO			SETIEMBRE		
		GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
TESTIGO		47,8	19,0	33,2	13,0	13,4	73,6
PK		45,8	28,9	25,3	14,2	30,4	55,4
PKN1	único	65,3	11,1	23,6	29,6	13,0	57,4
PKN2	único	75,7	4,9	19,4	34,7	6,9	58,4
PKN3	único	75,8	5,4	18,8	47,9	6,0	46,1
PKN4	único	70,2	4,6	25,2	27,5	5,1	67,4
PKN'1	fraccionado	56,0	13,0	31,0	29,3	17,2	53,5
PKN'2	fraccionado	65,4	7,6	27,0	34,5	7,8	57,7
PKN'3	fraccionado	70,9	6,4	22,7	41,6	5,5	52,9
PKN'4	fraccionado	74,0	4,2	21,8	32,9	3,0	64,1
ENSAYO 7 (NA)		GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
TESTIGO		63,1	14,1	22,8	32,9	20,4	46,7
PK		65,6	20,1	14,3	41,7	26,9	31,4
PKN1	único	82,6	7,0	10,4	52,0	14,1	33,9
PKN2	único	84,6	6,6	8,8	53,5	11,2	35,3
PKN3	único	85,1	4,2	41,7	52,1	8,7	39,2
PKN4	único	90,2	3,5	6,3	58,4	6,0	35,6
PKN'1	fraccionado	77,2	10,0	12,8	47,9	15,7	36,4
PKN'2	fraccionado	79,9	6,4	13,7	48,5	13,9	37,6
PKN'3	fraccionado	85,2	6,7	8,1	66,4	6,0	27,6
PKN'4	fraccionado	85,3	3,5	11,2	63,3	3,1	33,6
ENSAYO 8 (NA)		GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
TESTIGO		72,2	11,6	16,2	53,6	18,8	27,6
PK		71,7	11,3	17,0	57,7	15,8	26,5
PKN1	único	83,0	4,4	12,6	64,2	10,6	25,2
PKN2	único	87,5	2,5	10,0	75,0	3,4	21,6
PKN3	único	89,3	0,6	10,1	79,0	0,9	20,1
PKN4	único	90,7	1,2	8,1	82,2	1,2	16,6
PKN'1	fraccionado	82,1	3,3	14,6	68,0	6,3	25,7
PKN'2	fraccionado	83,8	4,8	11,4	78,2	5,5	16,3
PKN'3	fraccionado	87,9	1,7	10,4	78,2	4,3	17,5
PKN'4	fraccionado	89,0	1,9	9,1	82,7	2,5	14,8
ENSAYO 8 (SA-NS)		GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
PKN1	único SA	88,4	3,0	8,6	75,3	5,3	19,4
PKN2	único SA	88,1	3,5	8,4	81,0	5,1	13,9
PKN3	único SA	90,9	0,9	8,2	77,7	1,5	20,8
PKN4	único SA	95,1	0,4	4,5	88,0	0,7	11,3
PKN1	único NS	81,5	2,5	13,0	63,8	8,3	27,9
PKN2	único NS	89,3	1,5	9,2	81,9	2,4	15,7
PKN3	único NS	91,3	0,8	7,9	85,8	1,4	12,8
PKN4	único NS	87,3	0,6	12,1	85,1	1,0	13,9

NA: nitrato amónico; SA: sulfato amónico; NS: nitrato sódico. 1, 2, 3 y 4: 60, 100, 140 y 180 kg ha⁻¹. PK: 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 80 kg ha⁻¹ de K₂O. N: aporte de una sola vez (único) N': aporte fraccionado.

Sin embargo, para una mejor comparación de los resultados y análisis estadístico, en las Tablas 7, 8 y 9 se exponen los mismos resultados en forma de producciones (kg MS ha⁻¹) de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas' con su nivel de significación y error estándar de la diferencia correspondiente.

Resultados específicos de cada ensayo

Ensayo n° 6 (Beberino)

En la Tabla 7 se exponen el efecto del nitrógeno y de la forma de aporte (medias de tres años) sobre la composición botánica (en kg ha⁻¹) en los cortes de Junio, Setiembre y en el total. Señalar que en este ensayo resultaron significativos todos los tratamientos, a excepción del corte de Junio en la producción de 'otras plantas', tanto en Junio como en Setiembre así como en el total anual (Junio+Setiembre).

TABLA 7

Efecto del nitrato amónico, complementado con fósforo y potasio, y de la forma de aporte sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 6).

Effect of ammonium nitrate dose and its fractionation, supplemented with phosphorus and potassium, on botanical composition (kg DM ha⁻¹ grasses, legumes and weeds) (Trial 6).

	PRODUCCIÓN GRAMÍNEAS			PRODUCCIÓN LEGUMINOSAS			PRODUCCIÓN 'OTRAS'		
	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total
Aporte Único									
T	2 394c	239c	2 633c	994b	238b	1232b	1 695	1 337ab	3032ab
PK	2 623c	224c	2 847c	1 823a	473a	2296a	1 543	870c	2413b
PK N ₁	4 596b	552b	5 148b	703b	240b	943b	1 778	1 107bc	2885ab
PK N ₂	5 110a	701b	5 811ab	393b	133bc	526b	1 292	1 194bc	2486b
PK N ₃	6 099a	1004a	7 103a	419b	118c	537b	1 526	938bc	2464b
PK N ₄	4 637b	599b	5 236b	347b	124bc	471b	1 862	1 651a	3513a
sig.	**	**	**	**	**	**	ns	**	**
e.e.d.	475	105	521	289	42	295	307	153	340
Aporte fraccionado									
T	2 394c	239c	2 633d	994b	238b	1232b	1 695	1 337abc	3032ab
PK	2 623c	224c	2 847d	1 823a	473a	2296a	1 543	870c	2413b
PK N ₁	3 438b	690b	4 128c	774b	410a	1184bc	1 958	1 217bc	3175ab
PK N ₂	4 223a	694b	4 917bc	503b	174cb	677bc	1 727	1 285abc	3012ab
PK N ₃	5 122a	1112a	6 234a	483b	147cb	630bc	1 559	1 444ab	3003ab
PK N ₄	5 139a	876ab	6 015ab	293b	80c	373c	1 554	1 750a	3304a
sig.	**	**	**	**	**	**	ns	**	*
e.e.d.	421	117	452	280	49	294	325	169	948

PK: 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

N₁, N₂, N₃ y N₄ = 60, 100, 140 y 180 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Nitrógeno aportado de una vez

Producción total de gramíneas. Con el PK se origina un incremento débil (8,1%) y no significativo en la producción de gramíneas. Con las dosis crecientes de fertilizantes nitrogenados se provocan aumentos sustanciales y significativos que alcanzan su máximo valor en PKN2 y PKN3 con un 126,9% de incremento sobre el PK.

Producción total de leguminosas. Aumentan significativamente en un 86,4% con el PK y decrecen al aportar nitrógeno, con una producción media de 619 kg ha⁻¹, lo que representa un 73% de disminución sobre el fosfopotásico.

Producción total de 'otras'. Disminuyen (20,4%) con el PK pero sin que sea suficiente para alcanzar la significación. Con el aporte de nitrógeno se origina un incremento de producción con la dosis mayor (PKN4) del 45,6% sobre la parcela PK.

Nitrógeno fraccionado

Producción total de gramíneas. Al fraccionar el nitrógeno se provoca un aumento significativo en la producción que alcanza su máximo en PKN3 y PKN4, aunque en este caso el incremento sobre al PK (115,1%), es menor que en el aporte único de nitrógeno.

Producción total de leguminosas. Disminuyen con el nitrógeno, pero no se aprecian diferencias entre las dosis. La producción media de las cuatro dosis es de 717 kg ha⁻¹, lo que representa una disminución del 68,8% sobre el PK.

Producción total de 'otras'. Aumentan con la fertilización nitrogenada, aunque sólo se alcanza significación en PKN4, con un incremento del 36,9% sobre PK.

Ensayo n° 7 (El Castillo)

En la Tabla 8 se presentan el efecto del nitrógeno, complementado con PK, y la forma de aporte sobre la composición botánica (en kg ha⁻¹), como medias de tres años. El análisis estadístico resultó significativo en todos los cortes y en el total anual, con la única excepción del corte de Setiembre (con aporte único) en la producción de 'otras plantas'.

Nitrógeno aportado de una vez

Producción total de gramíneas. Aumenta significativamente con el PK (44,7%) y más aún con la fertilización nitrogenada. No se aprecian diferencias entre los tratamientos nitrogenados que alcanzan un valor medio de 7 704 kg ha⁻¹ y un incremento sobre la fertilización fosfopotásica del 51,6%.

TABLA 8

Efecto del nitrato amónico, complementado con fósforo y potasio, y de la forma de aporte sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 7).

Effect of ammonium nitrate dose and its fractionation, supplemented with phosphorus and potassium, on botanical composition (kg DM ha⁻¹ grasses, legumes and weeds) (Trial 7).

	PRODUCCIÓN GRAMÍNEAS			PRODUCCIÓN LEGUMINOSAS			PRODUCCIÓN 'OTRAS'		
	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total
Aporte único									
T	2 690c	822b	3 512c	587b	535b	1 122b	943a	1 131	2 017a
PK	3 690c	1 392a	5 082b	1105a	898a	2 003a	762ab	1 012	1 774ab
PK N ₁	5 765b	1 688a	7 453a	519b	476b	995b	703ab	1 099	1 802ab
PK N ₂	5 836ab	1 498a	7 334a	443b	357b	800b	617ab	1 004	1 621ab
PK N ₃	5 914ab	1 362a	7 276a	284b	225b	509b	710ab	1 021	1 731ab
PK N ₄	7 040a	1 715a	8 755a	264b	163b	427b	468b	1 034	1 502b
sig.	**	**	**	**	**	**	**	ns	**
e.e.d.	467	204	570	167	129	260	134	132	134
Aporte fraccionado									
T	2 690d	822c	3 512d	587b	535b	1 122b	943 ^a	1 131ab	2 074ab
PK	3 690dc	1 392cb	5 082dc	1 105a	898 ^a	2 003a	762ab	1 012b	1 774ab
PK N ₁	4 761bc	1 648b	6 409bc	621b	549b	1 170b	793ab	1 189ab	1 982ab
PK N ₂	5 611ab	1 719b	7 330ab	447b	509b	956cb	974a	1 324a	2 298a
PK N ₃	6 038a	2 524a	8 562a	455b	239b	694cb	549b	1 056ab	1 604b
PK N ₄	6 179a	2 554a	8 733a	254b	120b	374c	758ab	1 288ab	2 047ab
sig.	**	**	**	**	**	**	**	*	**
e.e.d.	429	246	597	163	132	253	132	136	216

PK: 130 kg de P₂O₅ y 80 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

N₁, N₂, N₃ y N₄ = 60, 100, 140 y 180 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig. = nivel de significación; e.e.d. = error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total de leguminosas. Con el PK se origina un aumento importante (78,5%) con relación al testigo. El nitrógeno sitúa la producción en una media de 683 kg ha⁻¹, lo que representa un descenso del 65,9% sobre el PK.

La fertilización fosfopotásica origina una disminución del 14,4% con respecto al testigo, que no es suficiente para alcanzar el nivel de significación del 95%; tampoco hay diferencias producidas por el abonado nitrogenado con relación a la fertilización PK. La producción más baja se consigue con PKN₄ y es el único tratamiento que mantiene diferencias significativas con el testigo.

Nitrógeno fraccionado

Producción total de gramíneas. Se obtiene un aumento significativo con las tres dosis mayores de nitrógeno, alcanzando un valor medio de 8 208 kg ha⁻¹ y representa un aumento del 61,5% respecto a la fertilización PK.

Producción total de leguminosas. Se aprecia claramente su disminución con los dosis mayores de nitrógeno (PKN2, PKN3 y PKN4) que alcanzan un valor medio de 675 kg ha⁻¹ y un descenso del 66,3% sobre el aporte fosfopotásico.

Producción total de 'otras'. El nitrógeno no produce, en este grupo de plantas, variaciones que sean significativas.

Ensayo n° 8 (Villasecino)

En la Tabla 9 se expone la composición botánica (en kg ha⁻¹) obtenidas con cuatro dosis diferentes de nitrato amónico y dos formas de aporte (único y fraccionado); mientras que en la Tabla 10 se muestran los mismos parámetros pero usando dos tipos distintos de fertilizante nitrogenado (sulfato amónico y nitrato sódico) con un aporte único. En ambas tablas se utiliza como abonado de fondo la fertilización PK. Datos parciales de este ensayo han sido publicados por Suárez *et. al.* (1976).

TABLA 9

Efecto del nitrato amónico, complementado con fósforo y potasio, y de la forma de aporte sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 8).

Effect of ammonium nitrate dose and its fractionation, supplemented with phosphorus and potassium, on botanical composition (kg DM ha⁻¹ grasses, legumes and weeds) (Trial 8).

	PRODUCCIÓN GRAMÍNEAS			PRODUCCIÓN LEGUMINOSAS			PRODUCCIÓN 'OTRAS'		
	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total
Aporte único									
T	3 927d	1 378c	5 305d	608 ^a	491a	1 099a	843	693	1 536
PK	4 251dc	1 545bc	5 796dc	614 ^a	398ab	1 012a	930	683	1 613
PKN₁	5 567bc	1 695bc	7 262bc	278b	298b	576b	807	642	1 449
PKN₂	6 554ab	2 138ab	8 692ab	187b	95c	282bc	749	601	1 350
PKN₃	7 149a	2 395a	9 544a	49b	26c	75c	832	581	1 413
PKN₄	7 072a	2 578a	9 650a	90b	35c	125c	620	501	1 121
sig.	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns
e.e.d.	509	69	594	108	63	140	199	109	270
Aporte fraccionado									
T	3 927d	1 378b	5 305d	608 ^a	491a	1 099a	843	693	1 536
PK	4 251dc	1 545b	5 796d	614 ^a	398a	1 012a	930	683	1 613
PKN₁	5 402bc	1 937b	7 339c	217b	182b	399b	947	683	1 630
PKN₂	5 788ab	2 635a	8 423bc	324ab	181b	505b	787	533	1 320
PKN₃	6 370ab	2 592a	8 962ab	117b	143b	260b	752	574	1 326
PKN₄	6 977a	3 106a	10 083a	114b	87b	231b	696	548	1 244
sig.	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns
e.e.d.	476	217	580	122	64	115	190	112	258

PK: 130 kg de P₂O₅ y 80 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

N₁, N₂, N₃ y N₄ = 60, 100, 140 y 180 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; ns no significativo.

TABLA 10

Efecto del sulfato amónico y nitrato sódico, complementados con fósforo y potasio, sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 8).

Effect of ammonium sulphate and sodium nitrate dose, supplemented with phosphorus and potassium, on botanical composition (kg DM ha⁻¹ grasses, legumes and weeds) (Trial 8).

	PRODUCCIÓN GRAMÍNEAS			PRODUCCIÓN LEGUMINOSAS			PRODUCCIÓN 'OTRAS'		
	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total	Junio	Sep.	Total
Sulfato amónico									
T	3 927b	1 378d	5 305c	608a	491a	1 099a	843a	692a	1 535a
PK	4 251b	1 545dc	5 796c	614a	398a	1 012a	930ab	683a	1 613a
PKN1	6 236a	2 064bc	8 300b	119b	108b	307b	572ab	510ab	1 082ab
PKN2	6 409a	2 105bc	8 514b	248b	131b	379b	633ab	351b	984ab
PKN3	7 073a	2 510ab	9 583ab	73b	42b	115b	619ab	662a	1 281ab
PKN4	7 452a	2 836a	10 288a	30b	23b	53b	389b	355b	744b
sig.	**	**	**	**	**	**	**	**	**
e.e.d.	477	220	595	122	56	151	167	104	225
Nitrato sódico									
T	3 927b	1 378b	5 305c	608a	491a	1 199a	843ab	692ab	1 535ab
PK	4 251b	1 545b	5 796c	614a	398a	1 012a	930ab	683ab	1 613ab
PKN1	6 131a	1 814b	7 945b	188b	226b	414b	1 184a	778a	1 962 ^a
PKN2	6 510a	2 384a	8 894ab	106b	67c	173b	659b	435b	1 094b
PKN3	7 251a	2 593a	9 844 ^a	65b	46c	111b	632b	380b	1 012b
PKN4	7 153a	2 776a	9 929 ^a	48b	32c	80b	974ab	461b	1 435ab
sig.	**	**	**	**	**	**	*	**	**
e.e.d.	470	190	560	102	60	130	200	108	256

PK: 130 kg de P₂O₅ y 80 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹

N₁, N₂, N₃ y N₄ = 60, 100, 140 y 180 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%.

Nitrógeno aportado de una vez en forma de nitrato amónico

Producción total de gramíneas. Con el PK se origina un incremento débil (9,3%) respecto al testigo que es insuficiente para alcanzar la significación. Con las dosis: PKN2, PKN3 y PKN4 se obtienen 9 295 kg ha⁻¹ que corresponde a un incremento del 60,4% sobre el PK.

Producción total de leguminosas. Se produce una disminución ligera (7,9%) y no significativa con el PK y de forma paulatina y significativa al elevar las dosis de nitrógeno; el nivel menor (PKN1) reduce la producción el 43% y las demás dosis (PKN2, PKN3 y PKN4) una media del 84,1% respecto al PK.

Producción total de 'otras'. El escaso aumento del 5% entre PK y el testigo no es significativo y tampoco las diferencias debidas a las dosis de nitrógeno y la fertilización fosfotásica.

Nitrógeno fraccionado en forma de nitrato amónico

La producción total de gramíneas aumenta con el aporte de nitrógeno, con las dosis menores (PKN1 y PKN2) el 50% y con las más altas (PKN3 y PKN4) el 64,3% con relación al PK.

Producción total de leguminosas. Se produce una disminución con la fertilización nitrogenada, sin que existan diferencias entre dosis; el valor medio es de 349 kg ha⁻¹, lo que representa el 65,5% sobre las parcelas con aporte fosfotásico.

Producción total de 'otras'. No se encuentran diferencias significativas, a semejanza de lo descrito en el aporte único, a pesar de que los valores absolutos (excepto PKN1) se sitúan por debajo de la fertilización fosfotásica.

Nitrógeno aportado de una vez en forma de sulfato amónico

Producción total de gramíneas. Aumento paulatino y claro con el nitrógeno hasta alcanzar con PKN3 y PKN4 una media de 9 936 kg ha⁻¹, que corresponde a un incremento del 71,4% sobre la fertilización fosfotásica.

Producción total de leguminosas. Se produce un descenso importante (78,9%) con el aporte de nitrógeno, no hay diferencias entre dosis, alcanzándose medias de 214 kg ha⁻¹ desapareciendo prácticamente con PKN4 (53 kg ha⁻¹).

Producción total de 'otras'. Hay una disminución que llega a ser significativa con la dosis PKN4, con una pérdida del 53,9% respecto a PK.

Nitrógeno aportado de una vez en forma de nitrato sódico

Producción total de gramíneas. Aumenta de forma significativa con el nitrógeno hasta alcanzar con las tres dosis mayores una media de 9 556 kg ha⁻¹, que corresponde a un incremento del 64,9% sobre PK.

Producción total de leguminosas. Disminuyen con la fertilización nitrogenada y no se encuentran diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno. Con el nitrato sódico se alcanza la producción media total más baja de leguminosas (195 kg ha⁻¹), que corresponde a un descenso del 80,7% respecto a la fertilización PK.

Producción total de 'otras'. La fertilización nitrogenada no produce variaciones significativas sobre la fosfotásica pero hay diferencias entre la dosis menor, PKN1 y las dosis intermedias, PKN2 y PKN3, con un valor de 909 kg ha⁻¹.

En la Tabla 11 se exponen las características de los análisis de varianza de los tres ensayos en sus aspectos comunes, es decir, la utilización del nitrato amónico que se aporta de una vez o de manera fraccionada.

TABLA 11

Características de los análisis de varianza y porcentaje de variación explicado por cada uno de los parámetros con su significación (Ensayos 6, 7 y 8).

Analysis of variance and percentage of variance explained for each parameter (Trials 6, 7, 8).

	Prod. Gramíneas	Prod. Leguminosas	Prod. Otras
F _{ANOVA}	***	***	***
R ²	0,86	0,40	0,34
Corte	*** 83,5	*** 9,8	* 0,5
Dosis de fertilizante	*** 3,3	*** 20,8	ns
Lugar	*** 0,8	*** 5,6	*** 35,8
Aporte	ns	ns	* 0,5
Dosis*Lugar	** 1,7	*** 5,7	*** 2,4
Dosis *Corte	*** 2,9	*** 5,0	* 0,9
Corte*Aporte	*** 0,5	ns	ns

*** Significación al 99,9%; ** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Este análisis de la varianza refleja, de forma general, que el corte (Junio vs. Setiembre) es el factor que explica el porcentaje más elevado de variación en la producción de gramíneas (83,5%), le sigue en importancia el lugar donde se realiza la experiencia para la producción de 'otras' (35,8%), mientras que para las leguminosas son las diferentes dosis de fertilizante los principales responsables de su variación (20,8%).

Finalmente en la Tabla 12 se exponen, sintetizados y como media de los tres ensayos, los efectos de las dosis de fertilización con nitrato amónico, forma de aporte y lugar del ensayo sobre la producción media total (kg de MS ha⁻¹) de las tres fracciones. No se refleja el parámetro corte por estar suficientemente descrito en texto precedente y las Tablas 7, 8, 9 y 10.

La producción total de gramíneas se incrementa, significativamente, un 19,8% con el PK y más aún al aumentar las dosis de nitrógeno, desde 37,5% (PKN1) al 75,2% (PKN3 y PKN4) en relación al PK.

La producción total de leguminosas también aumenta significativamente (un 53,8%) con el PK, pero disminuye paulatinamente a medida que se incrementan las dosis de nitrógeno, alcanzándose la mínima producción en PKN3 y PKN4 donde descendió un 78,8% respecto a PK.

TABLA 12

Efecto de las dosis de fertilizante, forma de aporte y lugar sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹ gramíneas, leguminosas y 'otras') (Ensayos 6, 7 y 8).

Effect of fertilizer dose and its fractionation, and site on botanical composition (kg DM ha⁻¹ grasses, legumes and weeds) (Trials 6, 7, 8).

	Prod. Gram.	Prod. Legum.	Prod. 'Otras'
Dosis de fertilizante (n = 72)			
T	3 817e	1 151b	2 038 ^a
PK	4 574d	1 771a	1 777b
PKN₁	6 290c	878c	1 993ab
PKN₂	7 085b	624dc	1 859ab
PKN₃	7 947 ^a	415de	1 766b
PKN₄	8 078 ^a	334c	1 962ab
sig.	**	**	*
e.e.d.	226	98	115
Aporte (n = 216)			
Único	6 332	835	1 662b
Fraccionado	6 358	901	2 133a
sig.	Ns	ns	0,01
e.e.d.	130	57	66
Lugar (n = 144)			
Beberino	4 629c	1 033a	2 894a
Castillo	6 587b	1 014a	1 369b
Villasecino	7 680 ^a	556b	1 429b
sig.	**	**	**
e.e.d.	160	70	81

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Por el contrario, la producción total de 'otras' desciende porcentualmente menos (12,7%) y significativamente con el PK. No se establecen diferencias entre las dosis de nitrógeno y sólo se aprecian diferencias significativas entre el testigo, sin abonar, y PKN3 (producción mínima), donde perdió un 13,3%.

En la citada tabla se observa, claramente, que para la producción total de gramíneas y de leguminosas no existen, en conjunto, diferencias significativas entre aportar el nitrógeno de una vez o fraccionarlo; por el contrario en la producción total de 'otras' se aprecian diferencias que alcanza un valor mayor al fraccionar.

También se observa que el lugar o emplazamiento del ensayo tiene importancia, ya que se muestran diferencias significativas en los distintos grupos de plantas. Las

características de la composición botánica, al inicio de los ensayos, como ya se reflejó en la Tabla 6, son importantes para el desarrollo posterior de la experiencia de campo.

En las gramíneas, el ensayo n° 8 (Villasecino) fue el más productivo y el n° 6 (Beberino) el menos. Por el contrario, la producción total de leguminosas muestra, como es lógico, un camino inverso al anterior, ya que ahora el n° 8 fue el menos productivo y el 6° y 7° (El Castillo) los más favorecidos. La producción total de 'otras plantas' sigue una tendencia similar a las leguminosas, aunque más marcada y con cifras superiores, esto es, disminución significativa al pasar del ensayo n° 6 al 7 y 8.

Dado que el ensayo n° 8 (Villasecino), tiene una parte diferente a los ensayos n° 6 y 7; en la Tabla 13 se muestran los resultados de los análisis de varianza y el porcentaje de variación explicada de los factores principales que intervienen en el mismo.

Nuevamente encontramos que en la producción de gramíneas y 'otras' es el corte el que explica el mayor porcentaje de variación (78% y 11%, respectivamente), mientras que en la producción de leguminosas son las dosis de fertilizante las que tienen la mayor influencia (49%).

TABLA 13

Características de los análisis de varianza y porcentaje de variación explicado por cada uno de los parámetros. (Ensayo 8).

Analysis of variance and percentage of variance explained for each parameter (Trial 8).

	Prod. Gramíneas	Prod. Leguminosas	Prod. Otras
F_{ANOVA}	***	***	***
R²	0,86	0,51	0,21
Corte	*** 78	*** 3	*** 11
Tipo de fertilizante	ns	ns	* 0,3
Dosis	*** 8	*** 49	*** 4
Corte*Tipo	*** 5	*2	ns
Dosis*Tipo	ns	ns	** 5

*** Significación al 99,9%; ** Significación al 99%;

• Significación al 95%; ns no significativo.

En la Tabla 14 se expone el efecto del tipo de fertilizante (nitrato amónico, sulfato amónico y nitrato sódico) y de las dosis de fertilizante sobre la producción media total (kg MS ha⁻¹) de las tres fracciones. En dicha tabla se aprecia que el tipo de fertilizante no afecta a las producciones de gramíneas y de leguminosas y que sólo existen diferencias significativas entre los tres fertilizantes al considerar la producción total de 'otras', siendo ésta menor con el sulfato amónico.

TABLA 14

Efecto del tipo y dosis de fertilizante sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹ de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas') (Ensayo 8).

Effect of dose and type of fertilizer on botanical composition (kg DM ha⁻¹ grasses, legumes and weeds) (Trial 8).

	Prod. Gramíneas	Prod. Leguminosas	Prod. Otras
Tipo de fertilizante (n = 72)			
Nitrato amónico	7 708	528	1 413a
Sulfato amónico	7 964	494	1 207b
Nitrato sódico	7 952	481	1 442a
sig.	ns	ns	*
e.e.d.	238	70	103
Dosis (n = 36)			
T	5 305c	1 099a	1 535ab
PK	5 796c	1 012a	1 613a
PKN₁	7 835b	432b	1 497abc
PKN₂	8 700b	278b	1 142bc
PKN₃	9 657a	100c	1 235abc
PKN₄	9 955a	86c	1 100c
sig.	**	**	**
e.e.d.	337	81	145

Letras distintas, dentro de cada columna, indican diferencias significativas.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

En cuanto a los rendimientos totales, analizados en conjunto como medias de los tres fertilizantes, se observa que la producción de gramíneas se incrementa desde el 42,7% (PKN1 y PKN2) hasta el 69,2% (PKN3 y PKN4) sobre el PK. Por el contrario, la producción de leguminosas disminuye desde el 69,4% con PKN1 y PKN2 hasta casi desaparecer con las dosis más elevadas (disminución del 90,8%). La producción de 'otras', tiene un comportamiento más irregular con el nitrógeno y disminuye de forma significativa en PKN2 y PKN4 que fueron las producciones más bajas, en las que los rendimientos disminuyeron un 30,5% de media respecto al PK.

Resumen de los tres ensayos

Como resultado de los tres ensayos anteriores se puede afirmar que con la fertilización fosfopotásica, se origina un incremento medio (19,8%) en la producción total de gramíneas, elevado (53,8%) en las leguminosas y un descenso moderado (12,8%) en las 'otras'. Cuando al abonado de fondo (PK) se añaden dosis crecientes de

fertilizantes nitrogenados (independientemente de la forma de aporte), se ocasiona un incremento importante en la producción total de gramíneas (principal componente del rendimiento total), que alcanza su máximo con PKN3 y se estabiliza con PKN4 (incremento medio del 72,1%); por el contrario, las leguminosas disminuyen de forma drástica con estas mismas dosis (descensos medios del 84,7%). Por su parte, las 'otras' (grupo botánico muy heterogéneo), mantienen un comportamiento más irregular sin grandes variaciones o con tendencia a disminuir con algunas dosis (30,5% con PKN2 y PKN4 en ensayo n° 8).

El modo de aporte del nitrógeno (de una vez o fraccionado) no afecta de forma significativa a la producción total de gramíneas y de leguminosas, sin embargo en éstas se produce un ligero incremento (7,9%) que no es suficiente para denotar significación. En cambio, las 'otras plantas', se ven afectadas, aumentando de forma significativa al fraccionar el nitrógeno (28,3%).

El efecto del corte es muy importante y significativo como ha quedado patente en los análisis de la varianza. Al estudiar los datos medios de los tres ensayos se obtiene que las gramíneas es el grupo más estacional ya que un 79% de su producción se cosecha en Junio y el 21% restante en el corte de Setiembre. Las leguminosas son algo menos estacionales, ya que el 63% de la producción se obtiene en el primer corte y el 37% en el segundo. El grupo de 'otras plantas', se distribuye casi por igual en los dos aprovechamientos: 51% de la producción en Junio y el 49% en Setiembre.

Efecto de la fertilización NPK, frecuencia de siega y fraccionamiento del nitrógeno

Ensayo n° 9 (Las Salas)

Es el de mayor duración y se estudian las variaciones de la composición botánica expresada en forma de producción (kg MS ha⁻¹), en función de los diferentes tratamientos de fertilización NPK.

Primeramente se expone la producción total (como suma de los diferentes aprovechamientos) de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas' de los 22 tratamientos con dos frecuencias de siega: dos y tres cortes (Tabla 15) y de los 12 tratamientos considerados en tres cortes, cuando se fracciona el nitrógeno (Tabla 16); con ambas tablas, se hace una descripción general que sirve de introducción al estudio más detallado que se efectúa con posterioridad.

A partir de la Tabla 17 hasta la 37, se hace un análisis detallado de la influencia de cada fertilizantes simple (N, P, K), en combinaciones binarias (NP, NK, PK) y ternarias (NPK), así como de la frecuencia de corte y fraccionamiento del nitrógeno sobre la producción botánica. Estas tablas constan de dos secciones: en la superior se hace un análisis estadístico en cada corte, comparando las diferentes dosis del elemento o combinación estudiada respecto al testigo. Se señala el grado de significación del análisis de la varianza y el error estándar de la diferencia (e.e.d.) para dicha significación. En la sección inferior se hace el mismo tipo de análisis para las producciones totales (suma de las producciones de gramíneas, leguminosas y otras de los diferentes cortes), añadiendo una comparación entre dos y tres cortes para cada nivel de fertilización, en el que se incluyen el nivel de significación entre ambos y los valores del error estándar de la diferencia.

En los tratamientos que llevan nitrógeno (N, NP, NK, NPK), se añaden en las tablas correspondientes (en ambas secciones), los rendimientos obtenidos al fraccionar el nitrógeno con tres cortes.

Este ensayo de Las Salas, iniciado en el año 1978 y que continuará, previsiblemente, hasta el 2007 es la primera vez que se publica de forma íntegra, ya que con anterioridad sólo se habían editado algunos estudios parciales que abarcaban un número reducido de años (Bochi, 2001; Calleja *et al.*, 1980, 1981; García *et al.*, 1990, 2003; Pérez, 1986, 1991; Pérez *et al.*, 1994; Rodríguez, 1994; Rodríguez *et al.*, 1981, 1996, 2001).

Análisis general de la producción botánica

En la Tabla 15 se presentan los efectos de la fertilización mineral y dos sistemas de aprovechamiento (dos vs. tres cortes), considerando la fertilización de una forma individualizada en cada parcela y valores medios de 10 años. En la Tabla 16 se considera el fraccionamiento del nitrógeno (70 % a la salida del invierno, con el resto de fertilizantes y el 30 % tras el primer corte) en un sistema que incluye tres cortes al año y medias de seis años.

Dos cortes

Producción total de gramíneas. La mayor se consigue con N3P3K3 (10.778 kg) no existiendo diferencias con N3P3K0 (9 499 kg), N2P2K0 (9 039 kg) y N1P1K1 (8 482 kg). Los valores más bajos se localizan en el testigo (2 729 kg) y en los tratamientos que llevan sólo potasio, que apenas superan los 4 000 kg MS ha⁻¹.

Producción total de leguminosas. Se ve muy favorecida por los tratamientos N0P2K2 (2 708 kg) y N0P1K1 (2 079 kg) y en menor medida en N0P3K3 (1 863 kg) y N0P1K0 (1 653 kg); sin embargo, son extraordinariamente bajas (<200 kg ha⁻¹) en N3P3K3, N3P0K3, N3P3K0 y N3P0K0. Hay que señalar que los tratamientos fosfóricos,

potásicos o fosfopotásicos superan la producción del testigo (951 kg) y el buen comportamiento de N1P1K1 (1497 kg). Asimismo se observa que las dosis más bajas de los tratamientos nitrogenados, nitrofosfóricos, nitropotásicos y nitrofosfopotásicos, mantienen cierta producción de leguminosas, pero descienden, en valor numérico, al aumentar los niveles de dicha fertilización.

TABLA 15

Efecto de las dosis de NPK y del sistema de aprovechamiento (dos cortes vs tres cortes) sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹).

Effect of dose and number of cuts (two vs three cuts) on botanical composition (kg DM ha⁻¹).

	NPK DOS CORTES			TRES CORTES			MDS (2)		
	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
N0P0K0	2 627	951	2 894	3 879	1 051	2 252	1 069	290	420
N1P0K0	6 287	866	2 555	5 830	813	2 179	1 415	303	950
N2P0K0	6 404	340	2 748	5 019	429	2 985	1 395	242	845
N3P0K0	6 366	192	2 656	5 696	286	2 024	1 655	276	709
N0P1K0	5 990	1 653	2 145	5 176	1 508	2 575	810	924	933
N0P2K0	6 338	1 502	2 430	6 646	1 547	2 233	1 234	506	776
N0P3K0	7 380	1 411	1 816	7 283	1 632	1 865	1 918	1 015	497
N0P0K1	4 181	1 172	2 650	5 018	1 145	2 532	1 233	579	954
N0P0K2	4 564	1 050	2 550	4 654	865	2 597	1 266	578	881
N0P0K3	4 318	1 331	2 506	4 205	1 455	2 161	1 451	699	725
N1P1K0	7 798	919	2 378	7 672	859	2 510	1 558	547	986
N2P2K0	9 039	102	2 495	7 492	258	4 011	2 145	240	1 122
N3P3K0	9 499	195	2 121	9 438	151	1 672	1 845	233	893
N1P0K1	6 344	800	2 435	6 054	644	2 342	1 018	327	987
N2P0K2	6 954	285	2 390	4 725	436	3 371	1 636	149	851
N3P0K3	7 622	195	3 073	6 714	824	3 021	1 842	277	709
N0P1K1	6 353	2 079	1 779	6 540	2 337	2 110	1 168	1 221	960
N0P2K2	6 265	2 708	2 205	6 338	2 390	2 283	1 365	1 042	687
N0P3K3	6 424	1 863	1 740	6 926	2 960	2 069	2 113	1 090	668
N1P1K1	8 482	1 497	1 766	8 426	1 600	1 675	1 541	905	747
N2P2K2	8 111	765	2 255	9 591	854	1 871	1 824	625	880
N3P3K3	10 778	111	1 812	10 368	434	1 919	1 667	234	824
MDS (1)	1 794	589	854	1 048	619	680			

N0, N1, N2 y N3 = 0, 60, 120 y 180 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

P0, P1, P2 y P3 = 0, 80, 160 y 240 kg P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹.

K0, K1, K2 y K3 = 0, 60, 120 y 180 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

MDS: mínima diferencia significativa (p < 0,05); (1) entre columnas; (2) entre filas y para cada grupo de plantas.

Producción total de 'otras'. La cuantía más baja, $\leq 1\ 816$ kg y sin diferencias entre parcelas, se localiza en N0P3K3, N0P1K1, N0P3K3, N1P1K1 y N3P3K3 que coinciden con tratamientos que presentan una buena producción de gramíneas y elevada de leguminosa, excepto N3P3K3 que tiene baja producción de leguminosas. Por el contrario la producción más elevada se localiza en la parcela sin fertilización (2 894 kg) y en N3P0K3 (3 037 kg) siendo el único tratamiento que superó numéricamente el valor del testigo.

Tres cortes

Producción total de gramíneas. De nuevo las máximas se alcanza con N3P3K3 (10 368 kg), N2P2K2 (9 591 kg) y N3P3K0 (9 438 kg). Por el contrario, las más bajas corresponden al testigo (3 879 kg), N0P0K3 (4 205 kg), N0P0K2 (4 654 kg) y N2P0K2 (4 725 kg) y sin encontrar diferencias entre las mismas.

Producción total de leguminosas. Hay que destacar el extraordinario rendimiento alcanzado por las combinaciones fosfopotásicas, con una media de 2 562 kg MS ha⁻¹, de igual manera, como en dos cortes, sobresale el elevado rendimiento alcanzado por N1P1K1 (1 600 kg) ya que a pesar de llevar nitrógeno, se encuentra al mismo nivel que los fertilizantes fosfatados. Las medias numéricas más bajas se sitúan en N3P3K0 (151 kg), N2P2 (258 kg) y N3 (286 kg), sin embargo no hay diferencias entre las parcelas con valores inferiores a la parcela testigo.

Producción total de 'otras'. Los valores absolutos menores se sitúan en N3P3K0 y N1P1K1 (1 674 kg) pero no se encuentran diferencias entre las parcelas por debajo de 2 597 kg ha⁻¹. Por el contrario los valores más elevados se sitúan en N2P2K0 y N2P0K2 con medias de 3 691 kg ha⁻¹.

Comparación dos-tres cortes

Al aumentar la frecuencia de siega de dos a tres aprovechamientos se aprecia en el testigo un incremento sustancial de la producción de gramíneas (47,7%), de las leguminosas (10,5%, sin alcanzar la significación) y una disminución de la producción de otras en un 22,2%. En el mismo período la producción total de MS ha⁻¹ creció un 11%.

Producción total de gramíneas. Desciende, de forma global, con la fertilización que incluye el nitrógeno (N, NK y NP) y especialmente en las parcelas N2P0K0 y N2P2K2 (21,6% y 32,1%); la parcela N0P1K0 también muestra un descenso significativo (13,6%). Con fertilización fosfopotásica y potásica se incrementa la importancia de este grupo pero sin que las diferencias alcancen significación.

Producción total de leguminosas. Es el grupo botánico que presenta mayor número de parcelas con incrementos significativos con el paso a un sistema de aprovechamiento de tres cortes anuales; encontrándose en ubicadas con fertilizantes binarios y ternarios que incluyen potasio; destacan: N0P3K3 (con un aumento del 58,9% a pesar de partir de

una elevada cantidad de leguminosas en el sistema de dos cortes) y N2P0K2, N3P0K3 y N3P3K3 con incrementos de 53; 322 y 291%.

Producción total de 'otras'. Muestra el comportamiento más irregular, dependiendo de la dosis, en el mismo tipo de fertilización. Únicamente la nitrofosfórica (N2P2K0) presenta un incremento del 60,8% al pasar a tres cortes anuales; en el resto de tratamientos las variaciones no alcanzan la entidad suficiente para ser significativas.

Tres cortes N fraccionado (Tabla 16)

Producción total de gramíneas. Al fraccionar el nitrógeno, la producción máxima se alcanza con las tres dosis de fertilizantes ternarios, con las binarias nitrofosfóricas (N2P2 y N3P3) y con la nitropotásica N3K3; esta última es capaz de dar elevadas producciones de gramíneas, hecho que no había ocurrido en dos y tres cortes. La producción media de las seis parcelas es de 8 157 kg ha⁻¹.

TABLA 16

Efecto del NPK y de la forma de aporte del N (único vs. fraccionado) sobre la composición botánica (kg MS ha⁻¹) en un sistema de tres cortes anuales.

Effect of NPK dose and N fractionation on botanical composition in a three cuts per year system (kg DM ha⁻¹).

	ÚNICO			FRACCIONADO			MDS (2)		
	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS	GRAM.	LEG.	OTRAS
N0P0K0	3 879	1 051	2 252	3 505	423	2 353	951	312	614
N1P0K0	5 830	813	2 179	5 966	339	2 522	1 453	138	1 049
N2P0K0	5 019	429	2 985	5 959	343	2 563	1 462	243	813
N3P0K0	5 696	286	2 024	5 239	89	2 617	1 439	110	1 292
N1P1K0	7 672	859	2 510	6 318	691	4 395	1 538	671	1 496
N2P2K0	7 492	258	4 011	7 182	601	4 138	1 689	292	1 016
N3P3K0	9 438	151	1 672	8 741	92	2 521	1 349	96	872
N1P0K1	6 054	644	2 342	6 517	427	2 307	1 180	215	933
N2P0K2	4 725	436	3 371	5 380	278	3 320	1 354	186	936
N3P0K3	6 714	824	3 021	8 165	444	3 362	2 374	335	481
N1P1K1	8 426	1 600	1 675	8 230	1 086	3 069	1 225	716	1 024
N2P2K2	9 591	854	1 871	7 993	861	2 865	1 096	724	1 045
N3P3K3	10 368	434	1 919	8 630	723	3 875	1 593	279	999
MDS (1)	1 048	619	680	1 500	371	1 212			

N0, N1, N2 y N3 = 0, 60, 120 y 180 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

P0, P1, P2 y P3 = 0, 80, 160 y 240 kg P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹.

K0, K1, K2 y K3 = 0, 60, 120 y 180 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

MDS: mínima diferencia significativa (p < 0,05); (1) entre columnas; (2) entre filas y para cada grupo de plantas.

Por el contrario los rendimientos más bajos (sin diferencias entre parcelas) se localizan con el abonado nitrogenado (N3P0K0) y nitropotásico (N2P0K2).

Producción total de leguminosas. Destacan los tratamientos nitrofosfopotásicos que en los niveles medios y altos muestran unas producciones aceptables de leguminosas (974 kg) a pesar de la presencia del de nitrógeno.

Producción total de 'otras'. Todas se sitúan numéricamente, por encima del testigo (2 353 kg); Hay que destacar que la fertilización nitrofosfórica desarrolla en este sistema una elevada producción de 'otras', sobre todo con las dosis baja y media que superan los 4 000 kg MS ha⁻¹.

Comparación tres cortes-tres cortes N fraccionado

Producción total de gramíneas. Aumentan globalmente con la fertilización nitrogenada y nitropotásica sin que las diferencias alcancen el nivel de significación requerido ($p < 0,05$). Por el contrario disminuyen con la nitrofosfóricas y más con las nitrofosfopotásicas (sobre todo en las dosis media y alta que pierden un 16,7%).

Producción total de leguminosas. Es el grupo más perjudicado pues disminuyen, en general, al fraccionar el nitrógeno. Las pérdidas más importantes se originan cuando el nitrógeno se aporta solo (N1P0K0 el 58,3% y N3P0K0 el 68,9%) o en combinación con el potasio (N1P0K1 con descensos del 33,7% y N3P0K3 con el 46,1%). Sólo se producen aumentos significativos en N2P2K0 (132,9%), y en N3P3K3 (66,6%), aunque sobre valores de partida (tres cortes) muy reducidos.

Producción total de 'otras'. El fraccionamiento ocasiona, de forma general, un aumento de estas especies en todos los tratamientos, destacando en los nitrofosfopotásicos (N1P1K1 y N3P3K3 con el 83,2 y 101,9% respectivamente) y los nitrofosfóricos: N1P1K0 (75,1%) y N3P3K0 (50,8%).

Análisis detallado de la composición botánica

Las diferentes posibilidades de fertilización NPK se presentan de acuerdo con la agrupación de los fertilizantes: individuales (nitrógeno, fósforo y potasio), binarias (nitrofosfórica, nitropotásica y fosfopotásica) y ternarias (nitrofosfopotásica).

NITRÓGENO

Además de las parcelas testigos se incluyen aquellas que reciben únicamente el nitrógeno como fertilizante.

Gramíneas

Según se aprecia en la Tabla 17 se producen, en los diferentes sistemas de explotación y cortes, incrementos significativos en la producción de gramíneas con la dosis de nitrógeno aunque, generalmente, sólo se establece significación con relación al testigo.

Producción total en el sistema de aprovechamiento con dos cortes (suma de junio y de septiembre). Se origina un aumento de la producción de gramíneas respecto al testigo, pero no entre los diferentes niveles de nitrógeno; el valor medio alcanzado es de 6 369 kg, lo que supone un incremento del 133,4%.

TABLA 17

Efecto del nitrógeno (aplicación única o fraccionada) y del número de siegas sobre la producción media gramíneas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen and number of harvests on average yield of grasses (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE N kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig	e.e.d.
	0	60	120	180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	2 315b	5 092a	5 384 ^a	5 213a	**	557
Septiembre	414b	1 199a	1 008 ^a	1 211a	**	205
TRES CORTES (3C)						
Junio	2 675b	4 129a	3 626ab	3 739ab	**	414
Julio	595a	741ab	818ab	1 007a	**	110
Septiembre	646ab	908a	591b	943a	**	105
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	2 211b	3 637a	3 655 ^a	3 076ab	*	578
Julio	515b	1 038a	943 ^a	966a	*	189
Septiembre	717b	1 195a	1 172 ^a	1 109a	*	155
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^B 2 729b	6 292a	^A 6 392a	6 424a	**	768
Total (3C)	^A 3 916b	5 778a	^B 5 035ab	5 689a	**	533
Total (3CF)	^A 3 443b	5 870a	^{AB} 5 770a	5 155ab	**	682
sig.	*	ns	*	ns		
e.e.d.	519	701	669	793		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con tres cortes (suma de junio, julio y septiembre). Sólo se establecen diferencias significativas entre el testigo y las dosis de 60 y 180 kg N que fueron las más productivas; el valor medio fue de 5 434 kg, lo que supone un incremento de un 46,4% respecto al testigo sin abonar.

Producción total con tres cortes y con N fraccionado (suma de junio, julio y septiembre). Se establecen diferencias con 60 y 120 kg N respecto al testigo; la media de ambas dosis es de 5 820 kg que suponen un incremento sobre las parcelas sin fertilizante del 69%.

Comparación entre los tres sistemas. Se establecen diferencias significativas en la producción total anual con la dosis de 120 kg N, entre el sistema de dos cortes (6 392 kg) y el de tres cortes (5 035 kg); en este caso, el descenso de la producción fue del 21,2% al incrementarse la frecuencia de siega. La parcela testigo mantiene una producción menor en el sistema de dos cortes al año.

Leguminosas

Producción total. Según se aprecia en la Tabla 18, en los tres sistemas de explotación se origina una disminución significativa en la producción de leguminosas al aumentar las dosis de nitrógeno; los tres sistemas siguen la misma pauta, estableciéndose diferencias entre el testigo y las dosis media y alta de nitrógeno, o bien, entre la dosis baja (60 kg N) y las otras dos (120 y 180 kg N).

Comparación entre los tres sistemas. Se establecen diferencias con 60 kg de N; en esta dosis la producción disminuye con el fraccionamiento del nitrógeno hasta 324 kg y un descenso medio del 60,6%. En la parcela testigo el comportamiento es similar, con unos valores más reducidos con fraccionamiento, media de 999 kg y disminución del 58,8%.

TABLA 18

Efecto del nitrógeno (aplicación única o fraccionada) y del número de siegas sobre la producción media de leguminosas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen and number of harvests on average yield of legumes (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE N kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig	e.e.d.
	0	60	120	180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	554a	426ab	184b	159b	**	97
Septiembre	378a	431a	152b	37b	**	69
TRES CORTES (3C)						
Junio	405a	334b	202bc	82c	**	59
Julio	361a	268a	118b	113b	**	42
Septiembre	299a	189b	110cb	87c	**	33
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	165a	124ab	117ab	30b	**	40
Julio	152a	111ab	107ab	29b	**	32
Septiembre	95a	89a	99a	28b	*	23
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^A 932a	^A 857a	336b	196b	**	157
Total (3C)	^A 1 065a	^A 791a	430b	282b	**	101
Total (3CF)	^B 412a	^B 324a	323b	87b	**	62
sig.	**	**	ns	ns		
e.e.d.	130	135	108	121		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

'Otras plantas'

La producción de 'otras plantas' (Tabla 19) sigue una tendencia más irregular y menos clara que en los grupos anteriores, las diferencias carecen de significación en determinados cortes, especialmente en septiembre y al fraccionar el nitrógeno.

Producción total con dos cortes. Disminuye ligeramente y sin llegar a ser significativa con las dosis de nitrógeno respecto al testigo.

Producción total con tres cortes. En este sistema sólo se establecen diferencias significativas entre las dosis 120 kg N y 180 kg N (descenso del 31,61 %), sin que existan con el resto de los tratamientos.

Producción total con tres cortes y N fraccionado. En este caso los valores absolutos, en todos los tratamientos, se sitúan por encima del testigo pero las diferencias no son significativas.

Comparación entre los tres sistemas. No se aprecian diferencias entre ellos y únicamente, en el caso de las parcelas sin fertilizar, los valores son superiores en el sistema de dos cortes anuales.

TABLA 19

Efecto del nitrógeno (aplicación única o fraccionada) y del número de siegas sobre la producción media de 'otras plantas' (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen and number of harvests on average yield of weeds (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE N kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60	120	180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	1 621 ^a	1 222b	1 364ab	1 278b	*	144
Septiembre	1 191	1 338	1 399	1 316	ns	323
TRES CORTES (3C)						
Junio	978ab	1 090ab	1 323a	849b	*	188
Julio	718ab	681b	1 064a	667b	**	130
Septiembre	556	437	554	496	ns	103
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	905	894	896	818	ns	250
Julio	737	923	884	977	ns	276
Septiembre	580	671	622	840	ns	138
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^A 2 812	2 560	2 763	2 594	ns	399
Total (3C)	^B 2 252ab	2 208ab	2 941a	2 012b	**	306
Total (3CF)	^B 2 222	2 488	2 402	2 635	ns	635
sig.	*	ns	ns	ns		
e.e.d.	238	461	423	536		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

FÓSFORO

Gramíneas

Según se aprecia en la Tabla 20, los tratamientos con fósforo muestran, en todos los cortes, incrementos en la producción con las dosis de este elemento.

Producción total con dos cortes. Se origina un aumento con los niveles de fósforo, aunque sólo se establecen diferencias respecto al testigo; no hay un efecto atribuible a las dosis; la producción media es de 6 590 kg y se corresponde con un incremento del 141,5% con relación a las parcelas sin abonar.

Producción total con tres cortes. De nuevo aumentan las gramíneas, aunque sólo las dosis intermedia y alta (160 y 240 kg de P_2O_5 con una producción de 6.930 kg) difieren del testigo.

Comparación entre dos-tres cortes. En la Tabla 20 se aprecia que, sólo se producen diferencias con 80 kg de P_2O_5 y una disminución de un 15,7% al intensificar los aprovechamientos.

TABLA 20
Efecto del fósforo y del número de siegas sobre la producción media de gramíneas
(kg MS ha⁻¹).

Effect of phosphorus and number of harvests on average yield of grasses (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE P kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	80	160	240		
DOS CORTES (2C)						
Junio	2 315b	4 812a	4 978a	5 811a	**	578
Septiembre	414c	1 160b	1 383ab	1 626a	**	125
TRES CORTES (3C)						
Junio	2 675c	3 560bc	4 465ab	4 990a	**	398
Julio	595c	704bc	976ab	1 020a	**	109
Septiembre	646b	772b	1 222a	1 187a	**	98
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	2 729b	5 972a	6 361a	7 437a	**	825
Total (3C)	3 916b	5 036b	6 663a	7 197a	**	440
sig.	*	*	ns	ns		
e.e.d.	494	516	570	886		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Leguminosas

Se origina un incremento con el fósforo (Tabla 21), que sólo resulta significativo con dos cortes (aprovechamiento de Setiembre y en la producción total).

TABLA 21

Efecto del fósforo y del número de siegas sobre la producción media de leguminosas (kg MS ha⁻¹).

Effect of phosphorus and number of harvests on average yield of legumes (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE P kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	80	160	240		
DOS CORTES (2C)						
Junio	554	887	690	647	ns	169
Septiembre	378b	785a	803a	742ab	*	179
TRES CORTES (3C)						
Junio	405	611	658	599	ns	136
Julio	361	513	514	581	ns	129
Septiembre	299	394	368	541	ns	127
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	932b	1 672a	1 493ab	1 389ab	*	351
Total (3C)	1 065	1 518	1 540	1 721	ns	338
sig.	ns	ns	ns	ns		
e.e.d.	134	427	233	469		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

* Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con dos cortes. Se establecen diferencias significativas entre el testigo y 80 kg de P₂O₅, con un incremento de un 79,4% (1 672 kg).

Producción total con tres cortes. También se produce un aumento de las leguminosas con la dosis de fósforo, pero no resulta significativo; el valor medio de las tres dosis es de 1 593 kg (49,6% de incremento respecto al testigo).

Comparación entre dos-tres cortes. No se establecen diferencias significativas entre ambos sistemas de explotación del prado, ni siquiera con la dosis más alta de fósforo que aumenta la producción de leguminosas en un 23,9%.

'Otras plantas'

Como en la fertilización nitrogenada este grupo botánico tiene un comportamiento más irregular que los demás (Tabla 22), las variaciones mayores se realizan en los cortes de junio, sistema de dos siegas, y de julio en el de tres.

Producción total con dos cortes. La producción total de 'otras' disminuye con el abonado fosfórico, estableciéndose diferencias significativas entre el testigo (2 812 kg) y la dosis más alta de P₂O₅, con un 37% de disminución.

Producción total con tres cortes. Sólo la dosis de 240 kg P₂O₅ (1 880 kg) resultó inferior al testigo (2 252 kg) aunque de forma no significativa.

Comparación entre dos-tres cortes. Aparte del testigo, no se aprecian diferencias significativas entre ambos sistemas.

TABLA 22

Efecto del fósforo y del número de siegas sobre la producción media de 'otras plantas'
(kg MS ha⁻¹).

Effect of phosphorus and number of harvests on average yield of weeds (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE P kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	80	160	240		
DOS CORTES (2C)						
Junio	1 621a	1 076ab	1 218ab	881b	**	198
Septiembre	1 191	1 064	1 198	901	ns	188
TRES CORTES (3C)						
Junio	978	1 160	925	765	ns	208
Julio	718ab	775a	625ab	500b	*	106
Septiembre	556	640	716	615	ns	103
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	2 812a	2 140ab	2 416ab	1 782b	**	356
Total (3C)	2 252	2 575	2 262	1 880	ns	284
sig.	*	ns	ns	ns		
e.e.d.	194	431	358	230		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

POTASIO

En las Tablas 23, 24 y 25 se exponen los rendimientos medios de gramíneas, leguminosas y otras plantas en función de la fertilización potásica y del sistema de aprovechamiento (dos vs. tres cortes).

Gramíneas

Producción total con dos cortes. Se produce un incremento con la fertilización potásica, aunque con cifras inferiores a las conseguidas con la fosfórica. Sólo se establecen diferencias significativas respecto al testigo. La máxima producción se alcanza con 120 kg K₂O (67% de incremento respecto al testigo).

Producción total con tres cortes. También provoca un incremento significativo con el abonado potásico, estableciéndose únicamente diferencias entre 60 kg K₂O y las parcelas sin abonar (incremento del 28%).

Comparación entre dos-tres cortes. Aparte de las parcelas sin fertilizar, no se aprecian diferencias significativas entre ambos sistemas de explotación.

TABLA 23

**Efecto del potasio y del número de siegas sobre la producción media de gramíneas
(kg MS ha⁻¹).**

Effect of potassium and number of harvests on average yield of grasses (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE K kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60	120	180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	2 315b	3 384a	3 700a	3 745a	*	524
Septiembre	414b	796a	844a	647ab	*	173
TRES CORTES (3C)						
Junio	2 675b	3 484a	3 185ab	2 983ab	*	359
Julio	595	665	687	587	ns	85
Septiembre	646	870	776	635	ns	86
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	2 729b	4 180a	4 544a	4 392a	*	731
Total (3C)	3 916b	5 019a	4 648ab	4 205ab	*	437
sig.	*	ns	ns	ns		
e.e.d.	497	573	589	675		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

* Significación al 95%; ns no significativo.

Leguminosas

Producción total con dos cortes. Se ocasiona un ligero aumento de las leguminosas, aunque no significativo, con las dosis de potasio.

Producción total con tres cortes. Solamente se producen diferencias significativas entre la dosis media y alta de potasio, que se corresponde con las producciones totales más alta y baja de leguminosas.

Comparación entre dos-tres cortes. No se aprecian diferencias entre ambos sistemas.

'Otras plantas'

En ningún aprovechamiento, ni en la producción total, ni al realizar comparaciones entre las dos forma de aprovechamiento se obtienen diferencias suficientemente importantes en este grupo (Tabla 25).

TABLA 24

Efecto del potasio y del número de siegas sobre la producción media de leguminosas (kg MS ha⁻¹).

Effect of potassium and number of harvests on average yield of legumes (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE K kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60	120	180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	554	585	595	600	ns	106
Septiembre	378	624	482	742	ns	206
TRES CORTES (3C)						
Junio	405	406	332	477	ns	94
Julio	361ab	479ab	309b	565a	*	98
Septiembre	299ab	278ab	255b	458a	*	65
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	932	1 209	1 077	1 342	ns	287
Total (3C)	1 065ab	1 163ab	896b	1 500a	*	230
sig.	ns	ns	ns	ns		
e.e.d.	135	268	269	325		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

* Significación al 95%; ns no significativo.

TABLA 25

Efecto del potasio y del número de siegas sobre la producción media de 'otras plantas' (kg MS ha⁻¹).

Effect of potassium and number of harvests on average yield of weeds (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE K kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60	120	180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	1 621	1 490	1 545	1 193	ns	209
Septiembre	1 191	1 126	1 000	1 228	ns	250
TRES CORTES (3C)						
Junio	978	1 180	1 310	899	ns	216
Julio	718	768	760	740	ns	125
Septiembre	556	593	510	537	ns	92
TOTAL ANUAL						
Total(2C)	2 812	2 616	2 545	2 421	ns	369
Total(3C)	2 252	2 541	2 580	2 176	ns	346
sig.	*	Ns	ns	ns		
e.e.d.	196	444	410	337		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

* Significación al 95%; ns no significativo.

NITROFOSFÓRICOS

Gramíneas

Según se aprecia en la Tabla 26, en todos los cortes, la fertilización nitrofosfórica origina un incremento altamente significativo de las gramíneas.

TABLA 26

Efecto del nitrógeno-fósforo y del número de siegas sobre la producción media de gramíneas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-phosphorus and number of harvests on average yield of grasses (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NP kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-80	120-160	180-240		
DOS CORTES (2C)						
Junio	2 315b	6 316a	7 411 ^a	7 698a	**	697
Septiembre	414b	1 539a	1 704 ^a	1 955a	**	354
TRES CORTES (3C)						
Junio	2 675b	5 650a	5 557 ^a	6 656a	**	439
Julio	595b	956ab	973ab	1 463a	**	264
Septiembre	646b	980ab	873ab	1 360a	**	169
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	2 211b	4 548a	4 935 ^a	5 895a	**	652
Julio	515b	724ab	998ab	1 198a	**	180
Septiembre	717c	992bc	1 255ab	1 665a	**	156
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^B 2 729b	7 855a	9 115a	9 653a	**	1 004
Total (3C)	^A 3 916c	7 586b	7 403b	9 479a	**	563
Total (3CF)	^A 3 443c	6 264b	7 188ab	8 758a	**	707
sig.	*	ns	Ns	ns		
e.e.d.	519	803	976	842		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con dos cortes. En este sistema se presenta un incremento con la nitrofosfórica aunque solo respecto al testigo y sin diferencias entre las dosis. La producción alcanza un valor medio de 8.874 kg y un incremento de un 225,2% respecto a las parcelas sin fertilizante.

Producción total con tres cortes. También se origina un incremento significativo, estableciéndose en este caso, diferencias significativas entre el testigo y la dosis baja y media de NP y entre éstas y la dosis alta de NP, que fue la más productiva (142% de incremento sobre el testigo).

Producción total con tres cortes y con N fraccionado. Al fraccionar el nitrógeno se aprecia un incremento, aunque de menor intensidad que en tres cortes, estableciéndose

diferencias entre el testigo y el resto de los niveles de NP e incluso entre la dosis baja y alta. El máximo aumento se alcanza con 180-240 kg NP (154% sobre las parcelas sin fertilizar).

Comparación entre los tres sistemas. Aunque las producciones, numéricamente más altas, se consiguen con dos cortes, seguidas de tres cortes y de tres cortes con nitrógeno fraccionado las diferencias no fueron suficientemente amplias para dar significación.

Leguminosas

Como contrapunto a lo que ocurre con las gramíneas, en todos los cortes se produce un descenso generalizado y significativo de la producción de leguminosas a medida que se incrementa el aporte nitrofosfórico (Tabla 27).

TABLA 27

Efecto del nitrógeno-fósforo y del número de siegas sobre la producción media de leguminosas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-phosphorus and number of harvests on average yield of legumes (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NP kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-80	120-160	180-240		
DOS CORTES (2C)						
Junio	554a	485a	41b	117b	**	75
Septiembre	378a	422a	54b	74b	**	57
TRES CORTES (3C)						
Junio	405a	363a	83b	32b	**	77
Julio	361a	278a	83b	53b	**	63
Septiembre	299a	249ab	90bc	61c	**	63
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	165ab	266a	266 ^a	39b	*	100
Julio	152b	275a	124cb	30c	**	39
Septiembre	95ab	149a	131 ^a	16b	**	30
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^A 932a	907a	^B 95b	191b	**	119
Total (3C)	^A 1 065a	890a	^{AB} 256b	146b	**	188
Total (3CF)	^B 412ab	690a	^A 521ab	85b	**	123
sig.	**	ns	*	ns		
e.e.d.	130	254	111	121		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con dos cortes. Se origina una disminución significativa de la producción de leguminosas con el NP, que alcanza su mínimo con las dosis media y alta en que casi llegan a desaparecer (95 y 191 kg respectivamente). Se establecen diferencias significativas entre estos tratamientos con el testigo y con la dosis baja de NP que mantiene una buena cantidad de leguminosas (907 kg).

Producción total con tres cortes. El comportamiento de estas plantas es similar al del sistema de explotación anterior, si bien con unos valores más elevados en las dosis más altas (256 y 146 kg).

Producción total con tres cortes y con N fraccionado. Al fraccionar el nitrógeno, las leguminosas tiende a desaparecer de forma más intensa que con dos y tres cortes, obteniéndose una cantidad mínima (85 kg) con 180-240 kg NP.

Comparación entre los tres sistemas. Sólo se aprecian diferencias significativas entre las tres formas de explotación cuando se utilizan 120-160 kg NP entre dos y tres cortes con nitrógeno fraccionado. Hay que constatar, que este comportamiento difiere al resto de dosis, ya que las leguminosas disminuyen con tres cortes y más aún al fraccionar el nitrógeno.

'Otras plantas'

Como en los otros tratamientos, la producción total de 'otras plantas' sigue un ritmo más irregular y poco claro en función de los tres sistemas de explotación (Tabla 28).

TABLA 28

Efecto del nitrógeno-fósforo y del número de siegas sobre la producción media de 'otras plantas' (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-phosphorus and number of harvests on average yield of weeds (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NP kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-80	120-160	180-240		
DOS CORTES (2C)						
Junio	1 621a	1 237ab	1 417ab	1 158b	*	208
Septiembre	1 191	1 099	1 010	814	ns	264
TRES CORTES (3C)						
Junio	978b	1 043b	2 148 ^a	654b	**	235
Julio	718ab	742ab	940a	501b	**	110
Septiembre	556	711	738	434	ns	123
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	905b	1 422ab	1 905a	1 006ab	**	290
Julio	737b	1 725a	1 176ab	812ab	**	315
Septiembre	580c	1 259a	1 044ab	659bc	**	148
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^A 2 812	^B 2 336	^B 2 427	1 972	ns	469
Total (3C)	^B 2 252b	^B 2 496b	^A 3 826a	1 589b	**	364
Total (3CF)	^B 2 222c	^A 4 406a	^A 4 125ab	2 477bc	**	632
sig.	*	**	**	ns		
e.e.d.	238	643	506	425		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con dos cortes. Se origina un descenso con el abonado NP y llega a bajar un 30% con 180-240 kg NP, pero las diferencias no alcanzan la significación.

Producción total con tres cortes. Se provoca un incremento significativo que alcanza un máximo con la dosis 120-160 kg NP (3 826 kg), mientras que el resto de tratamientos no difiere entre sí y presentan un valor medio de 2 112 kg.

Producción total con tres cortes y con N fraccionado. Al fraccionar el nitrógeno, se obtiene mayor cantidad de este grupo amplio de especies, sobre todo con las dosis baja y media de NP que alcanzan las mayores producciones (4 266 kg e incrementos del 192% sobre el testigo).

Comparación entre los tres sistemas. A excepción de la dosis alta de NP se producen diferencias significativas entre los tres sistemas apreciándose, en general, cómo al aumentar la frecuencia de siega o al fraccionar el nitrógeno, aumenta también la producción de 'otras plantas' de forma más clara con las dosis media y baja de NP. Los incrementos más acusados se originan en las dosis bajas de NP al pasar a tres cortes con nitrógeno fraccionado (media del 82,4%) y en la dosis media al pasar de dos a tres cortes (media del 63,8%).

NITROPOTÁSICOS

Gramíneas

Con la fertilización nitropotásica (Tabla 29) se aprecia, en general, un aumento de la producción de gramíneas, aunque a unos niveles inferiores respecto a la fertilización nitrofosfórica.

Producción total con dos cortes. Hay un aumento de la producción de gramíneas con la fertilización nitropotásica; sólo se establecen diferencias significativas respecto al testigo y sin que se aprecien entre las dosis. El valor medio alcanzado por este grupo de plantas es de 7 013 kg lo que representa un incremento del 157% sobre las parcelas sin fertilizante.

Producción total con tres cortes. También se origina un aumento significativo, aunque de forma menos clara que en dos cortes. Se establecen diferencias entre el testigo y las dosis extremas de NK, con una media de 6 337 kg e incremento del 61,8%.

Producción total con tres cortes y N fraccionado. Cuando se fracciona el nitrógeno, como en el caso de tres cortes, se crean diferencias significativas entre el testigo y las dosis baja y alta (7 374 kg, con incremento de 114%).

Comparación entre los tres sistemas. Se aprecian diferencias significativas entre los niveles medios y altos; con 120-120 kg NK y al pasar de dos a tres cortes desciende el grupo en un 31,5% y con 180-180 kg NK con el paso de tres cortes a tres cortes con fraccionamiento se incrementan en el 25%.

TABLA 29

Efecto del nitrógeno-potasio y del número de siegas sobre la producción media de gramíneas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-potassium and number of harvests on average yield of grasses (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-60	120-120	180-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	2 315b	5 258a	5 863a	6 129a	**	613
Septiembre	414c	1 057b	1 159ab	1 574a	*	209
TRES CORTES (3C)						
Junio	2 675b	4 347a	3 427ab	4 462a	**	367
Julio	595b	841ab	839ab	1 190a	**	151
Septiembre	646b	798ab	543b	1 036a	**	169
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	2 211b	3 585ab	3 244ab	5 162a	**	806
Julio	515b	1 243a	956ab	1 396a	**	206
Septiembre	717b	1 563a	1 121ab	1 799a	**	231
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^B 2 729b	6 315a	^A 7 022a	^{AB} 7 703a	**	795
Total (3C)	^A 3 916c	5 986ab	^B 4 809bc	^B 6 688a	**	540
Total (3CF)	^A 3 443c	6 391ab	^{AB} 5 321bc	^A 8 357a	**	944
sig.	*	ns	**	*		
e.e.d.	517	544	767	1 031		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Leguminosas

En general, como se aprecia en la Tabla 30, con el nitropotásico se origina una caída significativa del grupo al aumentar los niveles de NK (excepto en tres cortes con N fraccionado). Sin embargo, esta disminución es más atenuada que la originada por la fertilización NP.

Producción total con dos cortes. Las parcelas que reciben las dosis medias y altas de NK son las que más disminuyen, manifestándose diferencias significativas con respecto al testigo y a la dosis más baja; las producciones medias alcanzan los 231 kg y un descenso del 73,4%.

Producción total con tres cortes. La fertilización origina un descenso claro de las leguminosas; el valor medio alcanzado por las tres dosis es de 622 kg (descenso del 41,6% con respecto a la parcela testigo).

Producción total con tres cortes y N fraccionado. Evoluciona con los niveles NK de manera semejante al sistema de anterior; no obstante los valores numéricos son menores y las diferencias no alcanzan la significación.

TABLA 30

Efecto del nitrógeno-potasio y del número de siegas sobre la producción media de leguminosas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-potassium and number of harvests on average yield of legumes (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-60	120-120	180-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	554a	399a	128b	128b	**	72
Septiembre	378a	403a	145b	61b	**	62
TRES CORTES (3C)						
Junio	405a	237ab	159b	373a	**	71
Julio	361a	186b	150b	212b	**	50
Septiembre	299a	208ab	121b	219ab	**	46
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	165	124	98	134	ns	39
Julio	152ab	142ab	76b	184 ^a	*	37
Septiembre	95	122	104	115	ns	40
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^A 932a	^A 802a	273b	^B 189b	**	118
Total (3C)	^A 1065a	^{AB} 631bc	430c	^A 804b	**	130
Total (3CF)	^B 412	^B 388	278	^{AB} 433	ns	74
sig.	**	*	ns	**		
e.e.d.	130	144	74	130		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Comparación entre los tres sistemas. Se producen diferencias con las dosis baja y alta de NK. En el caso de 60-60 kg NK se establecen entre dos cortes y tres cortes con nitrógeno fraccionado, reduciéndose la producción en un 48,4%. Con respecto a la dosis 180-180 kg NK se establecen entre dos y tres cortes, incrementándose la producción un 325,4% con la mayor intensificación.

'Otras plantas'

Como en los tratamientos anteriores, este grupo botánico muestra un comportamiento irregular (Tabla 31); en la mayoría de los cortes se mantiene o se incrementa con las dosis intermedias y con las más elevadas (a excepción del de junio en dos cortes).

Producción total con dos cortes. Hay un descenso en las dosis baja y media respecto al testigo y una recuperación posterior en los niveles altos de NK; sin embargo las diferencias nunca han resultados significativas.

Producción total con tres cortes. Aumento del grupo 'otras plantas', sobre todo en la dosis media, que fue la más productiva: 3 340 kg y la única con valores netamente superiores a la parcela testigo.

TABLA 31

Efecto del nitrógeno-potasio y del número de siegas sobre la producción media de 'otras plantas' (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-potassium and number of harvests on average yield of weeds (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-60	120-120	180-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	1 621a	1 304ab	1 038b	1 497a	*	214
Septiembre	1 191	1 158	1 297	1 501	ns	241
TRES CORTES (3C)						
Junio	978b	1 150b	1 663a	1 224ab	**	169
Julio	718b	633b	1 109a	982ab	**	116
Septiembre	556	563	568	737	ns	104
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	905	944	1 218	1 128	ns	251
Julio	737b	735b	1 245a	1 028ab	*	200
Septiembre	580b	597b	849ab	1 028a	*	153
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	2 812	2 462	^B 2 335	2 998	ns	448
Total (3C)	2 252b	2 376b	^{AB} 3 340a	2 943ab	**	260
Total (3CF)	2 222b	2 276b	^A 3 312a	3 184ab	*	463
sig.	ns	ns	*	ns		
e.e.d.	517	483	145	327		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con tres cortes y N fraccionado. Encontramos un comportamiento semejante al del sistema de tres cortes, de nuevo la dosis 120-120 kg NK resultó la más eficiente para marcar diferencias con las parcelas sin fertilizar, 3 312 kg e incremento del 49%.

Comparación entre los tres sistemas. Sólo en la dosis 120-120 kg NK se presenta un incremento significativo entre dos y tres cortes con N fraccionado.

FOSFOPOTÁSICOS

Gramíneas

Como se aprecia en la Tabla 32, la fertilización fosfopotásica origina, en general, un aumento significativo y elevado en todos los cortes, pero con escasas diferencias entre los distintos niveles.

Producción total con dos cortes. Aumento sustancial y significativo, en este grupo de plantas, con las diferentes dosis de PK, estableciéndose únicamente diferencias significativas respecto al testigo. La producción media es de 6 367 kg, un 133,3% por encima de las parcelas sin fertilizar.

Producción total con tres cortes. Igual que en dos cortes, se produce un aumento con las fertilizaciones PK, aunque sólo resultan significativas respecto al testigo; el valor medio alcanzado es de 6 525 kg (incremento del 66,6%).

Comparación de dos-tres cortes. A excepción del testigo, no se aprecian diferencias significativas entre ambas formas de explotación.

TABLA 32

Efecto del fósforo-potasio y del número de siegas sobre la producción media gramíneas (kg MS ha⁻¹).

Effect of phosphorus-potassium and number of harvests on average yield of grasses (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE PK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	80-60	160-120	240-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	2 315b	5 039a	4 900a	5 049a	**	442
Septiembre	414b	1 317a	1 353a	1 443a	*	224
TRES CORTES (3C)						
Junio	2 675b	4 513a	4 424a	4 388a	**	406
Julio	595b	804ab	924ab	1 082a	**	295
Septiembre	646b	1 116a	963ab	1 361a	**	144
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	2 729b	6 356a	6 253a	6 492a	**	853
Total (3C)	3 916b	6 433a	6 311a	6 831a	**	524
sig.	*	ns	ns	ns		
e.e.d.	494	539	630	976		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Leguminosas

En la Tabla 33, se aprecia un incremento generalizado y significativo en la producción de leguminosas que se origina en todos los cortes con la fertilización PK.

Producción total con dos cortes. La producción total aumenta significativamente con la fertilización fosfopotásica, sobre todo con la dosis 160-120 kg PK en que se alcanzan 2 708 kg y un incremento de 191% sobre el testigo.

Producción total con tres cortes. Al intensificar los aprovechamientos se produce un aumento en la producción total de leguminosas, que alcanza su valor más alto en la dosis 240-180 kg PK (3 026 kg), que representa un 184% de incremento sobre las parcelas sin abonar.

En este apartado de producción total de leguminosas, hay que señalar la enorme capacidad de respuesta de los prados de montaña a la fertilización fosfopotásica con su

favorable repercusión en la fijación de nitrógeno atmosférico y aumento de producción de proteína por hectárea, como consecuencia del excelente porcentaje en este grupo botánico. En la mayoría de los tratamientos PK, las leguminosas superan el 20% de la producción total anual (en materia seca), superándose esta cifra, en dos cortes, con 160-120 kg PK en que la proporción en peso de las leguminosas es de un 24,2% y, en tres cortes, con 240-180 kg PK en que la contribución de éstas asciende a un 25,3%.

Comparación de dos-tres cortes. No se aprecian diferencias significativas entre ambos sistemas de explotación. No obstante, cabe señalar que con la dosis más alta de PK, la producción total en tres cortes fue superior a la de dos en un 67%.

TABLA 33

Efecto del fósforo-potasio y del número de siegas sobre la producción media de leguminosas (kg MS ha⁻¹).

Effect of phosphorus-potassium and number of harvests on average yield of legumes (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE PK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	80-60	160-120	240-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	554b	1 065ab	1 437a	911ab	**	237
Septiembre	378b	1 012a	1 271a	903ab	**	204
TRES CORTES (3C)						
Junio	405b	1 171a	995ab	1 189a	**	240
Julio	361b	745ab	956ab	1 039a	**	224
Septiembre	299b	515ab	506ab	798a	**	145
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	932b	2 077ab	2 708a	1 814ab	**	405
Total (3C)	1 065b	2 431ab	2 457ab	3 026a	**	527
sig.	ns	ns	ns	ns		
e.e.d.	134	564	481	598		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; ns no significativo.

'Otras plantas'

Como se aprecia en la Tabla 34, la producción de 'otras plantas' no presenta significación en la mayoría de los aprovechamientos; sólo resulta significativa en dos cortes (Junio y total).

Producción total con dos cortes. El grupo presenta una disminución con la fertilización fosfopotásica, estableciéndose diferencias entre las dosis baja y alta de PK, que tuvieron los rendimientos más bajos (1 749 kg) y un descenso medio del 37,8%.

Producción total con tres cortes. No se aprecian diferencias significativas y los rendimientos totales de las 'otras', en los diferentes tratamientos, muestran bastante similitud con el testigo.

Comparación de dos-tres cortes. Tampoco se aprecian diferencias significativas, si bien en tres cortes, los valores numéricos estuvieron por encima del sistema de explotación de dos cortes anuales.

TABLA 34

Efecto del fósforo-potasio y del número de siegas sobre la producción media de 'otras plantas' (kg MS ha⁻¹).

Effect of phosphorus-potassium and number of harvests on average yield of weeds (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE PK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	80-60	160-120	240-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	1 621a	873b	1 044b	7 19b	**	195
Septiembre	1 191	905	1 171	1 001	ns	209
TRES CORTES (3C)						
Junio	978	961	967	980	ns	217
Julio	718	681	622	571	ns	129
Septiembre	556	518	682	557	ns	108
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	2 812a	1 778b	2 215ab	1 720b	**	359
Total (3C)	2 252	2 160	2 271	2 108	ns	301
sig.	*	ns	ns	ns		
e.e.d.	194	443	317	309		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

NITROFOSFOPOTÁSICOS

Gramíneas

En la Tabla 35 se aprecia que el abonado NPK origina un incremento significativo de la producción de gramíneas en todos los aprovechamientos.

Producción total con dos cortes. Se provoca un aumento significativo en la producción de gramíneas con el abonado NPK, estableciéndose diferencias entre el testigo y las distintas dosis. También se encuentran diferencias entre los niveles medio y alto; éste último, con 10 841 kg fue el más productivo de todo el ensayo y casi cuadruplicó al testigo.

TABLA 35

Efecto del nitrógeno-fósforo-potasio y del número de siegas sobre la producción media de gramíneas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-phosphorus-potassium and number of harvests on average yield of grasses (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NPK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-80-60	120-160-120	180-240-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	2 315b	6 616a	6 494 ^a	8 510a	**	770
Septiembre	414b	1 938a	1 789 ^a	2 331a	**	384
TRES CORTES (3C)						
Junio	2 675b	5 992a	6 540 ^a	7 067a	**	411
Julio	595b	1 279ab	1 545a	1 943a	**	284
Septiembre	646b	1 151a	1 333 ^a	1 311a	**	146
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	2 211b	5 364a	5 257 ^a	5 969a	**	561
Julio	515b	1 237a	1 161 ^a	1 095a	**	166
Septiembre	717b	1 543a	1 558 ^a	1 495a	**	232
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^B 2 729c	8 554ab	8 283b	^A 10 841a	**	972
Total (3C)	^A 3 916c	8 422b	9 418ab	^{AB} 10 321a	**	430
Total (3CF)	^A 3 443b	8 144a	7 976a	^B 8 559a	**	745
sig.	*	ns	Ns	*		
e.e.d.	517	727	845	857		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con tres cortes. También se establecen diferencias entre el testigo y los diferentes tratamientos de NPK y, además, entre las dosis baja y alta, superando también esta última los 10 000 kg de producción total.

Producción total con tres cortes y N fraccionado. Sólo se establecen diferencias significativas entre el testigo y los diferentes tratamientos de NPK. Los rendimientos obtenidos son siempre inferiores a los alcanzados con los otros dos sistemas (media de 8 226 kg).

Comparación entre los tres sistemas. Sólo se aprecian diferencias significativas en las dosis 180-240-180 kg NPK, al cambiar el sistema de dos cortes a tres cortes con nitrógeno fraccionado, disminuyendo en este caso la producción un 21%.

Leguminosas

Se observa, en general, en la Tabla 36, una disminución en la producción total de leguminosas a medida que se incrementan los niveles de NPK. En cada uno de los cortes las variaciones son suficientemente importantes como para mostrar distintos grados de significación.

TABLA 36

Efecto del nitrógeno-fósforo-potasio y del número de siegas sobre la producción media leguminosas (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-phosphorus-potassium and number of harvests on average yield of legumes (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NPK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-80-60	120-160-120	180-240-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	554ab	795a	294bc	32c	**	167
Septiembre	378ab	651a	422a	83b	**	115
TRES CORTES (3C)						
Junio	405a	505a	305ab	113b	**	95
Julio	361ab	554a	302ab	140b	**	90
Septiembre	299ab	578a	276ab	181b	**	114
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	165b	394ab	461a	194b	**	88
Julio	152b	376a	215ab	255ab	**	58
Septiembre	95b	280a	159ab	260ab	*	74
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^A 932ab	1 446a	716ab	^B 115b	**	282
Total (3C)	^A 1 065ab	1 637a	883b	^{AB} 434b	**	265
Total (3CF)	^B 412b	1 050a	835ab	^A 709ab	**	169
sig.	**	ns	ns	**		
e.e.d.	130	398	300	112		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

Producción total con dos cortes. Se origina un incremento del 55% de la producción de leguminosas con las dosis más baja de NPK respecto al testigo (aunque no significativo) para luego caer paulatinamente con los niveles medios y altos de NPK. Sólo se establecen notables diferencias entre las producciones correspondientes a las dosis baja (1 446 kg) y alta (115 kg).

Producción total con tres cortes. También se provoca un aumento de las leguminosas con las dosis 60-80-60 de NPK (54% sobre el testigo pero sin llegar a ser significativo), para luego disminuir paulatinamente con los niveles intermedios y más altos. La media de estos niveles es de 659 kg y son claramente inferiores al nivel menor de NPK.

Producción total con tres cortes y N fraccionado. Igual que en los sistemas de explotación anteriores, se produce un incremento importante en la producción de leguminosas (155% sobre el testigo) con los niveles más bajos de NPK, para descender de forma mucho más suave al elevar las dosis. Numéricamente, todos los niveles tienen producciones por encima de las parcelas sin fertilizante, sin embargo sólo 60-80-60 de NPK fue estadísticamente superior.

Comparación entre los tres sistemas. Aunque sólo se establecen diferencias significativas con las dosis más altas de NPK y, en concreto, entre dos cortes y tres cortes con nitrógeno fraccionado; se aprecia una tendencia, sin llegar a ser significativa, que a medida que aumenta la dosis de NPK, la diferencia entre la producción de leguminosas con dos y tres cortes se hace mayor (13; 23 y 277% respectivamente). Por el contrario, al fraccionar el nitrógeno disminuye la producción (respecto a tres cortes) en las dosis baja y media (36 y 5% respectivamente), pero aumenta sustancialmente con las dosis más alta de NPK (63%).

‘Otras plantas’

Tal como se aprecia en la Tabla 37, este grupo botánico muestra, como en otras combinaciones de fertilizantes, un comportamiento bastante irregular, no presentando significación en algunos aprovechamientos, sobre todo con tres cortes. Cuando el nitrógeno se aporta de forma única, este grupo, tiende a incrementarse con la fertilización mientras que si se fracciona el comportamiento es totalmente contrario.

Producción total con dos cortes. Respecto al testigo, se aprecia una disminución de las ‘otras’ con los tratamientos de NPK, resultando significativas las diferencias entre las conseguidas con las dosis alta y baja (que fueron las menos productivas, 1 747 kg) respecto a las parcelas sin fertilizar.

Producción total tres cortes. No se aprecian diferencias significativas entre tratamientos, a pesar de que todos los valores se mantienen por debajo del testigo.

Producción total con tres cortes y N fraccionado. Al fraccionar el nitrógeno, se origina un aumento de estas plantas que alcanzan su máximo valor (3 894 kg) con las dosis más elevadas de NPK (75% de incremento sobre el testigo). Sólo se establecen diferencias significativas entre esta elevada producción y el testigo.

Comparación entre los tres sistemas. Se originan diferencias significativas sólo con las dosis baja y alta de NPK.

En el caso del tratamiento 60-80-60 kg NPK, las diferencias se establecen entre los sistemas con tres cortes, consiguiéndose al fraccionar el nitrógeno, un incremento de producción de un 90%. Aunque de forma no significativa, también se consiguen aumentos al fraccionar con las dosis intermedias y altas de NPK (46 y 105% respectivamente).

Con la dosis 180-240-180 kg NPK, las diferencias se establecen entre dos y tres cortes con nitrógeno fraccionado, en que el aumento de producción de este último fue de un 123%. Al fraccionar el nitrógeno disminuyen, sustancialmente, las gramíneas y ligeramente las leguminosas, pero aumentan de forma importante las ‘otras’ que ocupan rápidamente el espacio dejado por los otros grupos botánicos.

TABLA 37

Efecto del nitrógeno-fósforo-potasio y del número de siegas sobre la producción media de 'otras plantas' (kg MS ha⁻¹).

Effect of nitrogen-phosphorus-potassium and number of harvests on average yield of weeds (kg DM ha⁻¹).

	DOSIS DE NPK kg ha ⁻¹ año ⁻¹				sig.	e.e.d.
	0	60-80-60	120-160-120	180-240-180		
DOS CORTES (2C)						
Junio	1 621a	962b	1 260ab	977b	**	197
Septiembre	1 191a	784b	872b	770b	*	149
TRES CORTES(3C)						
Junio	978	680	972	1 042	ns	283
Julio	718a	449b	393b	431b	**	96
Septiembre	556	493	531	431	ns	113
TRES CORTES N FRACCIONADO (3CF)						
Junio	905	1 137	962	1 320	ns	253
Julio	737b	927ab	1 124ab	1 523a	**	224
Septiembre	580b	1 014a	688ab	1 051a	*	194
TOTAL ANUAL						
Total (2C)	^A 2 812a	^{AB} 1 746b	2 132ab	^B 1 747b	**	295
Total (3C)	^B 2 252	^B 1 622	1 896	^{AB} 1 904	ns	371
Total (3CF)	^B 2 222b	^A 3 078ab	2 774ab	^A 3 894a	**	478
sig.	*	**	Ns	**		
e.e.d.	235	433	423	857		

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas; minúsculas distintas indican diferencias entre columnas; n=10 en 2C y 3C, n=6 en 3CF.

sig.= nivel de significación; e.e.d.= error estándar de la diferencia.

** Significación al 99%; * Significación al 95%; ns no significativo.

CONCLUSIONES

El nitrógeno es el elemento fertilizante que tiene una acción más enérgica sobre la composición florística, con él se aprecia, en general, una relación inversa y marcada entre gramíneas y leguminosas ya que favorece extraordinariamente a las primeras en detrimento de las segundas que con niveles altos de este fertilizante llegan a desaparecer, independientemente del tipo de fertilizante nitrogenado que se utilice. La forma del aporte (de una vez o fraccionado) tiene poca influencia, y en todo caso sólo hay un efecto positivo en la producción de 'otras', que aumentan al fraccionarlo

El fósforo es el fertilizante que más positivamente influye sobre la composición botánica de los prados ya que favorece la producción de gramíneas y leguminosas, éstas de forma activa. Es el elemento fundamental para regular la proporción entre los distintos grupos de plantas y mantener la producción y, en general, no se aprecian grandes diferencias entre los diferentes tipos de fertilizantes fosfatados.

El potasio es el elemento que tiene una respuesta menos marcada sobre la composición botánica y su efecto empieza a ponerse de manifiesto cuando se intensifican los aprovechamientos al aumentar la frecuencia de siega.

Independiente del sistema de explotación (en cuanto a número de cortes) la mayor producción de gramíneas se consigue con la fertilización nitrofosfórica y nitrofosfopotásica. Los rendimientos más altos en las leguminosas se alcanzan con la fosfopotásica.

El contenido en 'otras plantas' es más constante y se resiste a las fuertes variaciones, sobre todo en los aprovechamientos de verano-otoño, debido a que es un grupo heterogéneo, con participación de familias muy distintas, con comportamientos diferentes que pueden compensar sus efectos; no obstante, la menor producción se consigue con las combinaciones fosfopotásicas y nitrofosfopotásicas; por el contrario las más elevadas se localizan en las nitrogenadas, nitropotásicas y nitrofosfóricas.

El paso de dos a tres aprovechamientos anuales resulta, en general, beneficioso para las leguminosas y 'otras'. Por el contrario, en tres cortes, la producción total de gramíneas sufre, en general, un descenso acusado.

De acuerdo con las proporciones idóneas de composición botánica, descritos en la introducción, la dosis 80-60 kg P_2O_5 - K_2O ha⁻¹ año⁻¹ presenta una composición equilibrada, productiva y estable para un uso sostenible. Así en el sistema de explotación con dos cortes al año, en Junio, presenta un 72,2% de gramíneas, 15,3% de leguminosas y 12,5% de 'otras'; en Setiembre las proporciones son: 40,7; 31,3 y 28,0%, respectivamente. Con tres aprovechamientos, los porcentajes en el corte de Junio son: 67,9; 17,6 y 14,5%; en Julio: 36,1; 33,4 y 30,5% y en el de Setiembre: 51,9; 24,0 y 24,1% de gramíneas, leguminosas y 'otras plantas, respectivamente. Si consideramos la producción total de dicho tratamiento, las gramíneas en dos cortes representan el 62,2%; las leguminosas el 20,3% y las 'otras' el 17,5%. En tres cortes, la producción total de gramíneas representa un 58,4%; las leguminosas un 22,1% y las 'otras' un 19,5%.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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. 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)*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo. Facultad de Veterinaria. León (España).

- CALLEJA, A.; RODRÍGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T.; SUÁREZ, A., 1980. Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadío de la Montaña Leonesa. *Pastos*, 10(1):105-113.
- CALLEJA, A.; RODRÍGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T.; SUÁREZ, A., 1981. Influencia de dosis crecientes de abonado N-P-K en prados de siega de montaña. III. Evolución florística. *An. Fac. Vet. León*, 27, 45-54.
- CARPINTERO, C.; SUÁREZ, A., 1976. Fertilización fosfatada de prados naturales. II. Efecto sobre la composición botánica. *Zootechnia*, 25, 42-59.
- GARCÍA, R.; MORO, A.; PÉREZ, J.E.; PÉREZ, M.T.; CALLEJA, A., 1990. Composición botánica y producción de prados permanentes de montaña. *Pastos*, XX-XXI, 19-49.
- GARCÍA, R.; CALLEJA, A., 2003. Capacidad de rebrote otoñal de especies de prados de la Montaña de León. Efecto del modo de aprovechamiento y de la fertilización mineral. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación*, 173-179. Junta de Andalucía. Granada (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*. Diputación Provincial de León. Institución 'Fray Bernardino de Sahagún'. 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. Universidad de León. Facultad de Biología. León (España).
- PÉREZ, M.T.; PÉREZ, J.E.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1994. Influencia de la fertilización sobre la evolución de la composición botánica en prados permanentes de la Montaña de León. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 97-102. Santander (España).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotánica*, 15 (2): 433-922.
- RODRÍGUEZ, M.; CALLEJA, A.; DE LA PUENTE, T.; SUÁREZ, A., 1981. Influencia de dosis crecientes de abonado N-P-K en prados de siega de montaña. II. Composición botánica. *An. Fac. Vet. León*, 27, 33-43.
- 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
- RODRÍGUEZ, 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. Universidad de León. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal I. León (España).
- RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la Montaña Leonesa. *Pastos*, 26 (1), 25-37.
- RODRÍGUEZ, M.; GÓMEZ SAL, A.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 2001. Relaciones entre producción, diversidad y riqueza de especies en prados fertilizados. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*, 175-179. Alicante (España).
- SUÁREZ, A.; SANTOS, A., 1965. Experimento comparando la Urea y Amonitro como fertilizante de los prados. *Trabajos de la E.A.E.*, Vol. II, 303-316.
- SUÁREZ, A.; CARPINTERO, C.; RODRÍGUEZ, M., 1976. Respuesta de prados naturales de montaña a distintos tipos y dosis de fertilizantes nitrogenados. *Pastos*, 6 (2), 363-375.
- TROXLER, J., 1990. Dynamique de la vegetation et productivite des prairies naturelles de montagne en Suisse. *Herba*, 3, 40-45.

FORTY YEARS OF FERTILIZATION ON GRASSLANDS OF THE 'MONTAÑA DE LEÓN'. II. INFLUENCE ON THE BOTANICAL COMPOSITION

SUMMARY

Mineral fertilization increases herbage production in mountain meadows. In addition, rapid and significant changes in botanical composition are observed depending on the fertilizers and doses applied. The flora of these areas can also be modified by harvesting frequency and N rate fractionation. Therefore, all these management practices must be combined properly in order to get a suitable balance among the plants (grasses, legumes and weeds) influencing not only the quantity and the quality of the forage, but also the stability of the meadow.

The present study summarizes nine experiments dealing with different management practices (doses and type of mineral fertilizer, number of harvests and fractionation of the N dose) and their effects on the botanical composition of mountain meadows. According to these trials, one of the main factors influencing the botanical composition is the nitrogen fertilization; this element favours the grasses to the detriment of legumes, which can even disappear with the highest doses regardless of the source of this mineral. In relation to the fractionation of the N dose, only the weeds seem to be affected by this factor; thus, a significant increase of this botanical component can be observed.

On the other hand, phosphorus favours the production of both, grasses and legumes, but especially the last ones. Therefore, this fertilizer improves the botanical composition in mountain meadows, this effect being the same regardless of the different sources (type of fertilizer) studied. Phosphorous is needed to keep a balanced and lasting production.

Potassium fertilization has a less evident effect on the botanical composition, its effect was only significant when combined with an intensive harvesting system.

With regards to the harvest system, three cuts per year favour legumes and weeds, whereas grasses production decreased dramatically.

To summarize it can be said that the most balanced effect on the botanical composition of these mountain meadows can be achieved using PK fertilizers. Thus, doses of 80-60 kg ha⁻¹ of PK fertilizers can give rise to 62.2% of grasses, 20.3% of legumes and 17.5% of weeds (total production in a two harvest system), or up to 58.4% of grasses, 22.1% of legumes and 19.5% of weeds (total production in a three harvest system).

Keywords: Manure, fertilizer, grasses, legumes, weeds.