

Aportación al conocimiento del contenido mineral (N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO) de plantas pascícolas

JOSÉ M. GÓMEZ GUTIÉRREZ y FRANCISCO DUQUE MACÍAS
Centro de Edafología y Biología Aplicada (C.S.I.C.). Salamanca

RESUMEN

Se analiza la concentración de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO en 315 muestras de plantas frecuentes en los pastizales de zonas semi-áridas del Centro-Oeste de España. Dichas muestras son clasificadas y agrupadas por familias, géneros y especies, estudiándose el nivel de nutrientes en cada uno de esos grupos. Los resultados obtenidos se comparan con los dados por otros autores como niveles críticos en alimentación animal.

INTRODUCCIÓN

El número de especies que componen la cubierta vegetal de los pastizales de la zona silíceo del Oeste español es más bien elevado. Asimismo, y como consecuencia de esto, la gama de valores que podría establecerse respecto a calidad y producción sería también muy alta. Por tanto, la estimación de alguno de los condicionantes de la calidad (contenido mineral, por ejemplo) de estos pastizales está fuertemente influenciada por esa variabilidad, lo cual hace muy difícil que los valores globales que puedan darse, obtenidos de muestras en bloque, lleguen a ser realmente representativos de una superficie más o menos limitada; peor aún si se pretende que sean representativos de zonas amplias. Se deduce, pues, que uno de los sistemas más viables de establecer criterios aproximados sobre calidad mineral es el de recurrir al análisis de las especies. Conocidos los márgenes de fluctuación del contenido mineral de cada especie y teniendo conocimiento aproximado de la composición del césped, o cuando menos de las cuatro o seis especies dominantes, puede hacerse una estimación que, sin pasar de ser tal, tiene tanto valor real como cualquier otra.

Las especies dominantes suelen estar en número limitado, y cuanto más simple sea la cubierta, más valor adquiere el sistema.

Naturalmente, esta forma de estimar la calidad adolece de múltiples limitaciones o deficiencias para su uso, cual es la necesidad de identificar la composición botánica de la muestra, lo cual muchas veces sólo puede hacerse cuando la planta está tan adelantada que debe considerarse como materia henificable.

Por tanto, es necesario tener en cuenta la composición botánica de la comunidad, ya que la proporción de las diversas plantas es la que realmente determina el contenido mineral global de la misma.

En todo caso, los resultados siempre son útiles como índices del estado nutricional de la planta (con muchas limitaciones por la enorme cantidad de factores que le afectan) y como base nutricional de ganado que se alimenta de ella. En este segundo aspecto, facilita unos datos esenciales, teniendo en cuenta los niveles de los demás componentes de la dieta y el grado de absorción a través del gastro intestinal.

En general, los factores que influyen en el contenido mineral de la hierba pueden resumirse en cuatro fundamentales, interdependientes entre sí, a saber:

- A) Unidad taxonómica (familia, género, especie o variedad).
- B) Naturaleza del suelo en que crece la planta.
- C) Condiciones climáticas o estacionales durante el crecimiento.
- D) Fase del ciclo vegetativo.

La casi totalidad de las muestras han sido tomadas en el período de preantesis-antesis, consideradas, pues, en cuanto a su utilización, como material henificable.

Las fluctuaciones del contenido mineral con la madurez son especialmente acusadas para N, P y K (6). El Ca apenas es afectado, en general, por la madurez, aunque es ligeramente mayor en hojas jóvenes que maduras, en gramíneas; en leguminosas no hay efecto apreciable. En general, los niveles de Mg descienden al avanzar el estado de madurez.

La diversidad de valores que se dan en la bibliografía para el contenido mineral es buena muestra de su variabilidad y del gran número de factores que le afectan.

ORR (16), FLEMING (5), REITH y MITCHELL (18), MITCHELL (15), UNDERWOOD (23), THOMPSON (20) (21), RUSSELL y DUNCAN (19), WHITEHEAD (24) dan una revisión muy útil al respecto.

Los micronutrientes son revisados y compilados por DORRINGTON WILLIAMS (4) con numerosa bibliografía.

La nutrición mineral del ganado ha sido expuesta clara y concisamente por UNDERWOOD (24).

En este trabajo se hace un estudio de la composición mineral (N, P, K, Ca, Mg) y contenido en cenizas de las muestras de plantas pratenses y pascícolas, según familias, género y especies. Asimismo, se aborda el problema de la calidad alimenticia, en cuanto a los niveles de sustancias minerales se refiere.

MATERIAL Y MÉTODOS

A nivel de familia se estudian las gramíneas y las leguminosas, con 180 y 135 muestras, respectivamente.

Dentro de la familia de las gramíneas, se estudian los géneros: *Agrostis*, *Alopecurus*, *Anthoxanthum*, *Bromus*, *Dactylis*, *Festuca*, *Gaudinia*, *Glyceria*, *Holcus*, *Hordeum*, *Lolium*, *Periballia*, *Poa* y *Vulpia*, comprendiendo las especies: *Agrostis castellana* B. (seis muestras), *Agrostis salmantica* (Lag.) Kunt, *Alopecurus arundinaceus* Poir., *Alopecurus geniculatus* L., *Alopecurus pratensis* L. (once muestras), *Anthoxanthum odoratum* L. (siete muestras), *Bromus matritensis* L., *Bromus maximus* Desf., *Bromus mollis* L. (diez muestras), *Bromus rubens* L., *Bromus tectorum* L., *Dactylis glomerata* L. (trece muestras), *Festuca rubra* L. (once muestras), *Gaudinia fragilis* P. B. (seis muestras), *Glyceria fluitans* R. Br. (nueve muestras), *Holcus lanatus* L. (ocho muestras), *Hordeum murinum* L. (once muestras), *Hordeum secalinum* Schreb, *Lolium multiflorum* Lam., *Lolium perenne* L., *Lolium rigidum* Gaud., *Periballia Laevis* (Brot.) Asch et Gr. (ocho muestras), *Poa annua* L., *Poa bulbosa* L. (siete muestras), *Poa pratensis* L., *Poa trivialis* L. (siete muestras), *Vulpia bromoide* (L.) Gray (seis muestras), *Vulpia ciliata* Link, *Vulpia myuros* Gmel., *Vulpia uniglumis* Dum.

Dentro de la familia de las leguminosas se estudian los géneros: *Medicago*, *Ornithopus*, *Trifolium* y *Vicia*, comprendiendo las especies: *Medicago arabica* (L.) All. (nueve muestras), *Medicago minima* Lam., *Medicago sativa* L. (seis muestras), *Ornithopus compressus* L. (diez muestras), *Ornithopus roseus* L., *Trifolium angustifolium* L., *Trifolium arvense* L. (seis muestras), *Trifolium campestre* Schreb (siete muestras), *Trifolium cherleri* L., *Trifolium glomeratum* L., *Trifolium dubium* Sibth (quince muestras), *Trifolium filiforme* L., *Trifolium leucanthum* N. Bieb. (siete muestras), *Trifolium repens* L. (ocho muestras), *Trifolium resupinatum* L., *Trifolium striatum* L. (seis muestras), *Trifolium subterraneum* L. (trece muestras). También se dan ciertas referencias de la plantaginácea *Plantago lanceolata*.

Para los estudios realizados a nivel de especies se seleccionan aquellas que tienen un número de muestras igual o superior a seis. En los paréntesis de la lista anterior figura el número de muestras de las especies seleccionadas.

La casi totalidad de las muestras se tomaron en el período de preentesis antesis.

Toma de muestras.

Las muestras de plantas se tomaron a ras de tierra, cortándolas con unas tijeras e introduciéndolas en bolsitas de plástico para su traslado al laboratorio, donde se desecan en una estufa de aire forzado a unos 70-80° centígrados. La totalidad de la muestra desecada y desmenuzada es molida en un micromolino sistema «Culatti», con malla de 1 mm. de luz. A continuación se homogeneiza por cuarteo y se almacena en frascos topacios herméticamente cerrados. La humedad media de estas muestras almacenadas es del 4 al 6 %.

Análisis de las muestras

El análisis de las plantas se realiza conforme al siguiente procedimiento general. Se toman aproximadamente dos gramos de planta seca, molida y homogeneizada, como se indica anteriormente, exactamente pesados, y se colocan en una cápsula de porcelana. La cápsula con el contenido se introduce en un horno de mufla a unos 250-300° C hasta desaparición de humos. Una vez que han desaparecido los humos se sube la temperatura hasta unos 400-450° C, manteniéndose en ella cuatro horas aproximadamente. Las cenizas (generalmente blanco-grisáceas) se dejan enfriar y se atacan con una mezcla de $\text{ClH}/\text{NO}_3\text{H}$ /agua destilada en la proporción 1/1/8, con el objeto de solubilizar los componentes minerales. El residuo se filtra a través del papel de filtro normal, sobre un matraz de 25 ml., enrasando el filtrado resultante hasta el volumen indicado con la misma mezcla. De esta disolución se toman alícuotas para la determinación de los elementos anteriormente citados.

El *fósforo* se determina por colorimetría, mediante el método del amarillo de vanadomolibdofosfórico.

El *potasio* se determina por fotometría de llama, con llama de aire/butano.

Calcio y *magnesio* se determinan por espectrofotometría de absorción atómica, con llama de aire/metileno y lámparas de cátodo hueco del elemento correspondiente.

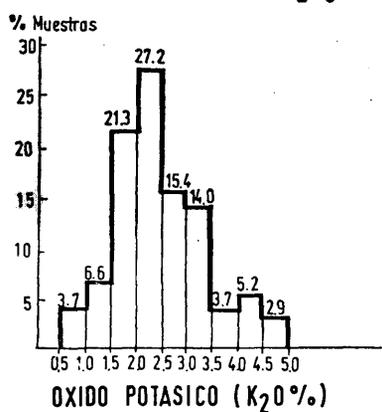
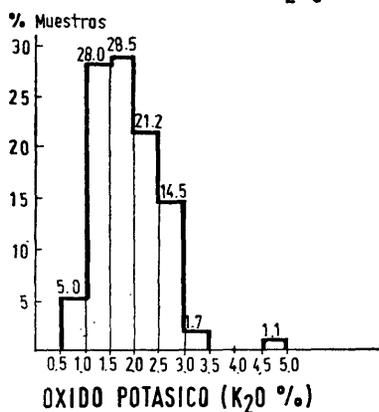
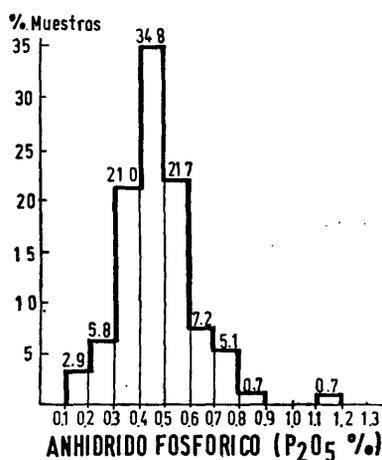
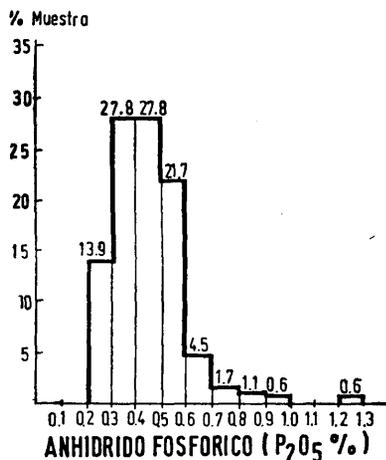
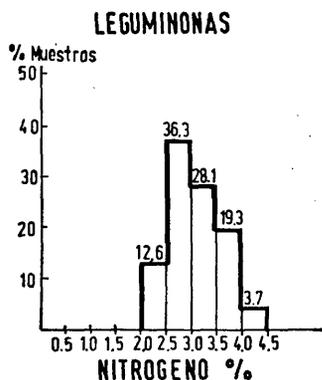
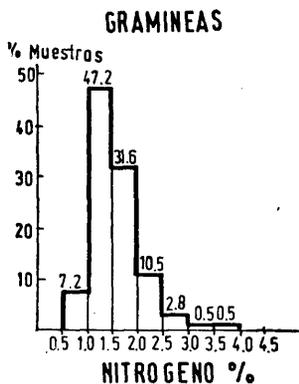
Para la determinación de *nitrógeno*, la mineralización se realiza por digestión húmeda y se determina por el método Kjeldahl.

RESULTADOS OBTENIDOS

En la tabla se exponen los valores medios y extremos de los contenidos minerales, humedad y cenizas obtenidos en este estudio para gramíneas y leguminosas. En las figuras (1, 2, 3, 4 y 5) se representan los correspondientes histogramas de frecuencias y los valores medios y extremos obtenidos para las especies seleccionadas.

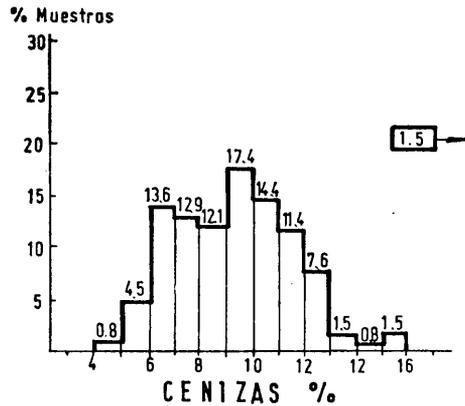
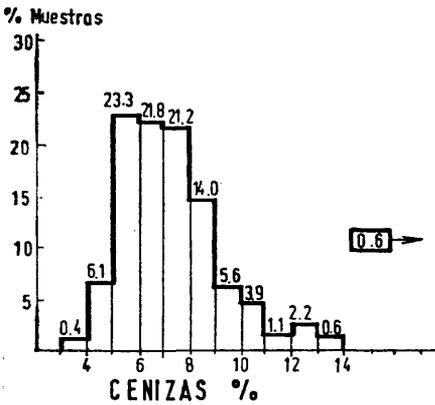
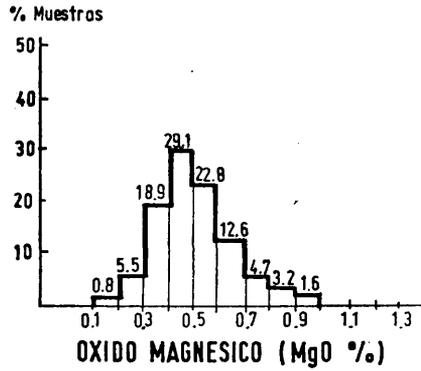
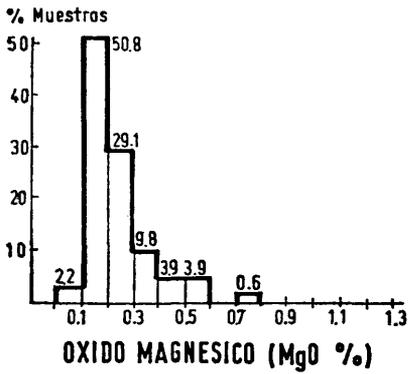
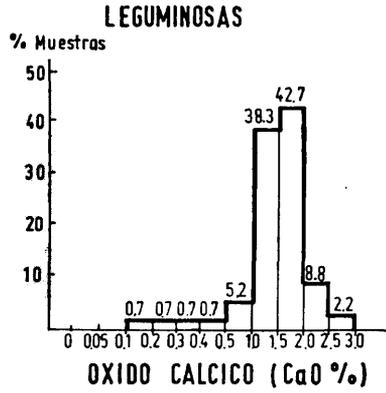
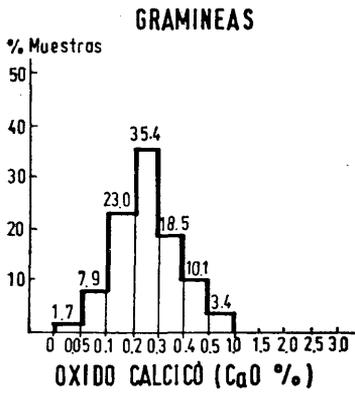
Tabla 1.—Valores del contenido mineral en las gramíneas y leguminosas

| Elemento | Gramíneas + leguminosas Media | GRAMINEAS | | | LEGUMINOSAS | | |
|--|-------------------------------------|-----------|------------------|------|-------------|------------------|------|
| | | Media | Valores extremos | | Media | Valores extremos | |
| N % | 2,17 | 1,53 | 0,84 | 4,08 | 3,06 | 2,03 | 4,43 |
| P ₂ O ₅ % | 0,45 | 0,44 | 0,20 | 1,24 | 0,47 | 0,14 | 1,15 |
| K ₂ O % | 2,11 | 1,86 | 0,79 | 5,04 | 2,46 | 0,79 | 5,06 |
| CaO % | 0,80 | 0,26 | 0,04 | 0,74 | 1,57 | 0,44 | 3,00 |
| MgO % | 0,34 | 0,22 | 0,08 | 0,75 | 0,52 | 0,19 | 1,34 |
| Humedad % ... | — | 65 | 25 | 89 | 74 | 45 | 89 |
| Cenizas % | 8,0 | 7,2 | 3,7 | 19,5 | 9,5 | 4,3 | 19,5 |



CONTENIDO MINERAL DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS.-HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS.

Fig. 1



CÓNTENIDO MINERAL DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS.- HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS.

Fig. 2

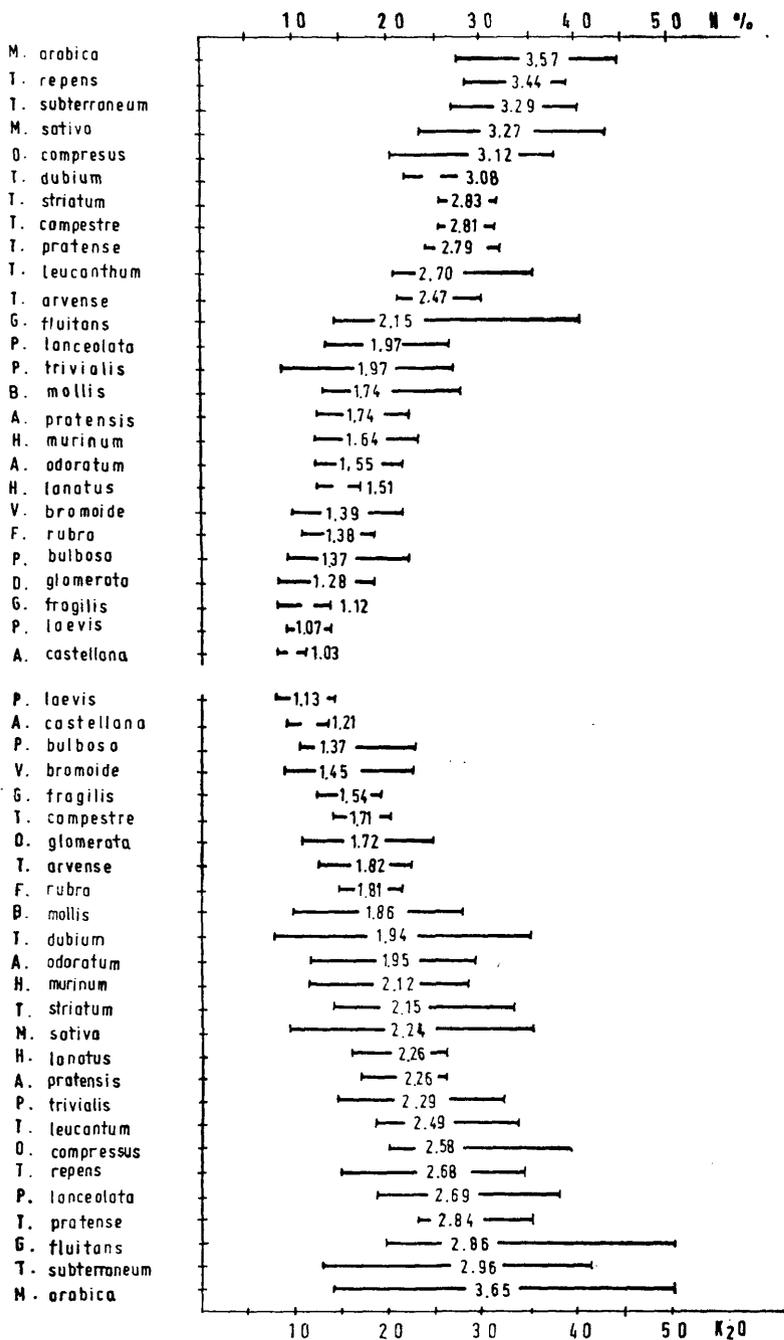


Fig.3 VALORES MEDIOS Y EXTREMOS EN EL CONTENIDO MINERAL. ESPECIES.

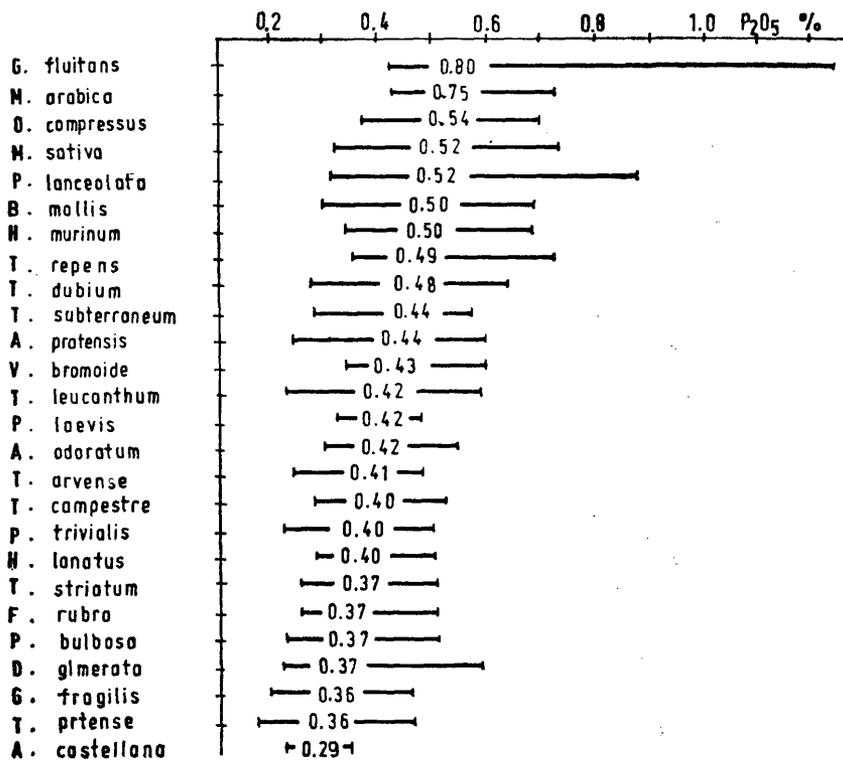


Fig. 4 VALORES MEDIOS Y EXTREMOS EN EL CONTENIDO MINERAL. ESPECIES.

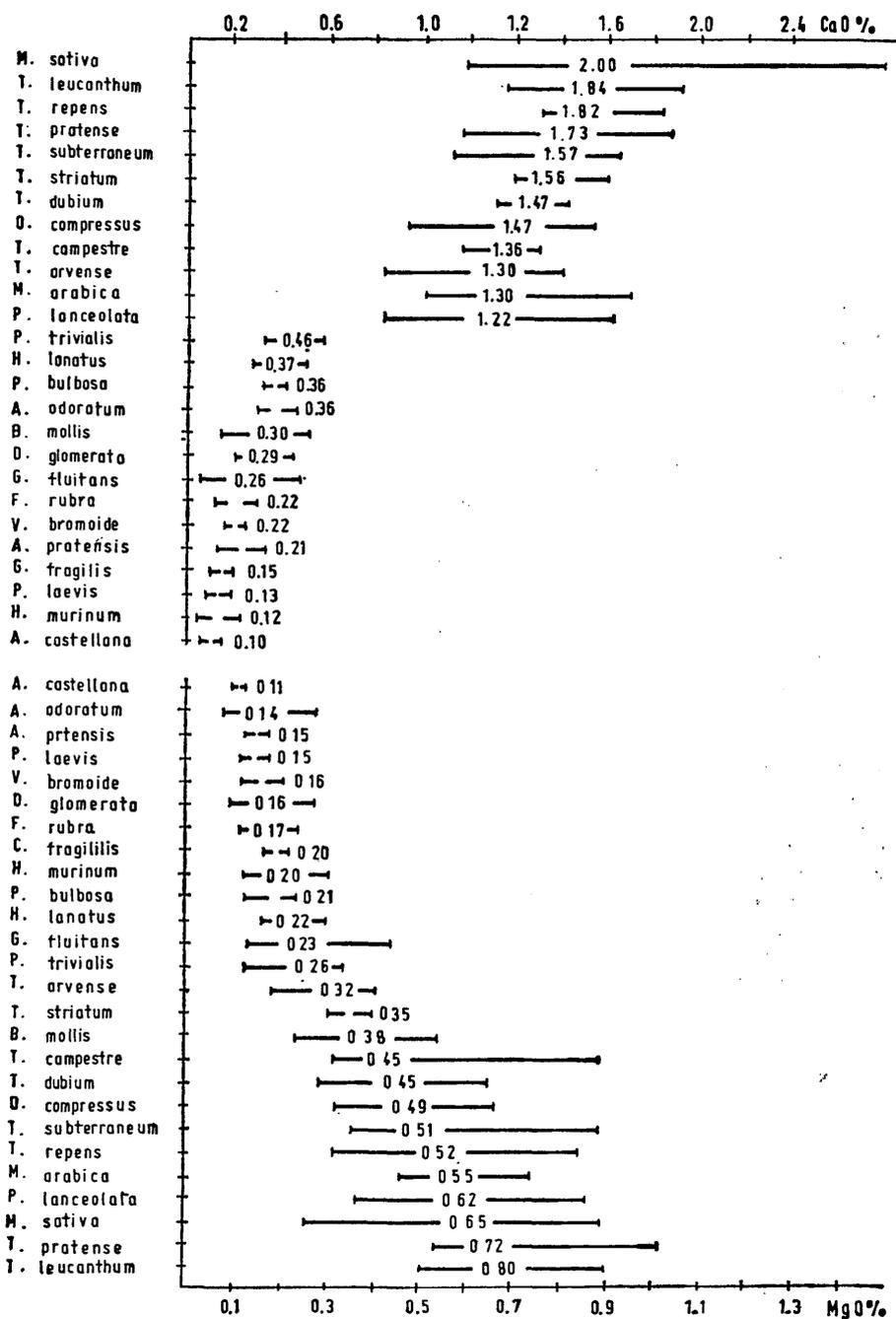


Fig.5 VALORES MEDIOS Y EXTREMOS EN EL CONTENIDO MINERAL. ESPECIES.

CONTENIDO MINERAL DE ESPECIES FRECUENTES EN LOS PASTOS SALMANTINOS. (macronutrientes)

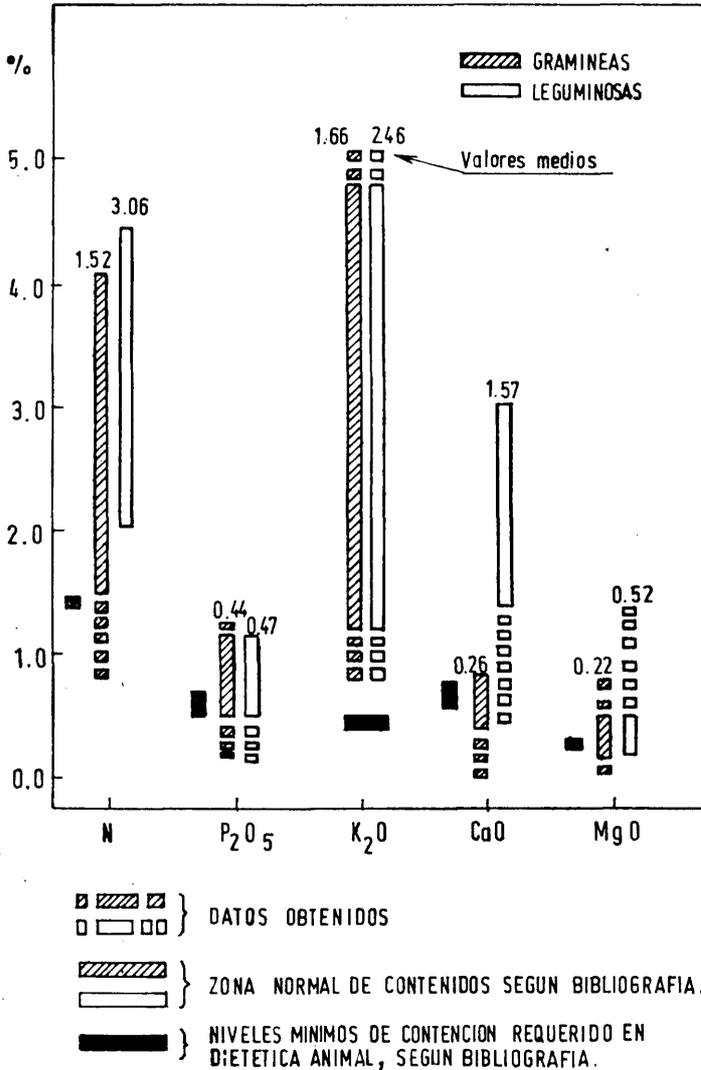


Fig. 6

El contenido medio mineral de leguminosas es superior al de gramíneas.

Existe una diferencia notable en los contenidos en nitrógeno de ambas familias, aunque no tan acusadas como para el calcio. El contenido medio de leguminosas (3,06 %) es doble del contenido medio de gramíneas (1,53 %), siendo los márgenes de fluctuación de estas últimas más amplios que los de las leguminosas. Solamente un 15 % aproximadamente de las gramíneas superan el valor límite inferior encontrado para leguminosas (tabla I). Las distribuciones de las muestras son relativamente homogéneas, según los correspondientes histogramas de frecuencias (fig. 1). En general, tanto gramíneas como leguminosas superan, en su contenido en nitrógeno, los límites exigidos para la alimentación del ganado (1) (figura 6).

Para fósforo, en forma de anhídrido fosfórico, los contenidos medios, así como los márgenes de fluctuación de éstos, son semejantes en una y otra familia (tabla I). En el intervalo de 0,3 % a 0,6 % en anhídrido fosfórico (fig. 1), la distribución para gramíneas es homogénea, en tanto que para leguminosas existe un máximo destacado en el intervalo de 0,4 a 0,5 %. Valores inferiores a 0,5 % en anhídrido fosfórico, según DE WIT y colaboradores (27), sugieren inadecuado suministro de fósforo a la planta en el período vegetativo. Asimismo, diversos autores (1) (14) (22) (26) dan este valor aproximado como contenido mínimo requerido para la alimentación del ganado. Se deduce que en su mayoría (un 70 % de las muestras) tanto gramíneas como leguminosas son deficientes en este elemento.

El potasio presenta unos márgenes de variación en los contenidos semejantes para ambas familias, siendo el valor medio en leguminosas (2,46 % en óxido de potasio) superior al de gramíneas (1,86 %) (tabla I). Los histogramas de frecuencias (fig. 1) indican una máxima densidad de muestras (56 % aproximadamente) en el intervalo de 1,0 a 2,0 % para gramíneas y de 1,5 a 2,5 % (50 % aproximadamente) para leguminosas, correspondiendo un 80 % de las muestras al intervalo de 1,5 a 3,5 % para leguminosas, y este mismo porcentaje aproximado para gramíneas en el intervalo de 1,0 a 2,5 % en óxido de potasio. Tanto las gramíneas como las leguminosas, en general, tienen niveles adecuados en potasio para su normal desarrollo y alimentación del ganado, sin llegar en este último aspecto a niveles tóxicos (3) (27) (fig. 6).

Existe gran diferencia en los contenidos en calcio (hasta seis veces superior, aproximadamente, contenido medio en leguminosas que en gramíneas) entre ambas familias, siendo sus márgenes de variación acusados, con mayor fluctuación relativa para gramíneas (veinte veces aproximadamente) que para leguminosas (menos de diez veces) (tabla I). La distribución de las concentraciones en este elemento para ambas familias, según los correspondientes histogramas de frecuencias (fig. 2), son muy diferentes, siendo la distribución para gramíneas en forma de campana con máximo en el intervalo de 0,2 a 0,3 % en óxido de calcio, con un 35 % de las muestras, mientras que para leguminosas existe un máximo acusado en el intervalo de 1,0 a 2,0 %, al que corresponde el 81 % de las muestras.

De acuerdo con DE WIT y colaboradores (27), el nivel crítico de contenido en calcio para el normal desarrollo de las gramíneas es de, aproxi-

madamente, el 0,10 % (0,14 % en óxido de calcio), y, según los histogramas de frecuencias, el 30 % de las muestras tomadas pertenecientes a esta familia están por debajo de este valor crítico, indicando la existencia de amplias zonas deficientes en este elemento. En general, las gramíneas estudiadas son deficientes en calcio para proveer una alimentación adecuada al ganado en este elemento, cubriendo las necesidades mínimas exigidas por diversos autores (7) (9) (14) la casi totalidad de las muestras de leguminosas (fig. 6).

Asimismo DE WIT y cols. (27) indican como nivel crítico para gramíneas un contenido de 0,10 % en óxido de magnesio (sólo un 2 % aproximado tiene un nivel inferior al indicado). Aproximadamente el 50 % de las gramíneas no alcanzan el nivel mínimo necesario (0,20 % en óxido de magnesio) en el contenido en magnesio, para alimentación del ganado. Todas las leguminosas estudiadas tienen prácticamente un contenido en magnesio adecuado para su normal desarrollo (11) y para la alimentación del ganado (1) (2) (7) (28) (fig. 6).

Para gramíneas, los contenidos medios en calcio y magnesio (fig. 2) en forma de óxidos son aproximadamente iguales, así como sus márgenes de variación en ellos. Sin embargo, los histogramas de frecuencias presentan una distribución de las muestras muy distintas, correspondiendo al intervalo de 0,1 a 0,3 % en óxido de magnesio el 80 % de las muestras, mientras que en este mismo intervalo para óxido de calcio sólo existe un 58 % de ellas.

Se observa una distribución muy semejante de las muestras en los histogramas de frecuencias correspondientes a los óxidos de calcio y magnesio para las familias de las gramíneas y leguminosas, respectivamente.

Como cabía esperar del mayor contenido mineral de las leguminosas, éstas tienen un contenido medio en cenizas (9,5 %) superior al de las gramíneas (7,2 %) con márgenes de variación o histogramas de frecuencias semejantes para ambas familias.

Las diferencias netas que se indicaban para calcio y nitrógeno a nivel de familia se mantiene a nivel de especie, no encontrándose ninguna especie de gramínea cuyo valor de contenido medio en estos elementos supere a alguna especie de leguminosa. Las fluctuaciones de contenido en nitrógeno a nivel de especie son semejantes en gramíneas y leguminosas, destacando *Glyceria fluitans* y *Agrostis castellana* en su mayor y menor fluctuación (figs. 3, 4 y 5).

Para magnesio, asimismo, hay una ordenación predominante de especies de leguminosas en los valores medios superiores, aunque la distinción no es tan neta y algunas gramíneas, como *Bromus mollis* y la plantaginácea *Plantago lanceolata*, ocupan lugares entre las leguminosas (fig. 5).

Para fósforo se advierten unos márgenes de fluctuaciones semejantes para las especies pertenecientes a ambas familias, destacando *Glyceria fluitans* y *Agrostis castellana* por su máxima y mínima fluctuación. La ordenación de las especies, de acuerdo con los valores medios de sus contenidos en anhídrido fosfórico, entremezcla las de las familias de gramíneas y de leguminosas.

Para potasio ocurre algo parecido a lo indicado para fósforo, aunque predominan las especies de leguminosas en los valores medios superiores.

Dentro del género *Trifolium*, corresponde a *Trifolium subterraneum* los valores medios máximos en potasio; a *Trifolium repens*, los de nitrógeno y fósforo, y a *Trifolium leucanthum*, los de calcio y magnesio.

En el género *Poa*, el contenido medio máximo en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio corresponde a *Poa trivialis*. En el género *Medicago*, *Medicago sativa* destaca por sus altos contenidos en calcio y magnesio, siendo superada por *Medicago arabica* en el contenido medio de los demás elementos considerados.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (London, 1966): *The nutrient requirements of farm livestock*, n.º 2 Ruminants: Technical reviews.
- (2) BLAXTER, K. L., y MCGILL, R. F., 1956: *Vet. Rev.* 2, 35.
- (3) BROUWER, E., y BRANDSMA, S., 1953: Medelingen Landbouwhogeschool, 53
- (4) DORRINGTON WILLIAMS, R., 1963: *Minor elements and their effects on the growth and chemical composition of herbage plants*. Mimeo. Publi. 1/1959 (reprinted with addenda 1963). Commonw. Bur. Past. Fld. Crops., p. 89.
- (5) BELLOT RODRÍGUEZ, F., y CASASECA MENA, B., 1966: *Mapa de la vegetación de Salamanca*. Publicaciones del I.O.A.T.O., Salamanca.
- (6) FLEMING, G. A., y COULTER, B. S., 1963: *Mineral elements in pasture plants*. Proc. Ist. Reg. conf. Int. Potash Inst., Wexford (Ireland), 63-70.
- (7) FRENS, A. M., 1950: *Landbouwk, Tijds*, 62.
- (8) HAARANEN, S., 1963: *Nord. Vet. Med.* 15, 536-542.
- (9) *Handleiding mineralonderzoek bij rundvee in de praktijk*. 1963. Ministerie van Landbouw en Visserij.
- (10) HODGSON, J. F.; LEACH, R. M., y ALLAWAY, W. H., 1962: *J. Agric. Fd. Chem.*, 10, 171-174.
- (11) McNAUGHT, K. J., y DOROFAEFF, F. D., 1965: *N. Z. Jl. Agric. Res.*, 8, 555-572.
- (12) MILLER, J. K., y MILLER, W. J., 1960: *J. Dairy Sci.*, 45, 1854.
- (13) MILLER, J. K.; MILLER, W. J., y CLIFTON, C. M., 1962: *J. Dairy Sci.*, 45, 1536.
- (14) MITCHELL, H. H., 1947: *J. Animal Sci.*, 6, 365.
- (15) MITCHELL, H. H., 1957: *Research London*, 10, 357-362.
- (16) ORR, J. B., 1929: *Minerals in pastures and their relation to animal nutrition*. H. K. Lewis & Co., London, p. 165.
- (17) OTT, E. A.; SMITH, W. H.; STOB, M., y BEESON, W. M., 1964: *J. Nutrition* 82, 41.
- (18) REITH, J. W. S., y MITCHELL, R. L., 1964: *The effect of soil treatment on trace element uptake by plants*, en: «Plant analysis and Fertilizer Problems», IV. American Society of Horticultural Science, College Park, Maryland, págs. 241-254.
- (19) RUSSELL, F. C., y DUNCAN, D. L., 1956: *Minerals in pasture: deficiencies and excesses in relation to animal health*. Tech. Commun. 15 Commonw. Bur. Anima. Nutr., p. 170.
- (20) THOMPSON, A., 1953: *Agric. Prog.*, 28, 52-67.
- (21) THOMPSON, A., 1957: *J. Sc. Fd. Agric.*, 8 suppl., 72-80.
- (22) TILLMAN, A. D.; BRETHOUR, J. R., y HANSARD, 1959: *J. Animal Sci.*, 18, 249.
- (23) UNDERWOOD, E. J., 1962: *Trace elements in human and animal nutrition*. 2 dn. edn. Academic Press Inc., New York, p. 429.

- (24) UNDERWOOD, E. J., 1968: *Los minerales en la alimentación del ganado*. Ed. Acribia, Zaragoza, p. 320.
- (25) WHITEHEAD, D. C., 1966: *Nutrient minerals in Grassland herbage*. Mimeo. Publi. 1/1966. Commonw. Bur. Past. Fld. Crops., p. 83.
- (26) WISE, M. B.; SMITH, S. E., y BARNES, L. L., 1958: *J. Animal Sci.*, 17.
- (27) WIT, C. T. DE; TOW, P. G., y EMNIK, G. C., 1966: *Versl. Landbouwk, Onderzoek*, 687.
- (28) WOLTON, K. M., 1963: *N.A.A.S. q. Rev.*, 14, 122-130.

THE MINERAL CONTENT (N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO) IN PLANTS OF PASTURES

S U M M A R Y

The N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO levels in 315 samples of plants grown in semi-natural plant communities (pasture) are analyzed. These samples are classified in families, genera and species, studying the level of nutrients in each of these groups. A classification is also made from the point of view of animal nutrition, according to the criteria of many authors.