

Márgenes de variación edáfica en los pastizales oligotróficos del N-W Salmantino

RAIMUNDO RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, M.^a PURIFICACIÓN GALINDO VILLARDÓN, AMANDA GARCÍA MIRANDA, JOSÉ MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ, y ANGEL PUERTO MARTÍN

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Univ. Salamanca

RESUMEN

Se estudia la composición química y textural de diferentes suelos de pastizales de la zona N-W de la provincia de Salamanca, agrupados en cinco unidades fisionómicas según un gradiente erosión-transporte-sedimentación a lo largo de la vaguada.

Los resultados se representan en un diagrama de texturas y se someten al análisis en componentes principales. Se observa una gradación aunque sin una clara delimitación de las unidades preestablecidas. Se hallan los márgenes de variación entre los que oscilan los valores de las variables estudiadas, consiguiéndose la caracterización de cada unidad. Las variables que mejor definen esta caracterización son las cuatro fracciones granulométricas y los contenidos en CaO, N y materia orgánica.

INTRODUCCIÓN

Es indudable que una de las principales causas del crecimiento y producción primaria en pastizales radica en los factores edáficos.

Los estudios sobre sistemas de flujo de materiales y nutrientes han puesto repetidamente de relieve la importancia capital de las variables hídricas, pero superando su carácter limitante, el interés se centra en el comportamiento de otros componentes del suelo.

Por otra parte, aunque la caracterización de cualquier ecosistema (en nuestro caso de pastizal) debe comprender tipificaciones integradas (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ y DÍAZ PINEDA, 1980), los estudios parciales pueden aportar conocimientos para una mejor comprensión de la totalidad, particularmente en sistemas aparentemente simples, pero realmente complejos. Consecuentes con ambas deducciones, ya aceptadas, se ha intentado aportar alguna evidencia de las mismas, realizando un estudio muy limitado y concreto de suelos dedicados a pastos en el centro-oeste semiárido español (provincia de Salamanca).

Las muestras de suelo analizadas proceden del N-W de la provincia de Salamanca (comarca de Vitigudino). Se trata de una zona con pendientes suaves, cuyo estrato litológico, muy homogéneo, está compuesto casi exclusivamente por granitoides (MARTÍNEZ, 1974; JIMÉNEZ y ARRIBAS, 1979), y en la que el clima varía de subhúmedo frío en la parte este a subhúmedo fresco en la oeste (OLIVER y LUIS, 1979). En la cartografía de GARCÍA RODRÍGUEZ y cols. (1979) queda incluida dentro de los cambisoles húmicos, encontrándose la fase gleyca en aquellos lugares que presentan encharcamiento temporal.

La ecotonía existente entre el encinar (*Quercus rotundifolia* Lam.) y el robledal (*Quercus pyrenaica* Willd.) no supone cambios en la modalidad de utilización, apareciendo en ambos casos una diversificación de cultivos y pastizales adhesionados (BELLOT y CASASECA, 1966; GÓMEZ GUTIÉRREZ y cols., 1982 a, b).

La separación de cinco *unidades* (*vaguada alta*, *vaguada media*, *vaguada baja*, *pastizal* y *vega* marginal de arroyo) (Fig. 1) se basa tanto en los caracteres fisionómicos ligados a la diferencia de especies y sus proporciones en la cubierta vegetal de cada una de ellas como en el dinamismo, función de la geomorfología (GÓMEZ GUTIÉRREZ y cols., 1982 b). La erosión-transporte de los suelos de la unidad de *pastizal* conduce al depósito en las *vaguadas*, tanto más acusado cuanto más baja de nivel sea su posición topográfica. La alternancia de *vaguadas* en distintos enclaves topográficos contribuye a la vectorialidad del flujo. Las denominadas *vegas*, corresponden en realidad a áreas de sedimentación de materiales gruesos (arenas en su mayor parte) que se sitúan en las inmediaciones de los arroyos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La elección de las *unidades* y localidades de muestreo se realizó durante el año 1981, tomándose los 25-30 centímetros superficiales del suelo. La no inclusión en este estudio de suelos procedentes de

diferentes fases de la sucesión secundaria es debido a la pretensión de observar solamente las diferencias en la composición edáfica en zonas relativamente estabilizadas. Se realizaron 7 tomas en *vegas*, 13 en *vaguadas bajas*, 25 en *vaguadas medias*, 23 en *vaguadas altas* y 30 en *pastizales*.

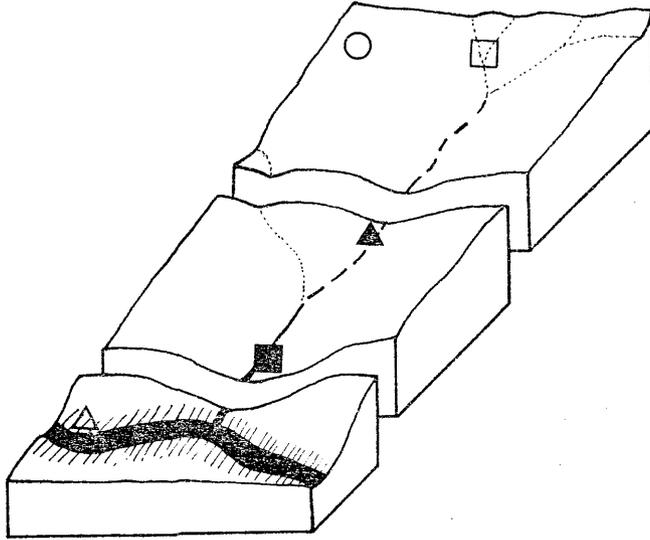


Fig. 1.—Separación fisionómica de las unidades. (Leyenda: triángulo blanco, vegas; círculos, pastos; cuadrado blanco, vaguada alta; triángulo negro, vaguada media; cuadrado negro, vaguada baja).

Los análisis de las fracciones granulométricas (arenas gruesa y fina, limo y arcilla) y composición química (pH, materia orgánica, N, relación C/N, P_2O_5 , K_2O y CaO asimilables) se realizaron en el Laboratorio de análisis de suelos del C.E.B.A. de Salamanca, según las técnicas usuales (DUQUE MACÍAS, 1970).

La textura se determinó mediante el diagrama triangular del U.S.D.A. (Soil Survey Staff, 1951).

Los datos obtenidos se sometieron al análisis en componentes principales (HARMAN, 1976).

Para lograr una clara delimitación de las unidades, no conseguida mediante el análisis en componentes principales, se hallan los márgenes de variación entre los que pueden oscilar los valores de las variables estudiadas, para cada *unidad*. Se determina en primer lugar qué medida de centralización es más adecuada para representar a cada variable. A continuación, si las distintas muestras pueden con-

siderarse extraídas, o no, de la misma población. El estudio se hace para cada variable por separado. En los casos en que las muestras resultan ser heteroscedásticas (test de HARTLEY, 1950, corroborado con el test de BARTLETT, 1937 cuando fue oportuno) o no normales (test χ^2 cuando es posible, test de DAVID y cols., 1954) se aplica el test no paramétrico de KRUSKAL y WALLIS (1952). Cuando son homoscedásticas y normales se realiza el análisis de la varianza (tiene la ventaja frente a los tests no paramétricos de que disminuye el error tipo II). Para las variables en que se detectan diferencias entre las muestras se calculan los intervalos de confianza de la medida de centralización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis textual (Fig. 2) se aprecia una gradación desde la textura arenosa que presenta una *vega*, hasta la arcillosa de una *vaguada baja*. Aunque la mayor parte de las *vaguadas altas*, las *vaguadas medias* y los *pastizales* se sitúan en la zona correspondiente a la textura franco-arenosa, estos últimos, en su mayoría se encuentran más próximos a texturas arenoso-francas, mientras que las *vaguadas medias* y *altas* se acercan más a las francas y franco-arcillo-arenosas. Parece claro que el flujo de agua entre los *pastizales* y las *vaguadas bajas* arrastra de los primeros las fracciones finas que se depositan en los segundos. Las situaciones intermedias (*vaguadas medias* y *altas*) son zonas de transporte en las que el predominio del fenómeno erosión o sedimentación es debido, en gran medida, al caudal de agua que recorra la *vaguada*, a su inclinación y al grado de cobertura de la vegetación. La situación intermedia de estas *unidades* entre *pastizales* y *vaguadas bajas* indica, en la mayoría de los casos, un equilibrio entre ambos fenómenos.

La gran abundancia relativa de las fracciones gruesas en las *vegas* se produce como consecuencia de las crecidas que experimentan los arroyos en las épocas de lluvias y en las que arrastran materiales de diversos calibres. Al calmarse las aguas se depositan las partículas de mayor tamaño (arenas), mientras las menores (límos y arcillas) siguen siendo transportadas aguas abajo.

En el análisis en componentes principales de las once variables edáficas estudiadas, los porcentajes de varianza absorbida por los tres primeros ejes son:

$$I = 47,02 \% \quad II = 18,05 \% \quad III = 10,84 \%$$

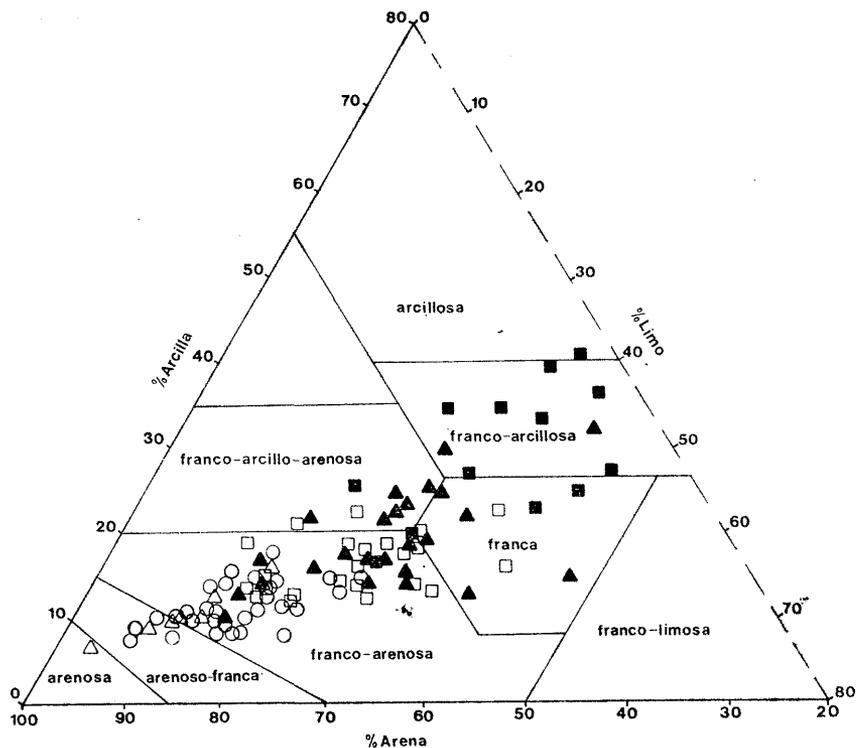


Fig. 2.—Diagrama de texturas U.S.D.A. (Leyenda igual a Fig. 1).

La distribución según los dos primeros ejes se presenta en la figura 3. Se pueden observar en los extremos del primer eje dos grandes grupos que corresponden, en la parte positiva, a las *vaguadas bajas*, y en la negativa a los *pastizales* y las *vegas*. Entre ambos se encuentran las *vaguadas medias* y *altas*, con una superposición de ambas, aunque tendiendo las primeras a situarse en la parte positiva y las segundas en la negativa. Esta gradación se puede considerar, como hemos visto, debida a la textura, ya que las fracciones granulométricas tienen factores de carga de elevado valor absoluto, negativo en el caso de la arena gruesa y positivo para arcilla y limo. Sin embargo, la materia orgánica (M.O.) y el nitrógeno son las dos variables que tienen un mayor valor del factor de carga en este eje (superiores a 0,9, frente a los valores comprendidos entre 0,8 y 0,9 de la arena gruesa, el limo y la arcilla). La existencia de altos índices de correlación entre estas cinco variables (significativos para el 1 % y el 5 %), es lo que permite su presencia con valores superiores a 0,8 de sus

factores de carga, en el primer eje. La cantidad de CaO asimilable también presenta un elevado factor de carga positivo en este eje. (Tabla I).

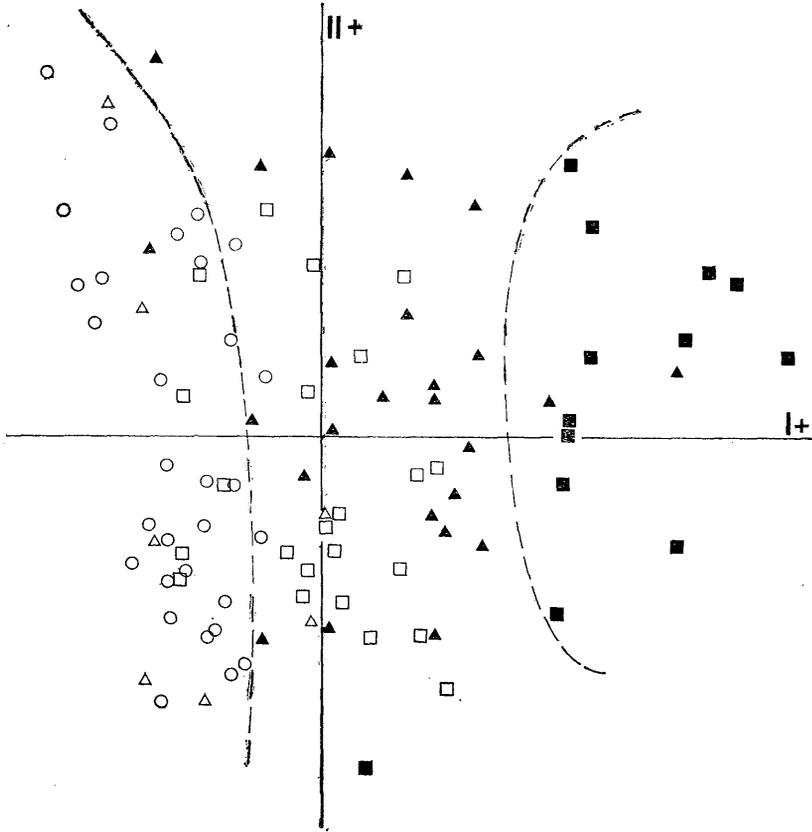


Fig. 3.—Ejes I y II del análisis en componentes principales. (Leyenda igual a Fig. 1).

Para la caracterización de las *unidades* estudiadas se halla una medida de centralización de todas las variables, en cada una de ellas. La media aritmética resulta ser la más apropiada (coeficiente de variación de Pearson bajo) en la mayoría de los casos. Las excepciones son el contenido en P_2O_5 y K_2O en las que utilizamos la mediana (distribuciones asimétricas).

El análisis de la varianza da como resultado (altamente significativo) que en el caso del pH y la relación C/N las muestras podrían considerarse extraídas de la misma población. Es decir, no contribuyen a diferenciar las *unidades*. Por ello se halla el intervalo de

confianza para la media poblacional en ambos casos, obteniéndose los siguientes valores:

$$\begin{aligned} & \text{pH (5,10, 5,22)} \\ & \text{C/N (11,59, 12,25)} \end{aligned}$$

TABLA I

FACTORES DE CARGA PARA LOS TRES PRIMEROS EJES EN EL ANALISIS EN COMPONENTES PRINCIPALES

	EJE I	EJE II	EJE III
pH	-.027	.777	-.331
CaO	.777	.382	-.180
M.O.	.915	.031	.174
N	.907	.019	.014
C/N	.047	.111	.499
P ₂ O ₅	-.083	.206	.726
K ₂ O	.286	.727	-.115
Arena gruesa	-.877	-.054	-.167
Arena fina	-.380	.610	.307
Limo	.818	-.286	-.015
Arcilla	.875	-.113	.015

Para el resto de las variables (excluidas P₂O₅ y K₂O) se encontraron diferencias. Se calcularon los intervalos de confianza para la media en todas ellas (Fig. 4).

Para el P₂O₅ y K₂O se utilizó el test de KRUSKAL & WALLIS (1952). No se detectaron diferencias. Estas variables, por tanto, tampoco contribuyen a la diferenciación. Se calcularon los intervalos de confianza medianos para estas variables, llegándose a la conclusión de que el intervalo de confianza para el valor paramétrico (mediano) en el caso del P₂O₅ es (1, 1,27) y en el caso del K₂O (10, 12,1), ambos valores expresados en mg/100 gr.

Se observa la intersección no vacía de los intervalos de confianza entre las distintas unidades (Fig. 4). Este solapamiento ya se preveía en el análisis en componentes principales. Excluidas las intersecciones se encuentra la caracterización de cada *unidad* fisionómica basándose en las siete variables diferenciadoras (Tabla II).

Los valores que caracterizan a las *vegas* en el caso del CaO, la arena gruesa y la arcilla son la unión de dos intervalos debido a que entre el extremo superior del intervalo inferior y el extremo inferior del intervalo superior existe solapamiento con otras *unidades*. En ocasiones no hay ningún valor de una variable que caracterice sólo a una *unidad*, bien porque sus valores se hallen comprendidos den-

tro de otro intervalo, o bien porque otros dos intervalos solapados entre sí, contengan todos los valores de dicha unidad.

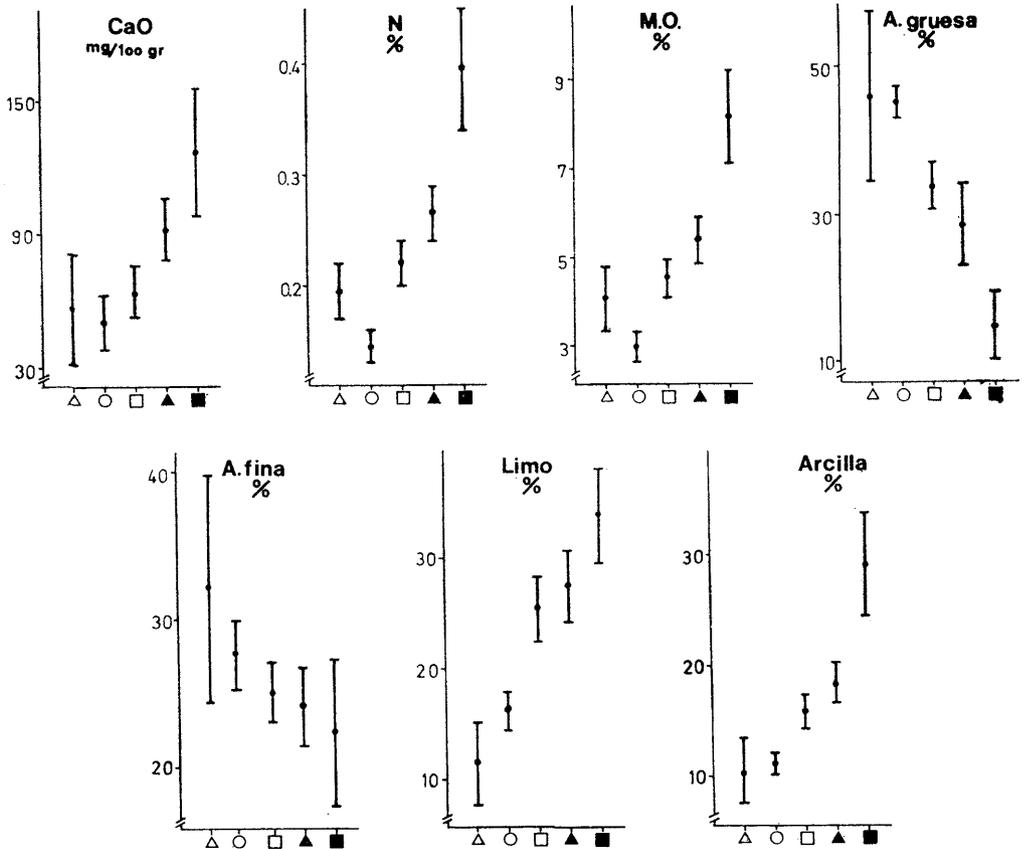


Fig. 4.—Intervalos de confianza y medidas de las siete variables homoscedásticas. (Leyenda igual a Fig. 1).

En el caso de las siete variables en que se han encontrado diferencias significativas entre las medias, se puede apreciar que existe en todas ellas una gradación de sus valores desde el *pasto* hasta la *vaguada baja*, bien ascendente (CaO, M.O., N, limo y arcilla), bien descendente (arenas). Las *vegas* se sitúan próximas a los pastos, continuando la gradación en el caso de las fracciones granulométricas (presentan las medias más altas en arenas y las más bajas en limo y arcilla), mientras que en los contenidos en CaO, M.O. y N presentan valores intermedios entre las *vaguadas altas* y los *pastos*. La mayor cantidad de fitomasa herbácea que existe en las *vegas* respecto a

TABLA II

CARACTERIZACION PARA CADA UNIDAD FISIONOMICA SEGUN LAS SIETE VARIABLES DIFERENCIALES

	VEGA	Pastizal	Vaguada alta	Vaguada media	Vaguada baja
CaO mg/100 gr.	(31,7 - 38,29) U (76,68 - 78,34)	—	—	(81,6 - 98,49)	(107,49 - 155,94)
M.O. %	(3,32 - 4,03)	(2,65 - 3,31)	(4,78 - 4,89)	(4,96 - 5,91)	(7,12 - 9,22)
N %	(0,17 - 0,20)	(0,13 - 0,16)	—	(0,24 - 0,29)	(0,34 - 0,45)
Arena gruesa %	(37,03 - 43,19) U (47,43 - 57,37)	—	(34,33 - 34,37)	(25,17 - 30,63)	(10,35 - 19,48)
Arena fina %	(29,94 - 39,76)	—	(22,99 - 24,34)	(21,39 - 22,90)	(17,27 - 21,39)
Limo %	(7,62 - 14,20)	(15,0 - 17,9)	(22,35 - 24,13)	(28,32 - 29,55)	(30,60 - 38,02)
Arcilla %	(7,54 - 10,04) U (12,13 - 13,43)	—	(14,31 - 16,53)	(17,33 - 21,10)	(24,39 - 33,63)

Nota: Los intervalos vacíos indican que no hay ningún valor de la variable en cuestión que sea característico, sólo, de esa unidad fisionómica.

ellas se explica atendiendo principalmente a la cantidad de agua disponible. El agua retenida por el suelo y utilizable por las plantas en los *pastos* y las *vaguadas altas* es bajo en las épocas en que la temperatura favorece en gran medida su desarrollo (finales de primavera y verano) y su producción, por tanto, pequeña. En las *vegas* el agua utilizable en esa estación es aún considerable (salvo los casos de extrema sequía), puesto que en el caso de que el arroyo no tenga una corriente continua (lo que ocurre a finales de primavera) suelen quedar pequeñas lagunas en él que tardan en desaparecer. La mayor producción vegetal en estas zonas lleva como consecuencia un aumento en la cantidad de restos orgánicos produciendo acumulación de M.O. y N en el suelo. Los materiales finos arrastrados periódicamente por las crecidas van a llevar consigo una parte importante de la materia orgánica y del nitrógeno, con lo que sus valores permanecen próximos a los de *pastos* y *vaguadas altas*.

Se aprecia el dinamismo existente en las *vaguadas*, causado por un flujo hídrico con el consiguiente traslado de materiales, ya explicado al tratar los resultados de la textura. Sin embargo al ser el proceso gradual, sin poder delimitar claramente las *unidades*, se produce el ya mencionado solapamiento de los intervalos de confianza que se produce en todas las variables.

Es interesante destacar la similitud existente entre los resultados obtenidos mediante los dos métodos anteriores y en este estudio. Las variables con mayor factor de carga (en valor absoluto) para el eje I en el análisis en componentes principales son las que presentan una diferencia significativa entre sus medias. Como vimos el eje I era el que separaba las distintas *unidades*. Las variables con factores de carga elevados en el resto de los ejes corresponden a las consideradas como pertenecientes a una sola población. Las fracciones granulométricas se pueden emplear también para separar las *unidades*, como se intuye en el diagrama de texturas.

El valor del pH, que en algunos trabajos aparece como un reflejo de la discriminación de parcelas según un gradiente erosión-deposición (RUIZ y cols., 1981) en nuestro caso permanece casi constante en todas las *unidades*. El basamento litológico del suelo (constituido casi exclusivamente por granitoides) origina una acidez edáfica que no va a permitir una influencia del suelo modificadora de dichos valores. La única posibilidad de alteración parte del hombre, mediante el abandono o encalado.

Otra de las variables que no discrimina las distintas *unidades* es la relación C/N. Esto es obvio como ya se indicó al hablar del análisis en componentes principales, pues existe una fuerte relación entre

el contenido en ambos elementos. Al observar los intervalos de confianza para N y M.O. (la determinación de C y M.O. se realiza mediante la misma técnica y entre ellos existe un factor de transformación) vemos que crecen ambos en el mismo sentido.

Los casos del P_2O_5 y del K_2O son más complicados y la explicación de los resultados más difícil. El abonado con superfosfatos de una o varias zonas que desagüen a través de la vaguada puede producir un aumento considerable en estos dos elementos en todas las *unidades* estudiadas. En lugares no abonados los valores permanecen menores.

BIBLIOGRAFIA

- BARTLETT, M. S. (1937). Properties of sufficiency and statistical test. *Proc. Roy. Soc. A.* 160: 268-282.
- BELLOT RODRÍGUEZ, F. y CASASECA MENA, B. (1966). *Mapa de la vegetación de Salamanca*. C.E.B.A. Salamanca.
- DAVID, H. A., HARTLEY, H. O. y PEARSON, E. S. (1954). The distribution of the ratio, in a single normal sample, of range to standard deviation. *Biometrika* 41: 482-493.
- DUQUE MACÍAS, F. (1970). *Estudio químico de suelos y especies pratenses y pascícolas de comunidades seminaturales de la provincia de Salamanca*. Tesis doctoral. Univ. Salamanca.
- GARCÍA RODRÍGUEZ, A. y cols. (1979). Suelos. *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. 1. Estudio fisiográfico descriptivo. 3 fasc.:* 65-100.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M., LUIS CALABUIG, E. y PUERTO MARTÍN, A. (1978). El sistema de vaguada como unidad de estudio en pastizales. *Rev. Pastos* 8 (2): 219-236.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ y cols. (1982, a). Estudio integrado del territorio comprendido en la hoja núm. 476 (1:50.000; I.G.C.) del N-W salmantino (Sur de Vitigudino). *Provincia de Salamanca* 3: 91-116.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ y cols. (1982, b). Estudio integrado del territorio comprendido en una hoja 1:50.000 (I.G.C.) del N-W de la provincia de Salamanca. *Anu. C.E.B.A. Salamanca, vol. VIII:* 121-150.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. y DÍAZ PINEDA, F. (1980). Bases para la tipificación integrada de los pastizales de dehesa. *Rev. Pastos* 10 (1): 20-43.
- HARMAN, H. H. (1976). *Modern factor analysis*. 3.^a ed. Univ. Chicago Press. Chicago.
- HARTLEY, H. O. (1960). The maximum F-ratio as a short cut test for heterogeneity of variance. *Biometrika* 37: 308-312.
- JIMÉNEZ, E. y ARRIBAS, A. (1979). Esquema geomorfológico de la provincia de Salamanca. *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. 1. Estudio fisiográfico descriptivo. 3 fasc.:* 53-64.

- KRUSKAL, W. H. y WALLIS, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J. Am. Stat. Assoc.* 47: 583-621.
- MARTÍNEZ, F. J. (1974). Estudio petrológico de la parte occidental de la provincia de Salamanca. *Trabajo de Geología núm. 7*. Facultad de Ciencias. Univ. Oviedo.
- OLIVER MOSCARDÓ, S. y LUIS CALABUIG, E. (1979). Factores termopluviométricos. *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. 1. Estudio fisiográfico descriptivo. 3 fasc.:* 101-155.
- RUIZ, M. y cols. (1981). Estructura de pastizales del área basal del Guadarrama (Sistema Central) y su relación con factores abióticos. *Anal. Edaf. Tomo XL (1-2):* 91-110.
- SOIL SURVEY STAFF (1951). *Soil survey manual*. U. S. Department of Agriculture. Washington D. C.

EDAPHIC VARIATION MARGINS IN OLIGOTROPHIC PASTURES OF THE N-W ZONE OF SALAMANCA (SPAIN)

SUMMARY

A study was carried out on the chemical and textural composition of different pastures soils of the N-W zone of the province of Salamanca (Spain) grouped into 5 physionomic units according to the erosion-transport-sedimentation along the thalweg.

The results, expressed in a texture diagram, were subjected to analysis of the principal components. Differentiation, though with poorly defined limits, was observed in the preestablished units. A study was made of the variation margins between which the values of the variables studied ranged and the characterization of each unit was established. Those variables which best defined such a characterization were the 4 granulometric fractions and CaO, N and organic matter contents.