

Acción del nitrógeno, fósforo y potasio sobre la economía hídrica de las plantas pratenses

A. CALLEJA (*), M. RODRIGUEZ (**), R. GARCIA (*) y A. MORO (*)

(*) Departamento de Producción Animal. Universidad de León.

(**) Estación Agrícola Experimental. C.S.I.C. (León)

RESUMEN:

Se ha llevado a cabo un estudio de los efectos del nitrógeno, fósforo y potasio sobre el porcentaje de materia seca de plantas de un prado permanente con el fin de apreciar cuales son los factores que más influyen sobre el contenido de humedad de las mismas. Las diferencias más acusadas se han encontrado al comparar las dos épocas de corte (junio y septiembre), seguido del año de corte. De los tres fertilizantes estudiados, es el potasio el que muestra una mayor influencia, y en sentido positivo, sobre el contenido de humedad. El nitrógeno muestra una tendencia no muy marcada, en sentido negativo, sobre la misma, mientras que el fósforo no parece tener una gran influencia sobre éste parámetro.

INTRODUCCION

La cantidad de agua presente en el suelo varia de acuerdo con la pluviometría del lugar y según el tipo de suelo, siendo siempre mayor en los suelos arcillosos que en los arenosos. El agua disponible para el crecimiento de la planta viene dada por la diferencia entre el punto de machitez permanente y la capacidad de retención.

La cantidad de agua contenida en la planta en un momento dado dependerá de dos factores. La cantidad que va siendo absorbida a partir del suelo y la que se está perdiendo hacia el aire, por lo tanto la ganancia o pérdida neta será la diferencia entre las anteriores, y la cantidad total de

agua en la planta será el exceso global de ganancia sobre pérdida desde que la planta empezó a crecer.

En este trabajo pretendemos encontrar si existe algún otro factor, distinto a los anteriormente expuestos, que pueda influir sobre la mayor o menor retención del agua por los vegetales, nos referimos a la fertilización nitrógeno-fósforo-potásica, manteniendo inalterables la pluviometría y el tipo de suelo.

MATERIAL Y METODOS

La experiencia se ha realizado sobre un prado natural de regadío en la localidad de Las Salas, dentro de la zona denominada La Montaña de Riaño (León), y a una altitud de 1.010 m.

El suelo donde se asienta el experimento es ligeramente ácido y de textura arcillo-limosa. La experiencia se inició en el año 1978, continuándose en la actualidad (7).

Los fertilizantes se aplicaron de acuerdo con un diseño factorial 4^3 , y los 64 tratamientos consistieron en todas las combinaciones posibles de los tres fertilizantes y sus dosis correspondientes: N (0, 60, 120 y 180 u/ha/año, P (0, 80, 160 y 240 u/ha/año) y K (0, 60, 120 y 180 u/ha/año).

Todos los fertilizantes se aplicaron de una sola vez a principios de abril. Las siegas fueron realizadas en la primera quincena de junio y septiembre, de cada parcela se tomó una muestra para la determinación de la humedad, lo que se realizó en una estufa de aire forzado y a 102° C durante dieciocho horas, obteniendo, de esta forma, el porcentaje de materia seca correspondiente a cada tratamiento, siendo éste el dato utilizado para los análisis estadísticos.

En un primer lugar se ha realizado un Análisis de Componentes Principales (A.C.P.), utilizando las 64 parcelas del experimento y 16 variables (proporción de materia seca en la cosecha de junio y de septiembre de los años: 1978, 1979, 1980, 1981 y 1985; en 1982, 1983 y 1984 únicamente Junio; abonado nitrogenado, fosfórico y potásico). El objetivo de este primer tratamiento estadístico es el de lograr una simplificación del problema, con el fin de obtener una visión general de las relaciones entre variables y parcelas.

En segundo lugar, se realiza un análisis de la varianza para profundizar en las influencias esbozadas en el estudio anterior entre: los tres tipos de abonado empleados, las cuatro dosis diferentes, la época de corte y los distintos años en los que se ha realizado el experimento, sobre la proporción de materia seca del heno obtenido en las distintas parcelas.

El A.C.P. se ha realizado utilizando el paquete de programas BMDP y para el análisis de la varianza el LSML76.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Análisis de componentes principales.

Las comunalidades, la varianza explicada y acumulada así como los

factores de carga para los 5 primeros componentes retenidos son recogido en la Tabla 1.

Las comunalidades muestran que todas las variables están representadas adecuadamente por los 5 factores retenidos. El valor más bajo (0,5) corresponde a junio 78 y los valores más elevados al N, P y K.

El primer componente o factor explica el 31,23% de la variabilidad total del problema; se observa que el potasio está relacionado negativamente con este factor, mientras que el porcentaje de materia seca de junio (1985, 1978, 1982, 1983, 1981, 1984 y 1980) y de septiembre (1980 y 1979) lo hace de forma positiva. Esto nos indica que la proporción de materia seca depende negativamente, y de forma importante, del abonado potásico.

La varianza explicada por el factor segundo es del 14,24% observándose pocas variables predominantemente correlacionadas con él. Al contrario de lo observado para el potasio, el nitrógeno está correlacionado de forma positiva con septiembre de 1985 y 1981, y de forma negativa con junio de 1980.

El fósforo es una variable que presenta factores de carga muy semejantes, y nada importantes, para dos factores, repartiendo por tanto su información entre los ejes III y IV. En el primero está correlacionado negativamente con los junio de 1984 y de 1979 y en el eje IV con junio del 1980, igualmente de forma negativa. Las variables junio 1980 y junio-1984 presentan factores de carga semejantes para varios ejes. La rotación de estos nos muestra que estas variables se deciden por el factor 1 (influencia del potasio).

Esto nos podría indicar una escasa influencia del fósforo con respecto al porcentaje de materia seca de las parcelas.

La representación de las muestras en el espacio formado por los ejes I y II, explicando en conjunto el 45,47% de la varianza total o de la variabilidad del problema, se aprecia en la Figura 1. Observamos una agrupación de las parcelas por dosis de potasio, encontrándose preferentemente en el cuadrante I las parcelas con menor fertilización y en el cuadrante III las de mayor fertilización. Asimismo, en el sentido de la flecha se refleja una ordenación de mayor a menor contenido en humedad.

B. Análisis de la varianza.

En la Tabla 2 se reflejan los valores de F significativos y su porcentaje de varianza explicada para cada una de las fuentes de variación e interacciones.

El contraste de medias entre los distintos grupos para las fuentes de variación más importantes, se reflejan en la Tabla 3.

1. Epoca de corte.- De todas las fuentes de variación estudiadas es la que explica mayor proporción de variación.

La proporción de materia seca es mucho más elevada en junio que en septiembre observándose que las diferencias entre las medias son sig-

nificativas. Estos resultados se deben posiblemente a la diferencia de flora; en un trabajo previo y en este mismo ensayo (3), en junio el porcentaje de gramíneas fue del 78,25%, frente al 54,65% de septiembre. Por el contrario la proporción de leguminosas y "otras" en junio era del 7,8% y del 13,9% respectivamente, pasando estos valores en septiembre a 14,27% y 31,17%; siendo bien conocido que las gramíneas contribuyen de una manera más efectiva al aumento del porcentaje de materia seca del heno (5,11).

2. *Año*.- Se observan diferencias anuales, estadísticamente significativas, en la proporción de materia seca de los distintos años, siendo estos el segundo factor de mayor influencia.

Estas variaciones anuales pueden estar originadas por múltiples causas, entre ellas la pluviometría total y sobre todo las precipitaciones caídas durante el periodo vegetativo. Estudiando los datos de Tabla 4 se observa que al año 1982, que presenta la mínima pluviometría en los meses anteriores a la siega (abril, mayo y junio) le corresponde la proporción más elevada de materia seca y el año 1983, con máxima pluviometría estacional, la mínima materia seca, o lo que es lo mismo, los vegetales presentaban el mayor contenido en humedad. En el resto de los años no se observan diferencias significativas entre las medias.

3. *Potasio*.- De los tres elementos estudiados encontramos que el potasio es el que más influye sobre la proporción de materia seca del heno, provocando una clara disminución de la misma con el aumento de las dosis. Este comportamiento ya descrito en el análisis de componentes principales, queda resaltado en éste análisis de la varianza, donde encontramos significaciones muy importantes, incluso entre dosis muy cercanas (Tabla 3).

Como se ha descrito anteriormente, (8 y 9), este elemento no parece afectar a la proporción de gramíneas, leguminosas y "otras", aunque otros autores opinan que si favorece el aumento de leguminosas y de gramíneas (5 y 11), igualmente BAEYENS señala que la falta de potasio hace desaparecer las leguminosas de las praderas. Consideramos que estas variaciones en el porcentaje de materia seca seran debidas, principalmente, al papel que desempeña el potasio en la economía hídrica de la planta (1,2,6). Así se ha descrito que los fertilizantes potásicos, confieren a la planta una gran resistencia al marchitamiento y a la desecación, además actúa como regulador de la presión osmótica celular, haciendo disminuir la transpiración y contribuyendo a mantener la turgencia celular.

4. *Nitrógeno*.- El aumento de la dosis de fertilizante nitrogenado da lugar a un incremento del porcentaje de materia seca, éste se aprecia, de un modo significativo, cuando se comparan parcelas que han recibido nitrógeno frente a las que no lo reciben. Dentro de las parcelas que han recibido abonado nitrogenado, (Dosis 1, 2 y 3), solamente se encuentra significación entre las dosis extremas.

Consideramos que esta variación se debe al efecto que provoca el nitrógeno sobre la flora, propiciando un aumento en el porcentaje de las gramíneas en detrimento del porcentaje de leguminosas, (3,5,9,11) ya que el aporte de éste fertilizante favorece el desarrollo de las gramíneas, sobre todo en su parte foliar (12), y por consiguiente se produce un aumento de la sombra que incidirá negativamente sobre la capacidad fotosintética de las plantas de porte inferior.

5. *Fósforo*.- Se observa una tendencia a disminuir el porcentaje de materia seca con este fertilizante (Tabla 3), si bien únicamente se ven diferencias significativas del testigo, (Dosis 0), con cada una de las dosis; por lo tanto creemos que lo realmente significativo es el aporte o no de fósforo, sin que sea demasiado importante las dosis empleadas. Estos resultados parecen no coincidir con los obtenidos por otros autores (4,10).

6. *Interacciones*.- Época de corte con el nitrógeno y potasio.

El hecho de interpretar los resultados de ambos fertilizantes en conjunto con la época de corte se debe a que el comportamiento de ambos es idéntico si bien el efecto de ellos es distinto en cuanto a la proporción de materia seca, el nitrógeno tiende a aumentar esta mientras que el potasio a disminuirla.

En la Tabla 5 podemos observar que los niveles bajos de nitrógeno y potasio acentúan el efecto ejercido por la época de corte, mientras que los niveles altos tienen efecto contrario, es decir, las diferencias en el porcentaje de materia seca entre junio y septiembre son menores.

Al estudiar en cada época de corte la influencia del nitrógeno vemos que la acción de éste sobre el porcentaje de materia seca es más marcada en septiembre, mientras que para el potasio es en junio.

El estudio de la influencia del nivel de ambos fertilizantes dentro de cada época de corte, (Tabla 5), nos indica lo siguiente: en junio dosis bajas de ambos fertilizantes producen un aumento de materia seca, mientras que las altas tienen un efecto contrario. En septiembre las dosis bajas tienen un efecto negativo, produciendo una disminución de la proporción de materia seca del heno. Con valores altos se potencia su efecto, siendo la proporción de materia seca mayor de la esperada, si consideramos los efectos aditivos.

Es de destacar que para el nitrógeno, las interacciones no son estadísticamente significativas en las dosis intermedias (Dosis 1 y 2). En el potasio éste hecho ocurre al comparar las dosis bajas (0 y 1) con las altas (2 y 3).

TABLA 1
COMUNALIDADES, VARIANZA Y FACTORES DE CARGA
DE LAS VARIABLES CON LOS CINCO PRIMEROS
COMPONENTES PRINCIPALES

	Factor I	Factor II	Factor III	Factor IV	Factor V	Comunal.
K	-0,823	0,214	0,006	-0,217	-0,054	0,773
J85	0,745	-0,095	0,238	0,003	-0,002	0,621
S80	0,704	0,074	-0,041	0,371	0,039	0,642
J78	0,702	-0,021	0,076	0,019	0,030	0,500
J82	0,674	0,141	0,284	0,271	0,235	0,683
J83	0,649	-0,192	-0,288	0,265	-0,259	0,678
S79	0,626	0,361	-0,267	0,155	-0,179	0,650
J81	0,611	-0,355	0,095	-0,135	0,058	0,530
J84	0,528	-0,395	-0,528	0,090	0,030	0,723
J80	0,455	-0,472	0,186	-0,463	0,065	0,684
N	0,226	0,881	-0,043	-0,031	0,084	0,837
S81	0,380	0,597	-0,046	-0,413	0,004	0,674
S85	0,335	0,577	0,073	0,079	-0,406	0,622
J79	0,395	-0,084	0,663	-0,038	-0,386	0,753
P	-0,177	0,084	0,577	0,615	0,340	0,864
S78	0,393	0,213	-0,138	-0,025	0,709	0,722
% de var. explic...	31,23	14,24	8,88	7,10	6,92	
% de var. acumul.....	31,23	45,47	54,36	61,56	68,48	

TABLA 2
EFECTO DE LAS FUENTES DE VARIACION (EPOCA DE CORTE, AÑO,
POTASIO, etc.) SOBRE LA PROPORCION DE MATERIA SECA

Fuente de variación	G.L.	Valor de F	Signif.	% de variación explicada
Epoca de corte.....	1	1191,9	***	47,54
Año.....	7	172,8	***	21,84
Año-Epoca corte....	4	114,8	***	11,36
Potasio (K).....	3	53,1	***	3,38
Epoca de corte-N....	3	11,5	***	0,85
Nitrógeno (N).....	3	10,7	***	0,78
Epoca corte-K.....	3	8,4	***	0,49
Fósforo (P).....	3	6,8	***	0,39
Año-N.....	21	2,3	***	0,26
N-P.....	9	2,9	***	0,19
N-K.....	9	2,7	***	0,16

TABLA 3

MEDIDAS DE LA PROPORCION DE MATERIA SECA Y SIGNIFICACION ESTADISTICA DE SUS DIFERENCIAS ENTRE LOS GRUPOS (TEST DE DUNCAM)

<i>Fuente de variación</i>		Grupos y % de materia seca						
<i>Epoca de corte:</i>		Junio	Septiembre					
		29,93	24,53					
		a	b					
<i>Año:</i>								
1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
25,55	27,57	26,93	25,73	33,63	22,50	28,05	27,88	
a	b	b	a	c	d	bd	bd	
<i>Potasio:</i>								
		dosis 0	dosis 1	dosis 2	dosis 3			
		28,52	27,42	26,91	26,06			
		a	b	c	d			
<i>Nitrógeno:</i>								
		dosis 0	dosis 1	dosis 2	dosis 3			
		26,55	27,20	27,39	27,78			
		a	b	bc	c			
<i>Fósforo:</i>								
		dosis 0	dosis 1	dosis 2	dosis 3			
		27,77	26,93	27,12	27,11			
		a	b	b	b			
<i>Epoca de corte-año:</i>								
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Junio	30,47	29,05	31,16	26,14	36,34	25,21	30,75	30,35
	a	c	d	b	e	e	e	e
Sept.	20,62	26,09	22,70	25,31	—	—	—	25,42
	b	d	c	a				e

Las medias que tienen las mismas letras, no presentan diferencias significativas.

TABLA 4

MEDIA ANUAL Y ESTACIONAL DE PLUVIOMETRIA EN LOS AÑOS DEL EXPERIMENTO

Año	Anual	E-F-M	A-Ma-J	Ju-Ag-S	O-N-D
1978	1579,9	562,6	305,3	37,7	674,3
1979	1685,2	811,1	264,9	140,2	469,0
1980	1046,1	377,8	268,3	70,1	329,9
1981	1253,7	318,8	262,0	124,0	548,9
1982	1370,2	289,2	182,9	221,6	676,6
1983	1290,2	291,0	524,2	169,3	305,7
1984	1675,7	256,5	331,2	139,5	799,6
1985	1330,7	371,9	375,3	69,2	436,2

TABLA 5

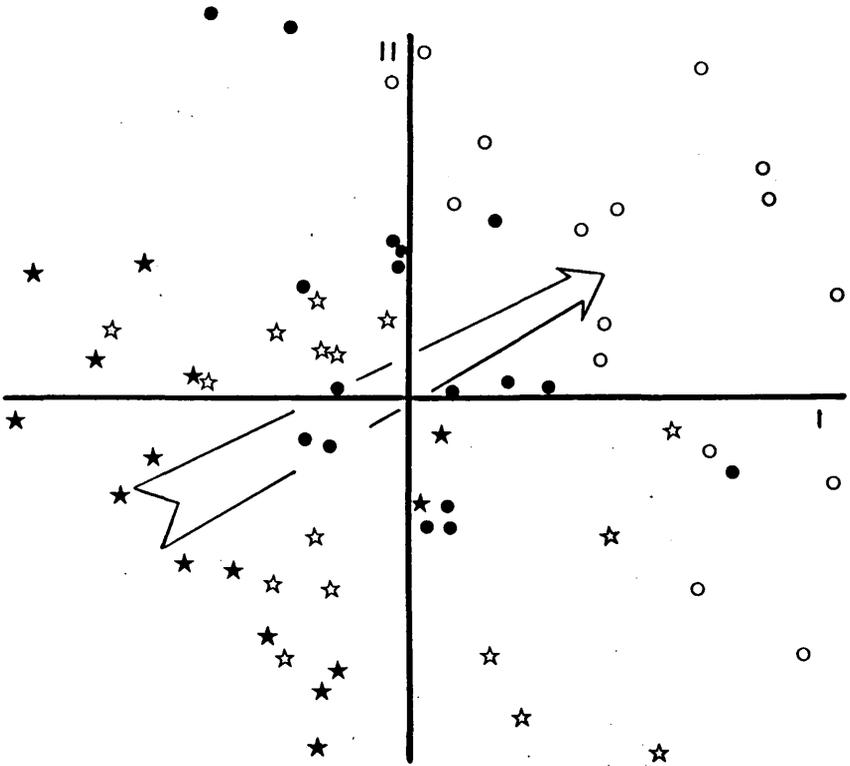
INTERACCIONES EPOCA DE CORTE-POTASIO Y EPOCA DE CORTE-NITROGENO: SIGNO Y VALOR DE LA INTERACCION; PROPORCION DE MATERIA SECA ESPERADA Y REAL

Dosis de abonado	Junio			Septiembre		
	Inter.	% de M.S.		Inter.	% de M.S.	
		Esperada	Real		Esperada	Real
0 K	+0,40	31,23	31,63	-0,40	25,82	25,42
1 K	+0,30	30,13	30,43	-0,30	24,72	24,42
2 K	-0,34	29,61	29,27	+0,34	24,20	24,54
3 K	-0,37	28,77	28,40	+0,37	23,35	23,72
0 N	+0,61	29,26	29,87	-0,61	23,85	23,24
1 N	+0,17	29,91	30,08	-0,17	24,50	24,33
2 N	-0,12	30,09	29,97	+0,12	24,69	24,81
3 N	-0,66	30,49	29,83	+0,66	25,07	25,73

FIGURA 1

REPRESENTACION GRAFICA DE LAS MUESTRAS EN EL ESPACIO
DE LOS COMPONENTES I Y II

0 u/ha/año de K
60 u/ha/año de K
120 u/ha/año de K
180 u/ha/año de K



BIBLIOGRAFIA

1. BAEYENS, J. (1970). *Nutrición de las plantas de cultivo*. Ed. Lemos. Madrid.
2. BONCIARELLI, F. (1979). *Agronomía*. Ed. Academia. León.
3. CALLEJA, A., RODRIGUEZ, M., PUENTE, T. y SUAREZ, A. (1980). Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa. *An. Fac. Vet. León*, 26: 55-63.
4. DIEHL, R. y MATEO BOX, J.M. (1985). *Fitotecnia General*. Ed Mundi-Prensa. Madrid.
5. KLITSCH, A. (1965). *Producción de forrajes*. Ed. Acribia. Zaragoza.
6. NAVARRO, S. y NAVARRO, G. (1984). *El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Ed. Academia, S.L. León.
7. PUENTE, T., RODRIGUEZ, M., CALLEJA, A. y SUAREZ, A. (1981). Influencia de dosis crecientes de abonado N-P-K en prados de siega de montaña. I. Producción. *An. Fac. Vet. León*. 17: 23-31.
8. REITH, J.W.S., y col. (1964). The effect of fertilizers on herbage production. II The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on botanical and chemical composition. *J. agric. Sci. Camb.* 63, 209-219.
9. RODRIGUEZ, M., CALLEJA, A., PUENTE, T. y SUAREZ, A. (1981). Influencia de dosis crecientes de abonado N-P-K en prados de siega de montaña. II. Composición botánica. *An. Vet. Fac. León*. 17: 33-43.
10. SUAREZ, A. (1951). Influencia del abonado fosfatado en la composición química de los forrajes. *An. Fac. Vet. Madrid*. III, 259-273.
11. VOISIN, A. (1974). *Dinámica de los pastos*. Ed. Tecnos. Madrid.
12. WILMAN, D. (1980). Early spring and late autumn response to applied nitrogen in four grasses. I. Yield, number of tillers and chemical composition. *J. agr. Sci. Camb.* 94: 425-442.

ACTION OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM ON THE HYDRIC ECONOMIC OF MEADOWS PLANTS

SUMMARY

A study about the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the dry matter content of meadow's plants, has been carried out in order to know which are the factors with most influence on the humidity content of later.

The bigger differences has been founded comparing cutting season (june and september), followed by cuttings year. About the three fertilizers, potassium show a bigger influence, on positive sense, on the humidity content of plants, nitrogen do it in negative sense and phosphorus no to have seen a great influence.