

Innovación Sostenible En Pastos: Hacia una Agricultura de Respuesta al Cambio Climático

**55ª Reunión Científica de la Sociedad Española
para el Estudio de los Pastos**

Lugo-A Coruña, 26 a 29 Abril 2016



© Los autores

© De la presente Edición

Edita: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Edición coordinada por:

M^a Dolores Báez Bernal

Laura Campo Ramírez

Sonia Pereira Crespo

María J. Bande Castro

Julio E. López Díaz

Maquetación: A. Román y coordinadores

Imágenes portada: Gonzalo Flores Calvete y Bruno Fernández Lorenzo

ISBN: 978-84-608-7722-6

EVALUACIÓN DE VERMICOMPOST APLICADO A SUELO CULTIVADO CON PASTO TANZANIA (<i>Panicum maximum</i>)	123
O. INCLAN AGUILAR, P. MIRELES LEZAMA, O.A. CASTELÁN ORTEGA Y F. AVILES NOVA	
COMPORTAMIENTO DE <i>Trifolium pratense</i> L. FRENTE A LA FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA EN AMBIENTE MEDITERRÁNEO DE LA PROVINCIA DE LEÓN	129
R. GARCÍA Y A. CALLEJA	
RESPUESTA DE <i>Rumex crispus</i> L. A LA FERTILIZACIÓN NPK EN PRADOS DE LA MONTAÑA DE LEÓN	135
R. GARCÍA, M. RODRÍGUEZ Y A. CALLEJA	
PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE ESPARCETA INOCULADA CON DOS CEPAS DE <i>Rhizobium sp.</i> EN ASTURIAS.....	141
J.A. OLIVEIRA-PRENDES, P. PALENCIA, E. AFIF-KHOURI, I. DELGADO Y F. TEMPRANO	
INFLUENCIA DEL INHIBIDOR 3,4 DIMETILPIRAZOL FOSFATO (DMPP) SOBRE LAS PRODUCCIONES Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE UN CULTIVO DE RAIGRÁS ITALIANO	147
C. GILSANZ, M.D. BÁEZ Y M.I. GARCÍA	
ESTUDIO DE LOS FLUJOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CULTIVOS HERBÁCEOS DE SECANO (CEBADA Y ALFALFA)	153
A. GONZÁLEZ DE INZA, C. CANTERO-MARTÍNEZ, J. ALVARO-FUENTES Y R. FANLO	
LA HUELLA DE CARBONO EN LOS FORRAJES DE CANTABRIA.....	159
G. SALCEDO DÍAZ	
SELECCIÓN DE HÍBRIDOS FORRAJEROS DE MAÍZ PRECOCES ADAPTADOS A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA CORNISA CANTÁBRICA	167
L. CAMPO Y J. MORENO-GONZÁLEZ	
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS Y ESCARDA MECÁNICA EN EL CONTROL DE ADVENTICIAS EN MAÍZ FORRAJERO EN GALICIA.....	175
M.J. BANDE-CASTRO Y J. VALLADARES	
CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE ESPECIES DE LOS PRADOS DEL PIRINEO CENTRAL.....	181
J. ASCASO, R. REINÉ, A. BROCA, O. BARRANTES Y C. FERRER	
ANTIOXIDANTES Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN PRATENSES LIGADAS A LA DEHESA: EFECTO DE LA FECHA DE RECOLECCIÓN Y LA ESPECIE.....	189
M. CABEZA DE VACA, F. GONZÁLEZ, S. GARCÍA-TORRES, D. TEJERINA Y V. MAYA	

RESPUESTA DE *Rumex crispus* L. A LA FERTILIZACIÓN NPK EN PRADOS DE LA MONTAÑA DE LEÓN

R. GARCÍA, M. RODRÍGUEZ Y A. CALLEJA.

Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León). Departamento de Producción Animal.
Universidad de León. E-24071. León. ricardo.gnavarro@unileon.es.

RESUMEN

En un ensayo de fertilización (periodo 1987-2007), en un prado al sur de la cordillera cantábrica, se controló la presencia de *Rumex crispus*: producción (kg ha^{-1}) y su contribución al forraje (% de materia seca). Las dosis utilizadas fueron: nitrógeno y potasio 0, 60, 120 y 180 kg ha^{-1} y fósforo 0, 80, 60 y 240 kg ha^{-1} . El diseño fue un factorial 4^3 . Durante los diez primeros años el aporte del nitrógeno fue de una sola vez y en los diez últimos se fraccionó (70% y 30%). El sistema de aprovechamiento consistió en tres siegas anuales de la hierba y un pastoreo final. No se encontraron diferencias debidas al sistema de fertilización nitrogenada (aporte único vs aporte fraccionado). La fertilización (tipo de fertilizante y dosis) afectó positivamente a *R. crispus*. Los valores fueron, en el primer corte 267 kg ha^{-1} (66% del total anual) y 4,1% de la materia seca; en el segundo corte, 115 kg ha^{-1} y 4,6% y en el tercero 26 kg ha^{-1} y 1,2% de la MS. Se obtuvieron incrementos en la producción y en el porcentaje de *R. crispus* por encima de 120, 80 y 180 kg ha^{-1} de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Palabras clave: carbaza, ensayo de larga duración.

INTRODUCCIÓN

Rumex crispus (carbaza) es una mala hierba tradicionalmente asociada a la nitrofilia y al manejo inadecuado de los pastos. García (1988) y Pérez Pinto (1990) la encuentran en el 26% de los prados de la montaña de León, siendo muy frecuente cuando la fertilización es mineral, más propia de zonas de fondos de valle con elevada humedad y menos frecuente en secano. En todo caso su proporción en el forraje no suele superar el 8% de la materia seca.

Es considerada por los ganaderos como indeseable en la vegetación del primer aprovechamiento; no es consumida en forma de heno por sus gruesos tallos con fuertes concentraciones de lignina (Waghorn y Jones, 1989) aunque en ensilado, generalmente recogida en estado fenológico menos avanzado y con mayor humedad, es consumida sin dificultad. En los rebrotes y en el pastoreo de otoño su consumo es mayor siempre que la carga de ganado sea suficiente.

Se acepta que la utilización de métodos mecánicos, químicos y biológicos rara vez tiene éxito en la erradicación total de esta especie y que lo ideal es mantenerla en una proporción que no afecte de manera sensible a la producción y a la calidad del forraje.

La abundancia excesiva de *R. crispus* es considerada indicadora de una mala gestión agrícola. La incidencia que tienen las actuaciones del hombre y los cuidados del cultivo son claves para una especie tan plástica y con elevada amplitud ecológica. Zaller (2004) recomienda la necesidad de realizar experimentos de campo de larga duración para evaluar los factores que, en determinadas regiones, pueden ser los responsables más importantes de la infestación de *Rumex sp.*

En este trabajo se describe el comportamiento de esta especie en cuanto a su producción y contribución al forraje, en especial referencia al primer corte de primavera, con un sistema de aprovechamiento intensivo (3 siegas para heno y un pastoreo) y distintos niveles de fertilización NPK.



El estudio utiliza los 20 últimos años de una experiencia de fertilización de 30 años de duración en los que en los diez primeros años de la misma, únicamente se realizaban dos siegas al año.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un ensayo de fertilización establecido en la localidad de Las Salas-León- (42° 55' 52,04'' N y 5° 7' 13,18'' W) en un prado de regadío con una comunidad vegetal del Orden *Arrhenatheretalia*, a 1010 ms.n.m.

Las características climáticas más importantes fueron: temperatura media anual 9 °C (1,7 °C en enero y 17 °C en julio) y precipitación anual de 1206 mm (320 mm en primavera, 120 mm en verano, 381 mm en otoño y 385 mm en invierno).

El suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO es de tipo Fluvisol Gleyic. Al inicio de la experiencia los datos de partida fueron: textura franco arcillosa, pH (agua)=6,2; MO=10,1%; N=0,5%; P (Olsen)=4,8 ppm y K=99 ppm.

El ensayo consistió en un diseño factorial 4³ en el que los 64 tratamientos diferentes fueron el resultado de todas las combinaciones posibles de los tres fertilizantes (N, P y K) y sus cuatro dosis, que para el nitrógeno y el potasio fueron 0, 60, 120 y 180 kg ha⁻¹ y para el fósforo 0, 80, 160 y 240 kg ha⁻¹. Las parcelas se distribuyeron al azar y sin repeticiones. Los abonos comerciales utilizados fueron: nitrato amónico cálcico 27%, superfosfato de cal 18% y cloruro de potasa 60%.

La experiencia se dividió en dos periodos: 1987-1997 y 1998-2007 de acuerdo con el sistema de fertilización; durante el primer periodo se realizó un aporte único de todos los fertilizantes (primera quincena de abril) mientras que en el segundo periodo se fraccionó el nitrógeno (70% en primavera -con los demás fertilizantes- y 30% tras el primer corte).

El sistema de aprovechamiento fue de tres cortes anuales para almacenamiento de forraje: primer corte (finales de mayo-inicio de junio), segundo corte (última semana de julio), tercer corte (primera quincena de setiembre) y un pastoreo continuo desde octubre hasta consumo total de los rebrotes.

Además de determinar la producción total de cada parcela, el control de *R. crispus* se efectuó de la forma siguiente: en el primer corte se realizó un recuento del número de tallos en toda la parcela y se secó una muestra representativa de 20 tallos para determinar su materia seca y su contribución al forraje; se realizó durante 20 años por ser el corte en que la planta es indeseable y rechazada por el ganado. En el segundo y tercer corte se realizó una toma de muestras de 2 kg de forraje y se separó de forma manual, posteriormente se secó en estufa para obtener la materia seca. El control de los rebrotes, cuando la planta está en estado folioso y es consumida fácilmente por el ganado, se realizó únicamente durante cinco años y no se efectuó en el periodo de pastoreo.

Para el análisis de los datos se utilizó la regresión lineal múltiple y el anova seguido del contraste de medias mediante el test de Duncan cuando hubo significación (SAS, 2015). Las variables dependientes (VD) fueron la producción de *R. crispus* en el forraje (kg ha⁻¹, del primer corte y de la producción total anual) y su porcentaje de materia seca en el primer corte; y las independientes, sistema de fertilización (aporte de nitrógeno único y fraccionado) y los fertilizantes según el modelo: $VD = \beta_0 + \beta_1N + \beta_2P + \beta_3K + \beta_4N^2 + \beta_5P^2 + \beta_6K^2 + \beta_7NP + \beta_8NK + \beta_9PK + E$; β_0 =intercepto; β_1 - β_9 = coeficientes de regresión; E=error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de producción y de porcentaje de *R. crispus* en el forraje se reflejan en la Tabla 1. El valor medio de las 64 parcelas en el primer corte fue de 267 kg ha⁻¹ y representaba el 4,1% de la

producción del corte y el 66% de la producción anual de la especie. Los tallos muy lignificados (Waghorn y Jones, 1989) son rehusados por el ganado vacuno sobre todo si se aportan en forma de heno. En los dos cortes siguientes las producciones fueron 115 kg ha⁻¹ y 26 kg ha⁻¹; la participación en el forraje del segundo corte alcanzó el 4,2% de la materia seca y en el tercero 1,2%. En ambos casos la planta predomina ampliamente en estado vegetativo, fase en la que la proteína bruta y la digestibilidad presenta valores 13% y 22% superior al estado de fructificación (Bosworth *et al.*, 1986) y las hojas sólo tienen un 20% menos de digestibilidad y palatabilidad que las de *Lolium perenne* (Courtney y Johnston, 1978).

Tabla 1. Distribución de la producción (kg ha⁻¹ de MS) y del contenido en la hierba de *R. crispus* (% del forraje en MS).

Producción	Media	Mínimo	Máximo	ES
1 ^{er} corte	267	0	3941	9
2 ^o corte	115	0	1382	16
3 ^{er} corte	26	0	259	3
% en el forraje				
1 ^{er} corte	4,1	0	65	0,18
2 ^o corte	4,6	0	44,3	0,6
3 ^{er} corte	1,2	0	13,1	0,01

ES =error estándar. 1^{er} corte: 20 años (N=1280) y 2^o y 3^{er} corte: 5 años (N= 320).

La Tabla 2 muestra que el sistema de fertilización (primera década con aporte único de nitrógeno frente a la segunda década con su fraccionamiento), no afectó a *R. crispus*, ni a nivel de producción ni de porcentaje de materia seca. La ausencia de significación de la interacción sistema de fertilización* nitrógeno permite considerar el ensayo como una experiencia de fertilización NPK única y global de 20 años de duración.

Tabla 2. Efecto del sistema de fertilización nitrogenada sobre la presencia de *R. crispus*, (primer corte y en las parcelas con nitrógeno).

<i>R. crispus</i>	Sistema de fertilización		Sig	ES
	N sin fraccionar	N fraccionado		
Producción	288±14	282±19	ns	20
% forraje	4,0±0,2	4,4±0,2	ns	0,32
Nº de años	10	10		
Nº parcelas	480	480		

ns: no significativo (test de Duncan). Producción (kg ha⁻¹). % en MS. ES: error estándar.

La incidencia de la fertilización de cada uno de los elementos por separado sobre *R. crispus* en el primer corte y a lo largo del año se refleja en la Tabla 3. Se observó la importancia de los elementos fertilizantes principales: nitrógeno, fósforo y potasio en el primer corte (donde esta plantas afecta en mayor medida a la calidad del forraje) y la del fósforo y potasio a nivel anual; las variables, N², P² y K² y las interacciones tienen una importancia menor.



Tabla 3. Parámetros de las ecuaciones de regresión. Efecto de la fertilización NPK sobre *R. crispus* en el primer corte y en total anual (20 y 5 años respectivamente).

	Primer corte		Total anual
	Producción	% de forraje	Producción
Intercepto	91,156	1,645	139,893
N	-1,256	-0,019	-
P	1,733	0,026	1,318
K	-1,295	-0,024	-2,908
NP	0,005	-	-
PK	0,005	0,0001	-
N ²	0,009	0,0002	-
P ²	-0,006	-0,0001	-
K ²	0,01	0,0002	0,021
R ²	0,2	0,14	0,22
F	39,4	29,4	16,7
Sig.	<0,0001	<0,0001	<0,0001

La Tabla 4 muestra el efecto de los fertilizantes principales y sus respectivas dosis sobre la presencia de *R. crispus* en el primer corte de la hierba tras el crecimiento de primavera. De forma global se puede considerar que la fertilización mineral favorece a esta especie como indican la gran mayoría de los autores (Pérez *et al.*, 1990 y Zaller, 2004).

Tabla 4. Efecto de la fertilización NPK sobre la presencia de *R. crispus* en el primer corte del ensayo (medias de 20 años).

Nitrógeno	Producción (kg ha ⁻¹)	% de forraje	Fósforo	Producción (kg ha ⁻¹)	% de forraje	Potasio	Producción (kg ha ⁻¹)	% de forraje
0	217 c	3,8 b	0	101 c	2,1 c	0	209 b	3,3 b
60	205 c	3,2 b	80	270 b	4,1 b	60	209 b	3,1 b
120	266 b	3,8 b	160	343 a	5,0 a	120	252 b	3,8 b
180	382 a	5,5 a	240	354 a	5,1 a	180	298 a	6,1 a

Unidades de fertilizante por ha; N=320; Significación al 0,05 (test de Duncan); error estándar para producción y para porcentaje de forraje: 23 y 0,37.

Courtney (1985) indica que la cifra del 30% en el forraje es clave para una urgente intervención que permita el control de esta especie; aunque en este ensayo se utilizaron dosis altas y poco útiles en sistemas de explotación real, sólo 32 parcelas de las 1280 del primer corte tuvieron porcentajes superiores al 15% y de ellas 7 más del 30%.

El nitrógeno en dosis bajas (60 unidades ha⁻¹) no tuvo efecto sobre la producción ni sobre la proporción en el forraje (calidad de la hierba). Hopkins *et al.* (1997) indican que el uso moderado de nitrógeno es una medida eficaz de control de *R. crispus*. Nuestros resultados señalan que por encima de 120 unidades ha⁻¹ se incrementa la producción de carbazas, pero que es necesario llegar a 180 unidades ha⁻¹ para que aumente la proporción en el forraje y por tanto se altere la calidad del mismo. Nuestros datos nos indican que con 180 unidades ha⁻¹ se obtiene un incremento de la producción de rumex del 76,5%.

El efecto del fósforo en prados y en experiencias de campo se ha estudiado menos. Nuestros resultados mostraron un efecto positivo del fósforo sobre la producción y el porcentaje en el forraje de *R. crispus* desde los 80 kg ha⁻¹. El efecto fue mayor con 160 kg ha⁻¹ y no hubo diferencias entre esta dosis y 240 kg ha⁻¹ (Tabla 4). Kristalova *et al.* (2012), en sus ensayos de invernadero,



consideraron que el fósforo favorece de forma muy clara la producción de nuevas plantas de esta especie a partir de semillas (con 40 kg ha⁻¹ y 80 kg ha⁻¹) y Hejzman *et al.* (2012) dieron menos importancia al fósforo, atribuyendo su efecto a sus elevados contenidos iniciales en el suelo (15 ppm). Estos autores dan más importancia a la actuación conjunta del fósforo con el nitrógeno, en nuestro caso los rangos de fósforo en suelo son mucho más amplios (5 ppm y 54 ppm) y la interacción únicamente fue significativa, aunque baja, en el primer corte (Tabla 3).

El potasio se acepta que tiene un papel secundario en el desarrollo de esta especie. Humphreys *et al.* (1999) en experiencias de invernadero, recomendaron la utilización de dosis moderadas de potasio para el control de *R. crispus*. Hejzman *et al.* (2012) indicaron la importancia del equilibrio entre los diferentes elementos fertilizantes y no encontraron una relación entre la fertilización con potasio (dosis de 100 kg ha⁻¹) y su capacidad de multiplicación (producción de semillas). Nuestros resultados (Tabla 4) muestran que las dosis mayores (180 kg ha⁻¹) afectaron a la producción y al porcentaje de la especie mientras que las dosis menores no tuvieron ningún efecto.

CONCLUSIONES

En un sistema de aprovechamiento del forraje de tres cortes anuales mediante siega y un pastoreo al final de la estación, el efecto de la fertilización es siempre positivo sobre *R. crispus* y su efecto depende del tipo de fertilizante y dosis utilizada.

El fraccionamiento del nitrógeno no incide en la presencia de *R. crispus*.

Una fertilización que no superó los 120 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 180 kg ha⁻¹ de K₂O no incrementó la producción ni el porcentaje de la especie. Por encima de estas dosis cabe esperar un embastecimiento de la hierba y un descenso de la calidad del pasto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Jesús S. González su estimable ayuda y colaboración. Este trabajo se financió por la Junta de Castilla y León y la Universidad de León con el programa de ayudas a la actividad investigadora a los grupos GR158 y PROCOFO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSWORTH S.C., HOVELAND C.S. Y BUCHANAN G.A. (1986) Forage quality of selected cool-season weed species. *Weed Science*, **34**, 150-154.
- COURTNEY A.D. (1985) Impact and control of docks in grassland. En: Brockman JS. (Ed). *Weeds, Pests and Diseases of Grassland and Herbage Legumes*, pp. 120-127. UK: British Crop Protection Council, Croydon.
- COURTNEY A.D. Y JOHNSTON R. (1978) A consideration of the contribution to production of *Rumex obtusifolius* in a grazing regime. En: *Proceedings 1978 of the British Crop protection Conference-Weeds*, pp. 325-331. Brighton: UK.
- GARCÍA R. (1988) *Aspectos agronómicos y composición mineral de los henos, gramíneas, leguminosas y otras plantas de prados permanentes de la Montaña de León*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León.
- HEJZMAN M., KRISTALOVA V., CERVENA K., HRDLICKOVA J. Y PAVLU V. (2012) Effect of nitrogen, phosphorus and potassium availability on mother plant size, seed production and germination ability of *Rumex crispus*. *Weed Research*, **52**, 260-268.



- HOPKINS A., JONES E.L., BOWLING P.J. Y JOHNSON R.H. (1997) Cultural methods of dock control in permanent pasture. En: British Grassland Society (Ed) *British Grassland Society Fifth Research Conference*, pp. 39-40. Devon, UK: University of Plymouth, New Abbot.
- HUMPHREYS J., JANSEN T., CULLETON N., MACNAEIDHE F.S. Y STOREY T. (1999) Soil potassium supply and *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* abundance in silage and grazed grassland swards. *Weed Research*, **39**, 1-13.
- KRISTALOVA V., HEJCMAN M., CERVENA K. Y PAVLU V. (2012) Effect of nitrogen and phosphorus availability on the emergence, growth and over-wintering of *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. *Grass and Forage Science*, **66(3)**, 361-369.
- PÉREZ J.E., PÉREZ M.T., GARCÍA R., MORO A. Y CALLEJA A. (1990) Aspectos ecológicos de especies de prados permanentes. 4. Plantagináceas y Polygonáceas. *Pastos*, **número extraordinario**, 109-116.
- PÉREZ PINTO J.E. (1990) *Estudio botánico y mineral de prados permanentes de la Cuenca del Bernesga*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León.
- SAS (2015) *SAS/STAT User's Guide*. Ed. Carolina del Norte, USA: Statistical Analysis System Institute Inc. Cary.
- WAGHORN G.C. Y JONES W.T. (1989) Bloat in cattle. Potential of dock (*Rumex obtusifolius*) as an antibloat agent for cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **32**, 227-235.
- ZALLER J.G. (2004) Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius* (*Polygonaceae*) a review. *Weed Research*, **44**, 414-432.

RESPONSE OF *Rumex crispus* L. TO NPK FERTILIZATION IN MOUNTAIN MEADOWS OF THE PROVINCE OF LEON

SUMMARY

A long-term NPK fertilization essay (1987-2007) was carried out in a meadow situated in the south side of the Cantabrian Mountains. The total amount of *Rumex crispus* (kg ha^{-1}) and its contribution (% dry matter) to the total forage was measured. The fertilizer doses used were 0, 60, 120 and 180 kg ha^{-1} for nitrogen and potassium and 0, 80, 160 and 240 kg ha^{-1} for phosphorus. The design was a factorial 4^3 . During the first ten years, the contribution of nitrogen was at once and in the last ten fractionated (70% and 30%). The system of utilization consisted of three annual harvests of the forage and a final grazing. The values obtained were 267 kg ha^{-1} (66% of the year) and 4.1%, 115 kg ha^{-1} and 4.6% and 26 kg ha^{-1} and 1.2% for the first, second and third cut respectively. There was no effect due to the fractioning of the nitrogen fertilization. The type and dose of fertilizer has a positive effect on *Rumex crispus*, obtaining an increase in yield and in dry matter (%) from 120, 80 and 180 kg ha^{-1} of N, P and K, respectively.

Key words: curly dock, long-term fertilization.