

Estudio ecológico comparado de los jarales de Madrid, IV. Contenido del suelo en carbono y nutrientes

José Manuel Moreno (*)

Resumen: Moreno, J. M. *Estudio ecológico comparado de los jarales de Madrid, IV. Contenido del suelo en carbono y nutrientes. Lazaroa, 8: 275-292 (1985).*

Se estudian las características químicas de los suelos de 29 parcelas pobladas por distintas unidades de jaral de *Cistion laurifolii* localizadas en la provincia de Madrid. Se analizan los contenidos en carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y cationes asimilables. Se discute la variabilidad de cada una de estas variables en relación con las comunidades vegetales, así como su distribución en profundidad. Se comparan los estadios dinámicos del jaral frente al cantuesal así como el conjunto de parcelas para la totalidad de variables estudiadas por medio de técnicas multivariable, discutiéndose las principales tendencias de variación en relación con las distintas comunidades vegetales.

Abstract: Moreno, J. M. *Ecological comparative study of the rock-rose scrubs of Madrid, IV. Soil carbon and nutrients content. Lazaroa, 8: 275-292 (1985).*

Chemical qualities of the soils of 29 plots grown by different rock-rose scrubs (*Cistion laurifolii*) located in the province of Madrid have been investigated. Organic carbon, nitrogen and soluble phosphorus and cations have been analyzed. The variability within each plot was previously determined. Each variable is discussed in relation to the different communities, as well as its downward distribution. Dynamic stages of adult scrub and young dwarf-scrub are compared as well as the soils as for their whole chemical characteristics by means of multivariable techniques pointing out their differing tendencies in relation to the vegetation units.

INTRODUCCION

Presentamos en este trabajo los resultados del estudio de la naturaleza química de los suelos de los jarales de *Cistion laurifolii* de la provincia de Madrid,

(*) System Ecology Research Group. College of Sciences. San Diego State University. San Diego, U.S.A.

aportando datos relativos a los contenidos en carbono, nitrógeno y fósforo en cationes asimilables; completamos así el estudio de la naturaleza de los suelos de estas comunidades (MORENO, 1984b, 1985).

De los elementos analizados se presentan tanto sus concentraciones como su contenido total por unidad de volumen (existencias totales), que es una expresión más adecuada a efectos comparativos al incluir la distinta densidad de cada suelo. Para ello se han realizado las oportunas conversiones de peso a volumen, en nuestro caso kilogramos (kg) o toneladas (tn) por hectárea (ha) y centímetro (cm), previa determinación de los contenidos en tierra fina (MORENO, 1985; STEUBING, 1965). Asimismo, y con objeto de valorar las proporciones relativas de los distintos cationes, hemos procedido a calcular su porcentaje relativo al del conjunto de los tres determinados (Ca, Mg, K).

El área de estudio, comunidades vegetales y métodos numéricos han sido descritos anteriormente (MORENO, 1984a) (en la tabla 1 se recoge un resumen de las unidades de vegetación y los símbolos que se utilizan) así como la toma de muestras (MORENO, 1985). Inicialmente, se tomaron cinco muestras por parcelas, sobre las cuales se estimó la dispersión de cada variable, y a partir de ésta, el número de muestras requerido para obtener un determinado error previamente fijado (véase más adelante). Posteriormente, y en base a dichos cálculos, se volvieron a tomar 15 muestras por parcela, sobre cuya mezcla se realizaron todos los análisis que se presentan.

Tabla 1

Relación de las unidades de jaral estudiadas, parcelas de cada una, abreviaturas y símbolos utilizados en el texto y figuras

Símbolo	Abreviatura	Sintaxon	Parcelas
	R-C lad	<i>Rosmarino-Cistetum ladaniferi</i>	
▽	R-C typ	<i>typicum</i>	AB, EP, JA, PA, SA, SB, TB, VA, VB
△	R-C gen	<i>genistetosum hirsutae</i>	VI, VP, VT
▲	R-C cyt	<i>cytisetosum scoparii</i>	CC, EA, EB, LA, LB, TC
☉	R-C cis	<i>cistetosum cyprii</i>	JB, PB
	S-C lau	<i>Santolino-Cistetum laurifolii</i>	
●	S-C typ	<i>typicum</i>	JC, MA, MB, NA, PC
○	S-C cyp	<i>cytisetosum purgantis</i>	NB
◆	H-C lau	<i>Halimio-Cistetum laurifolii</i>	DA, DB, HS
◇	T-C cti	<i>Thymo-Halimietum commutati</i>	AA
□	A-C lad	<i>Argyrobium-Cistus ladanifer</i> (com.)	TA

El carbono orgánico se analizó según el método de Walkley & Black (Comisión de Métodos Analíticos, 1973); el nitrógeno total según la misma recomendación: mineralización por el método Kjeldahl y valoración en un sistema

autoanalizador Technicon (CADAHA, 1973); el fósforo asimilable se obtuvo por el método de BURRIEL & HERNANDO (1950), y valoración en el autoanalizador citado; los cationes asimilables se extrajeron con acetato de amonio 1 N a pH 7, según el método recomendado por la Comisión de Métodos Analíticos (1976); el calcio y potasio se valoraron por espectrofotometría de llama y el magnesio por espectroscopía de absorción atómica, previa adición de acetato de estroncio para evitar interferencias. Los datos de éstos se obtienen en forma de Ca, Mg y K_2O ; este último lo presentamos como K excepto en el cálculo de la dispersión intraparcela. Todos los análisis se hicieron por partida doble, siendo admitidos siempre que el coeficiente de variación fue inferior al 10%.

VARIABILIDAD INTRAPARCELA

Para valorar la dispersión de los distintos elementos a analizar dentro de cada parcela, elegimos un número de ellas sobre las que analizamos cada variable en las cinco muestras individuales inicialmente tomadas. Asimismo, procedimos a valorar en qué medida los análisis individuales podrían sustituirse por el de la mezcla del conjunto de muestras presentando el coeficiente de variación (CV) entre la media de las cinco muestras individuales y el análisis de la muestra mezcla, sólo para las concentraciones, ya que en las existencias los contenidos en tierra fina se analizaron todos en base a las cinco muestras individuales.

La tabla 2 recoge los resultados de este análisis preliminar. Hemos separado en dos bloques dichos datos: para el carbono, nitrógeno, relación C/N y fósforo asimilable la variabilidad por parcela fue relativamente alta, necesitándose en muchos casos un número mayor de muestras que las cinco sobre las que se efectuó el cálculo de n . En general, 10 muestras hubiesen asegurado el margen de error del 10% fijado, aunque hubo siempre alguna parcela desviante. La mayor dispersión la presentó el fósforo asimilable, con teóricos en torno a 15, que, en vista de lo cual, fue el valor que se decidió tomar por cada parcela de forma que se asegurasen los datos de las distintas variables. Un dato de interés fue que la relación C/N se mantuvo relativamente estable dentro de cada parcela. El segundo bloque de variables, relativas a los cationes asimilables, presentó una variabilidad mucho menor, pues en la mayoría de los casos 5 muestras hubiesen sido suficientes, tanto para las concentraciones como para las existencias totales.

La sustitución de los análisis individuales por la mezcla de muestras arrojó resultados satisfactorios en la mayoría de los casos, particularmente para los cationes asimilables, ya que en ningún caso el coeficiente de variación fue superior al 10%, margen de error admitido en cada análisis. La mayor variación la presentaron los datos de carbono y la relación C/N, aunque en este caso, al tratarse de un cociente, pequeñas variaciones debidas al propio método de análisis pueden repercutir notablemente. En conjunto, la mayor parte de los datos

Tabla 2

Número de muestras teórico por parcela y variable para obtener un error de muestreo $P=10\%$, calculado en base al análisis de cinco muestras por parcela, y coeficiente de variación entre el análisis individual de las cinco muestras y el de la mezcla resultante.

PA	Prof.	Carbono			Nitrógeno			C/N		Fósforo		
		n_1	CV	n_2	n_1	CV	n_2	n_1	CV	n_1	CV	n_2
VA	0- 5 cm	7	1	8	10	2	11	2	1	10	3	13
VA	5-15 cm	5	10	4	3	5	3	2	15	13	3	14
JC	0- 5 cm	19	1	8	20	8	7	2	8	4	5	2
JC	5-15 cm	4	17	5	2	1	2	2	18	13	2	13
MA	0- 5 cm	3	2	2	2	5	1	2	4	4	8	6
MA	5-15 cm	3	1	2	4	1	4	2	3	14	0	14
HS	0- 5 cm	2	1	1	2	5	1	1	4	4	6	2
HS	5-15 cm	7	10	9	6	1	8	1	7	2	0	4
VI	0- 5 cm	4	.	3	2	.	1	2	.	8	.	7
VI	5-15 cm	1	.	1	5	.	6	1	.	14	.	15
NB	0- 5 cm	2	.	2	7	.	3	2	.	17	.	14
NB	5-15 cm	8	.	12	1	.	2	2	.	7	.	13
DB	0- 5 cm	9	.	8	2	.	2	2	.	9	.	8
DB	5-15 cm	1	.	1	1	.	1	2	.	2	.	2

PA	PROF.	Calcio			Magnesio			Potasio			Ca %		MG %		K %	
		n_1	CV	n_2	n_1	CV	n_2	n_1	CV	n_2	n	CV	n	CV	n	CV
VA	0- 5 cm	3	8	3	2	6	3	1	5	2	1	1	1	4	1	1
VA	5-15 cm	2	3	1	3	0	3	1	0	2	1	1	4	1	1	2
MA	0- 5 cm	3	5	1	4	3	2	3	3	2	1	1	2	2	2	0
MA	5-15 cm	1	0	2	2	5	1	9	0	7	1	1	3	4	7	2
HS	0- 5 cm	5	1	2	3	0	2	5	3	3	1	1	3	1	3	3
HS	5-15 cm	3	4	3	1	0	1	3	0	3	1	1	2	2	3	1

PA = Parcela; PROF = Profundidad.

$\sigma - n$ = Número de muestras para $P=10\%$ (1. sobre datos de concentración; 2. sobre datos en peso/ ha. cm).

CV = Coeficiente de variación \bar{x}_5/M_5 (media de 5 muestras frente a la mezcla de las mismas, a partir de datos de concentración).

avalan la sustitución de los análisis por la mezcla, máxime si tenemos en cuenta que analizar quince muestras individuales por parcela y horizonte hubiesen hecho prácticamente inviable este tipo de trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Carbono orgánico

La característica más sobresaliente de los suelos de los jarales frente a este elemento fue su extremada pobreza (figura 1), de forma que un 25% de las parcelas estudiadas no llegaron al 1% en su horizonte superior, mientras que más de la mitad de los horizontes inferiores no llegaron a dicho porcentaje. La expresión en reservas totales no supuso grandes variaciones al ser los contenidos en tierra fina próximos a la unidad. Normalmente, las parcelas con mayores concentraciones en carbono disminuyeron existencias totales al ser sus suelos menos pesados.

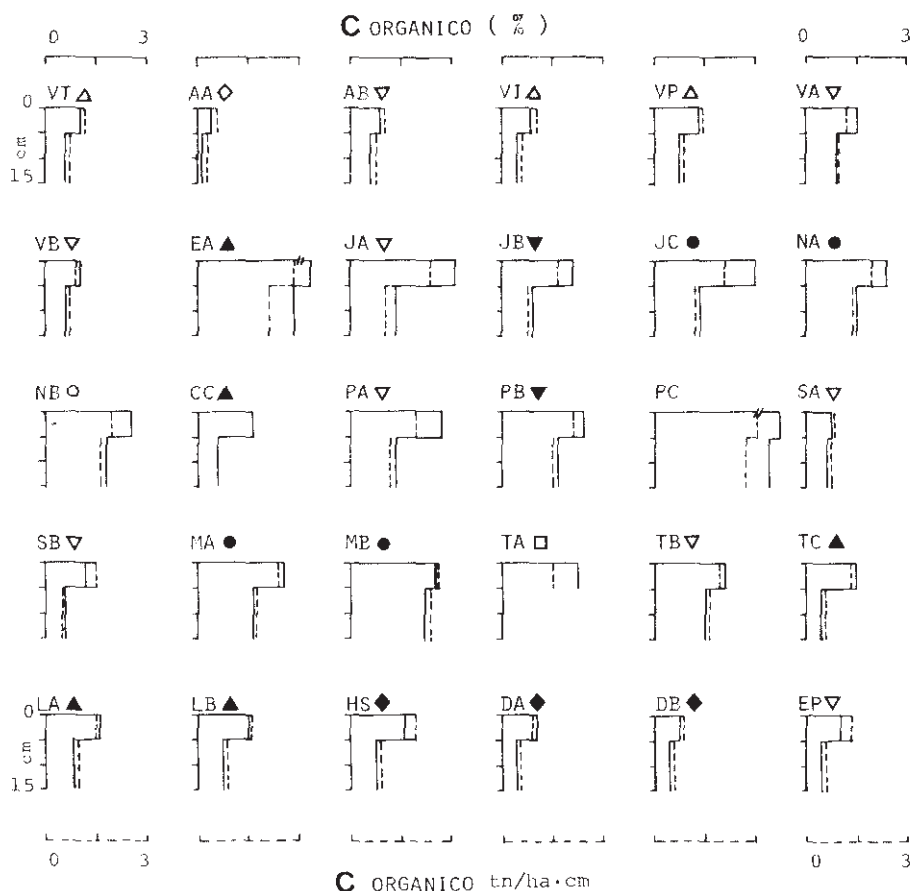


Fig. 1.—Contenido en carbono orgánico de los suelos de las parcelas de jaral estudiadas. (Síntaxones y símbolos en Tabla 1.)

Extremadamente pobre fue la parcela de T-H cti (AA), con escasamente 0,5% en el nivel superior. También presentaron niveles muy bajos algunas parcelas de H-C lau (DB). Por el otro extremo, resaltan los relativamente altos niveles de las dos parcelas sobre pizarras (TA, TB), notables en la primera, pues se trata de un suelo con poco más de 5 cm de potencia. Los mayores contenidos se presentaron en parcelas de S-C lau (PC), que, como conjunto, fue la asociación con niveles más altos. Las parcelas de R-C lad presentaron niveles algo inferiores, aún cuando alguna parcela se saliese de la norma (EA, R-C cyt). Resaltan, asimismo, los bajos niveles medios de las tres parcelas de H-C lau, y que denotan un grado de desarrollo edáfico bajo de las parcelas elegidas de esta asociación.

El carbono tiende a acumularse en superficie, aunque comparativamente las diferencias entre horizontes son más claras en las parcelas de R-C lad que en las de S-C lau debido a que la dinámica edáfica progresa más en profundidad en esta última, o a que el propio matorral se desarrolla a partir de suelos más ricos en este elemento, siendo por tanto sus contenidos medios en profundidad más altos que en las de la anterior asociación.

Nitrógeno total

Acordes con los contenidos en carbono, las cantidades de nitrógeno de estos suelos fueron muy bajas (figura 2), con promedios de 0,117 y 0,076 para el nivel superior e inferior, respectivamente. Los valores extremos correspondieron, al igual que en el caso anterior, a AA (T-H cti) con 0,021% en el nivel inferior y a PC (S-C lau) con 0,256 en el nivel superior, éstos es, un rango de variación superior a un orden de magnitud.

Por asociaciones, los datos son similares a lo descrito para el carbono; sólo señalar los datos de las parcelas sobre pizarras (TA, TB) que de nuevo constatan sus altos contenidos. Asimismo, señalar la influencia del grado de desarrollo de las tres parcelas de H-C lau, de menor (DB) a mayor (HS), que coincide con otros resultados de suelo y agua edáfica (MORENO, 1984a, 1985).

Relación C/N

Los promedios fueron bajos (15,5 y 13,9, para los dos niveles, superior e inferior, respectivamente) (figura 3). El rango es, no obstante, amplio, desde 12,4 a 20,2, lo que implica condiciones de descomposición de la materia orgánica muy diferentes. No obstante, al no haber tomado las muestras según la gradación edáfica, estos datos han de interpretarse con cierta cautela, ya que una muestra puede contener horizontes edáficos distintos. Las mayores relaciones C/N se obtuvieron en aquellas parcelas con altos contenidos en carbono, y viceversa, lo cual, por una parte, está en consonancia con lo anterior, ya que contenidos más altos también implican un mayor desarrollo del horizonte, y, por

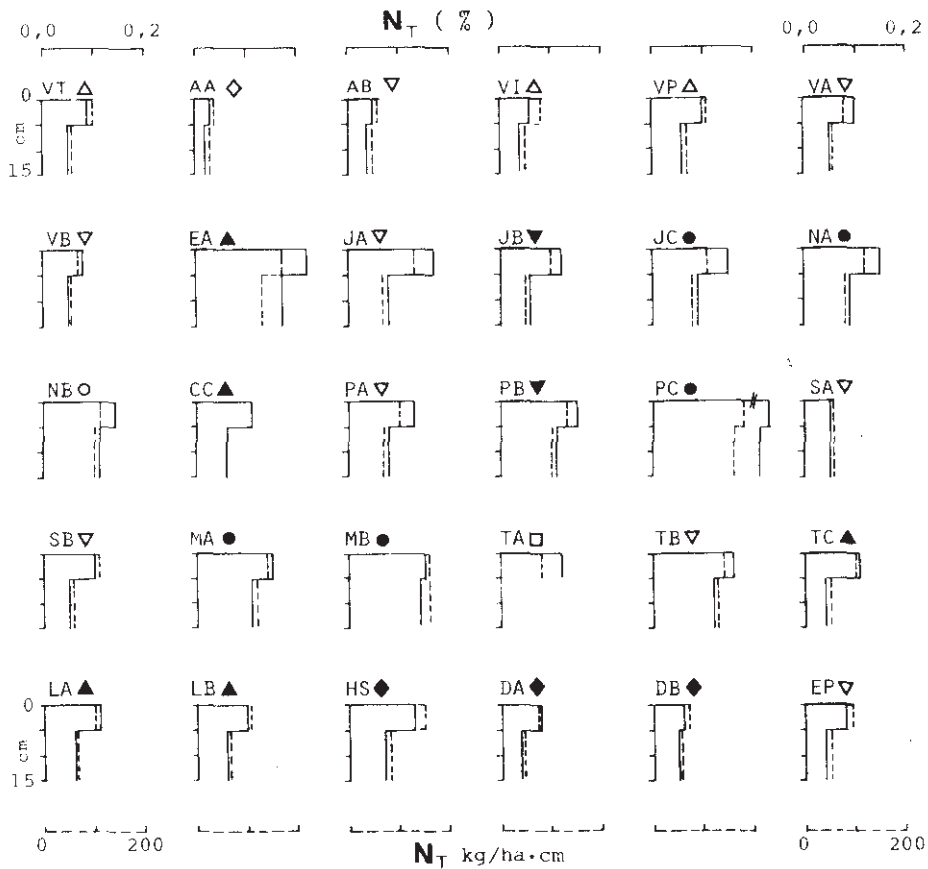


Fig. 2. Contenido en nitrógeno total de los suelos de las parcelas de jaral estudiadas. (Sintaxones y símbolos en Tabla 1.)

otra, indica un grado de empeoramiento de las condiciones de descomposición de la materia orgánica; ello explicaría también la caída generalizada en profundidad que se observa.

Por asociaciones, las C/N más altas se dan en las parcelas de S-C lau. Muy alta también fue la C/N de las pizarras de TA (A-C lad). El conjunto más favorable en sus dos niveles fue el de H-C lau, lo que hay que atribuir a los bajos contenidos en C y N y a unas mejores condiciones hídricas, que permiten una mayor mineralización de la materia orgánica. El caso opuesto es el de AA (T-H cti), pues a pesar de sus bajos contenidos en C y N en superficie, la relación fue alta, lo que indica una acumulación de materia orgánica poco descompuesta.

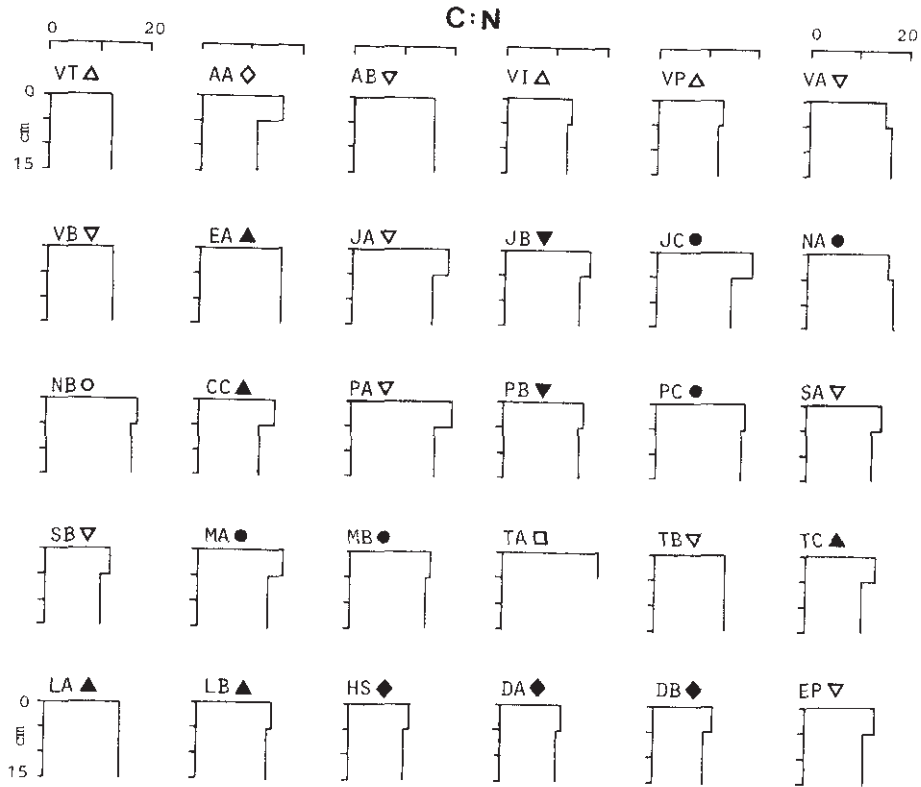


Fig. 3.—Relación carbono/nitrógeno de los suelos de las parcelas de jaral estudiadas. (Síntaxones y símbolos en Tabla 1.)

Fósforo asimilable

El bajo nivel de fósforo asimilable fue otro de los aspectos de los suelos de los jarales (figura 4). El promedio fue de 0,96 y 0,48 mg/100 g para los dos niveles estudiados; consecuentemente, las existencias totales no llegaron a alcanzar ni 1 kg/ha \times cm. Sólo unas pocas parcelas superaron 1 mg/100 g para el nivel superior, mientras que el 90% de ellas no llegó a tal valor en el nivel inferior, de forma que en la mayoría de los casos se rozó el nivel de resolución del método empleado.

Aunque los valores más altos se obtuvieron en parcelas de S-C lau (PC-JC), prácticamente no se detectó diferencia entre el conjunto de parcelas de las distintas asociaciones, con excepción de las tres parcelas de H-C lau que se caracterizaron por sus bajos niveles de fósforo asimilable. En la mencionada figura puede apreciarse la tendencia según la cual los jarales maduros tienden a acumular fósforo en superficie, lo cual está en proporción inversa a la presencia

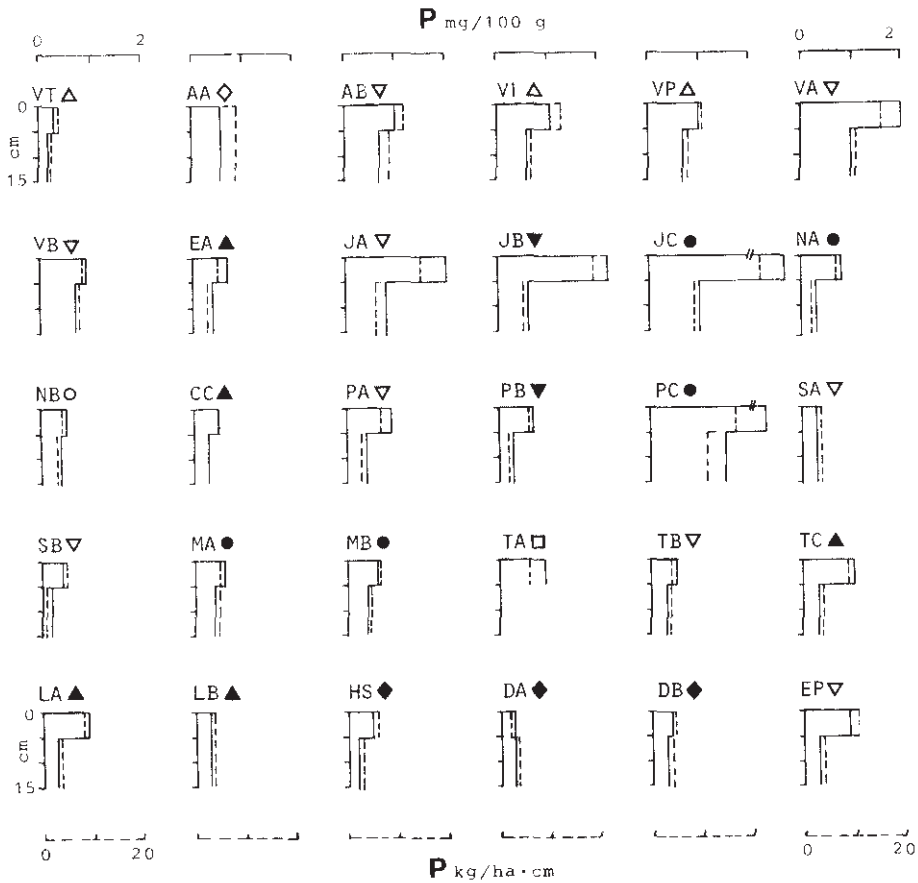


Fig. 4.—Contenido en fósforo asimilable de los suelos de las parcelas de jaral estudiadas. (Sintaxones y símbolos en Tabla 1.)

de especies herbáceas, y directa a la dominancia de uno de los *Cistus* (*ladanifer* o *laurifolius*) (ver inventarios en MORENO, 1984a). Ello se parecía en los grupos PA-PB-PC, con acumulación creciente hacia S-C lau, y más claramente aún en JA-JB-JC, las tres parcelas constituidas por jarales bien maduros. Asimismo, en otras parcelas constituidas por formaciones casi monoespecíficas de *Cistus ladanifer* (AB, VA, EP, LA), tal acumulación es patente en superficie, mientras que las fases de cantuesal (LB, CA, VT, SB) presentan cantidades de fósforo más modestas. SA constituye una excepción por la dominancia de la mencionada cistácea, pero si analizamos el inventario de dicha parcela encontramos la existencia bajo la jara de un rico estrato herbáceo. Algo similar ocurre en las tres parcelas de H-C lau, que se comportaron como cantuesales. Las bajas proporciones de MA, MB y NA (S-C lau) también están en consonancia con lo expuesto.

Calcio asimilable

Los contenidos medios en calcio asimilable fueron bajos, de 111,5 y 81,1 mg/100 g. para los dos horizontes, superior e inferior, respectivamente (figura 5). Solamente las tres parcelas de R-C gen presentaron valores moderados (superiores a 220 mg/100 g), con mayores proporciones en profundidad (en VT y VP) y, puesto que se trata de comunidades poco desarrolladas, hay que atribuirlo al sustrato más que a una influencia de la vegetación. La presencia en las proximidades de VT de algún taxon como *Brachypodium distachyum* puede responder a la mayor proporción de este elemento. Con escasamente 20 mg/100 g el suelo más pobre fue el de T-H cti (AA) y también fue pobre la parcela DB (H-C lau); las parcelas sobre pizarras (TA, TB) no se diferenciaron sustancialmente, sin que la presencia de táxones basófilos en éstas o en DA se corresponda con un aumento en la proporción de este elemento.

Existe una tendencia a la acumulación de calcio asimilable en superficie conforme aumenta la madurez de la comunidad, tal acumulación es más activa en

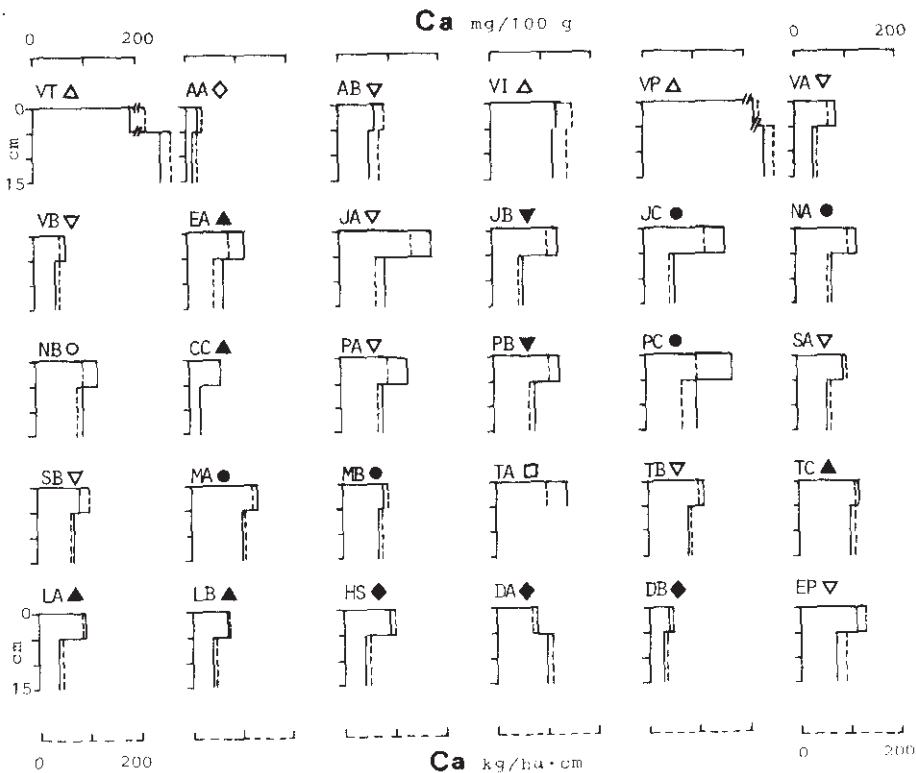


Fig. 5.—Contenido en calcio asimilable de los suelos de las parcelas estudiadas. (Sintáxones y símbolos en Tabla 1.)

las parcelas de S-C lau, acaso por la mayor proporción de este elemento que es capaz de movilizar (MORENO, 1983), lo que hace que los horizontes superiores de las parcelas de esta asociación tiendan a presentar valores más altos en conjunto, aunque no lo suficiente como para permitir una diferenciación de las de R-C lad.

Magnesio asimilable

Los contenidos medios para los dos horizontes fueron de 18.6 y 15.5 mg/100 g, respectivamente (figura 6), oscilando desde las arenas de T-H cti (con 4 mg/100 g) hasta las arcosas de las tres parcelas de R-C gen, con con-

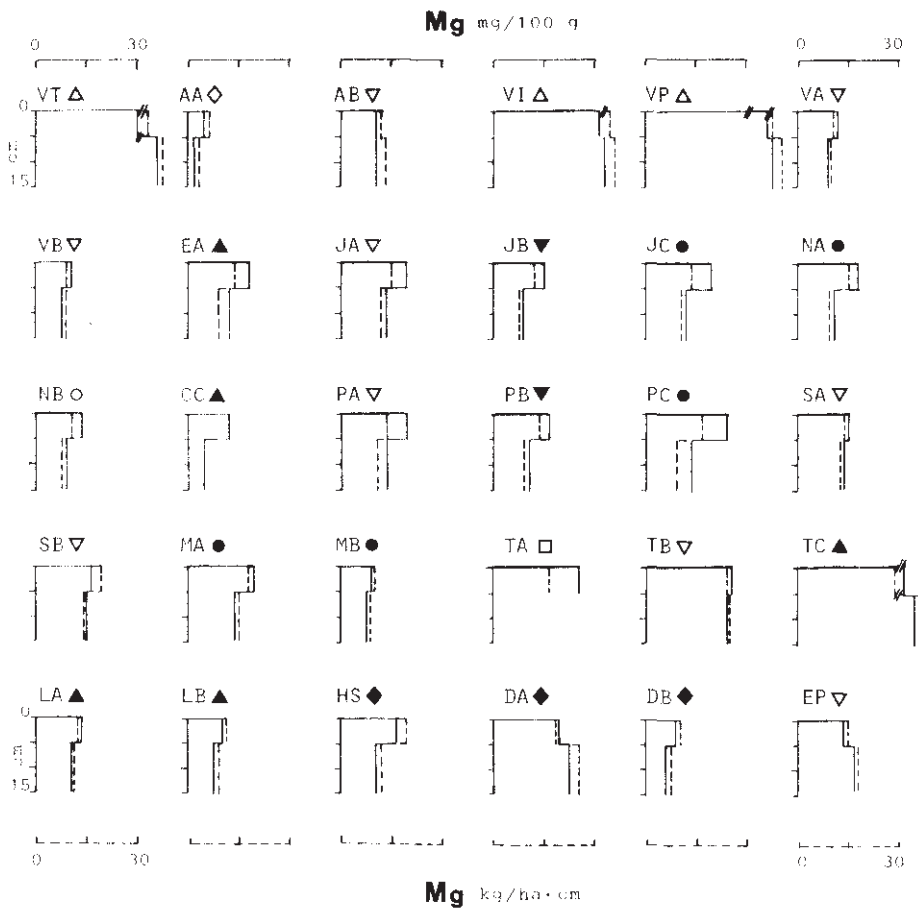


Fig. 6.—Contenido en magnesio asimilable de los suelos de las parcelas de jaral estudiadas. (Sintaxones y símbolos en Tabla I.)

tenidos superiores a 30 mg/100 g. También presentaron niveles altos las pizarras (TA y TB) y las micacitas (TC). Igualmente, hay que señalar la parcela DB con alta proporción de este elemento en su nivel inferior. El contenido en magnesio es el único que parece estar más relacionado con la presencia de plantas basófilas en la zona este, ya que en las parcelas mencionadas, o en sus proximidades, aparecen dichas plantas. Ello estaría en consonancia con la naturaleza química de algunas de las rocas que afloran en este área (BISCHOFF & al., 1973; CASQUET & FERNÁNDEZ, 1981), ricas en Ca. y Mag., si bien sólo el segundo elemento aparece como más diferenciado.

Aunque en este caso también se observa una tendencia a acumularse en superficie conforme avanza la madurez de la comunidad, se aprecian algunas inversiones, precisamente en aquellas parcelas con mayores contenidos, ello debe estar motivado bien por una pérdida horizontal, bien porque el suelo haya recibido en superficie aportes laterales menos ricos y que la dinámica de la vegetación no ha conseguido elevar los niveles al punto de partida. En cuanto a la comparación por sintáxones, la variabilidad debida a los sustratos fue mucho más importante que la motivada por la vegetación, por lo que no se distingue ninguna tendencia específica.

Potasio asimilable

Los contenidos medios en potasio asimilable fueron 18,3 y 13,6 mg/100 g para los dos horizontes investigados (figura 7). Los contenidos mayores se encontraron en las parcelas de S-C lau, particularmente en el nivel inferior, en el superior la tendencia a existir mayores concentraciones iguala más los resultados, de forma que un número importante de parcelas de R-C lad presentó valores similares a las del anterior sintaxon.

Proporciones relativas de cationes asimilables

En la figura 8 hemos representado los porcentajes relativos de cada uno de los tres cationes asimilables analizados. El catión dominante fue el calcio, con un promedio de 74% y 71% para los dos niveles estudiados. La proporción de magnesio y potasio fue similar, con medias de 12% y 15% para el primero y 13% y 15% para el segundo, en los dos niveles respectivos. Así pues, existe un enriquecimiento relativo en superficie de calcio frente a los otros dos cationes.

En cuanto a la distribución por sintáxones, no se detectan grandes diferencias. Para el calcio sólo las tres parcelas de H-C lau fueron las que menores proporciones presentaron en superficie; la proporción de potasio presenta una gran irregularidad y sólo la de magnesio, particularmente en el nivel superior, se presentó como la más baja en las parcelas de S-C lau.

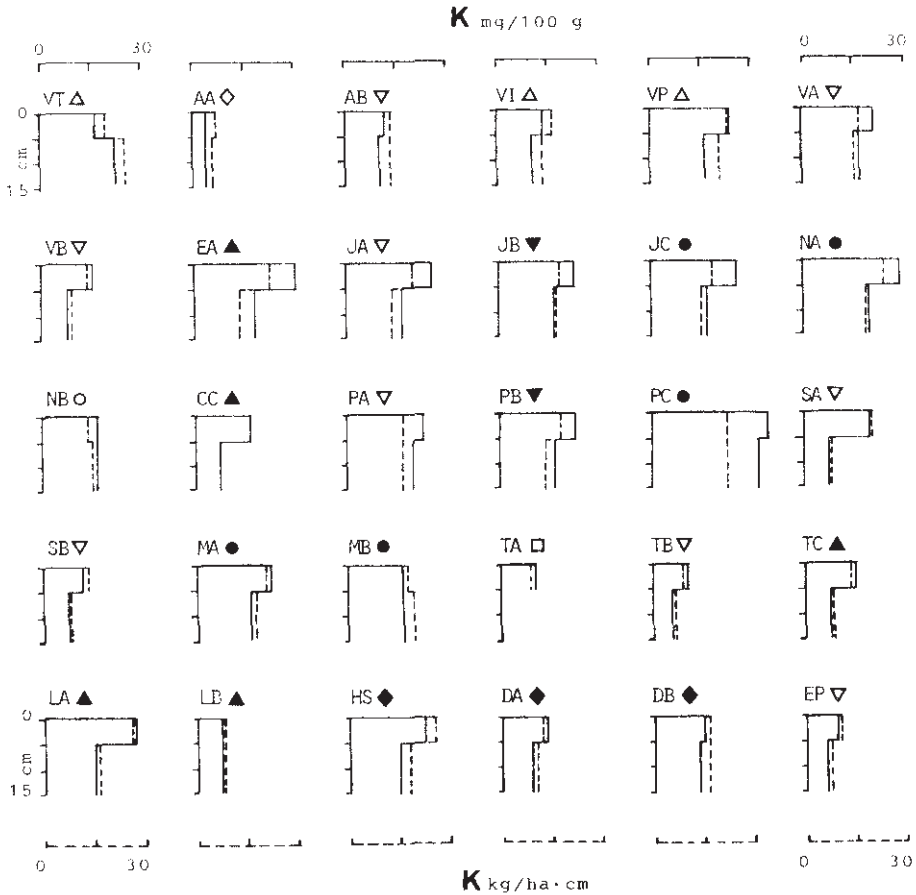


Fig. 7.—Contenido en potasio asimilable de los suelos de las parcelas de jaral estudiadas. (Síntaxones y símbolos en Tabla 1.)

Comparación de fases

Para valorar los cambios que se originan en el suelo a medida que avanza la formación del jaral a partir del cantuesal hemos representado en la figura 9 las variaciones porcentuales frente a los datos del cantuesal de los cuatro grupos de parcelas elegidas en situación adyacente. El sentido de la variación no es general, sino que, probablemente debido a efectos combinados con la erosión superficial, algunos aspectos varían de unas parcelas a otras. En general, la tendencia es hacia el incremento de prácticamente todas las variables consideradas, claramente en superficie, y peor dibujado en profundidad. Las variaciones son pequeñas en lo que respecta al carbono, nitrógeno y relación C/N. Los aumentos más importantes se dieron en los elementos asimilables; debido

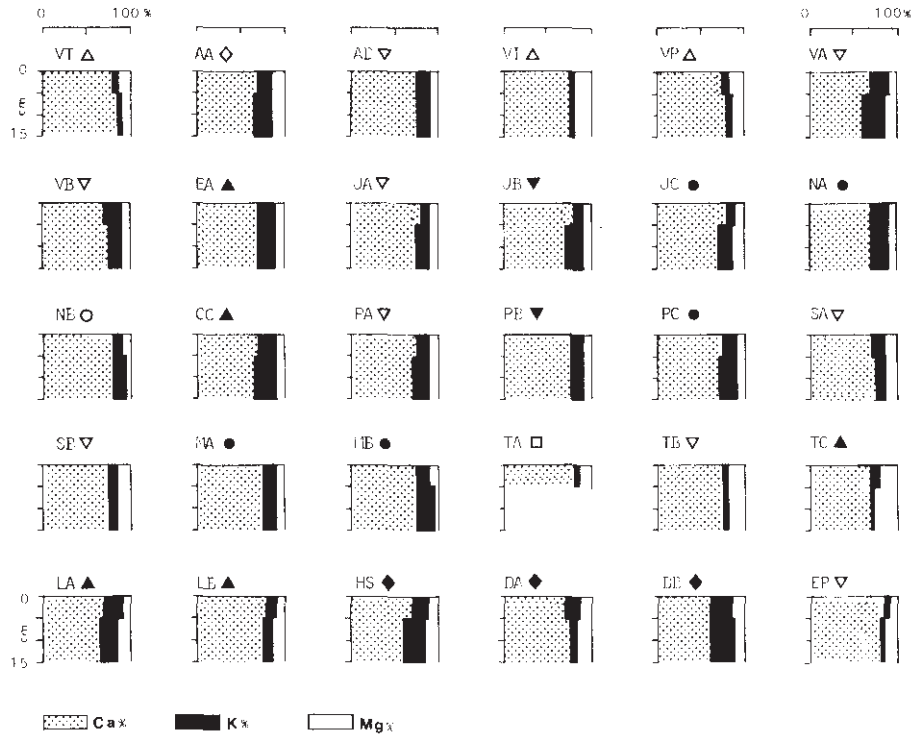


Fig. 8.—Proporción relativa de cationes asimilables de los suelos de las parcelas de jaral estudiadas. (Sintáxones y símbolos en Tabla 1.)

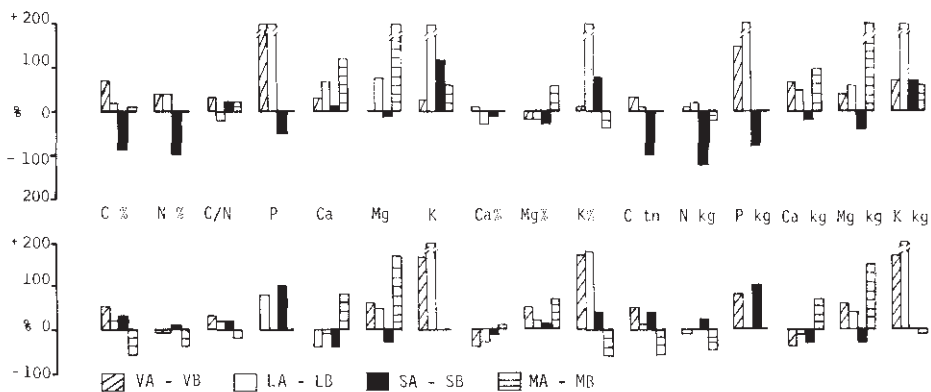


Fig. 9.—Diferencias en porcentaje entre los horizontes de jaral maduro y del cantuesal adyacente para el conjunto de elementos edáficos analizados, tanto en concentraciones como en peso/ha. cm. (Sintáxones y símbolos en Tabla 1.)

a los bajos valores absolutos, las proporciones fueron muy variables por lo que sólo cabe destacar la tendencia. La mayor constancia en el sentido del cambio se obtuvo para el calcio y potasio asimilables en superficie, mientras que en profundidad aquél tiende a bajar en términos absolutos y relativos, manteniéndose la subida de potasio.

Como conclusión puede decirse que en vista de las diferencias que se obtuvieron hubiese sido necesario un mayor número de grupos de parcelas para evidenciar las tendencias que se apuntan. Al seleccionar parcelas adyacentes los jarales no pueden ser muy diferentes en edad, lo que motiva que la variabilidad espacial del territorio, aún tratándose de áreas en contacto, sea mayor que la variabilidad debida a la propia dinámica de la vegetación en esta escala de tiempo.

Análisis numérico

Los datos de 28 parcelas de las que se dispuso de información completa para las distintas variables químicas (en concentraciones y existencias totales) fueron sometidos a una clasificación jerárquica y análisis de componentes principales. En la figura 10 se representa la correspondiente ordenación jerárquica; los respectivos ejes absorben un 39% y 29% de la varianza total de los datos. En la tabla 3 se facilitan las coordenadas y contribuciones de cada variable a los dos primeros ejes.

Al eje I contribuyen con cantidades muy elevadas y positivas las variables: C org%, C org (tn), N(%), K (mg/100 g), N (K), C/N, y en menor medida: P y Ca (mg/100 g); la única contribución negativa de importancia fue Mg(%), aunque con mucho menor peso. El eje II explica la totalidad de la variación de Mg (K), Mg (mg/100 g) y Ca (K) y Ca (mg/100 g), mientras que el K(%) contribuye en buena medida el lado negativo. En resumen, el eje I recibe contribuciones de aquellas variables ligadas al un proceso edáfico mayor, mientras que al II están ligadas aquellas más relacionadas con el sustrato.

Correspondientemente, en el grupo A de parcelas aparecen todos los horizontes superiores de S-C lau, más los de los jarales altos de R-C lad. Los horizontes más desarrollados aparecen en un conglomerado, sin que ninguno de los sintáxones aparezca diferenciado, si bien el mayor grado de desarrollo de los suelos de S-C lau se manifestó en que todas sus parcelas aparecieron en este grupo, no así las de H-C lau, que sólo apareció una de ellas. El grupo B reúne, si bien de forma muy dispersa, las demás parcelas de R-C lad, H-C lau o T-H eti, con horizontes superiores menos desarrollados, y también los horizontes inferiores de S-C lau, si bien la disposición de éstos está más próxima al grupo anterior, lo que evidencia mayor proporción de las variables que definen el eje. Hay que notar cómo hacia el extremo negativo aparecen los puntos de T-H eti, muy próximos también a otros de H-C lau o de R-C lad, por lo que, a pesar de la pobreza general en los distintos elementos analizados, como se ha venido comentando, no llegó a ser lo suficientemente desviante como para que

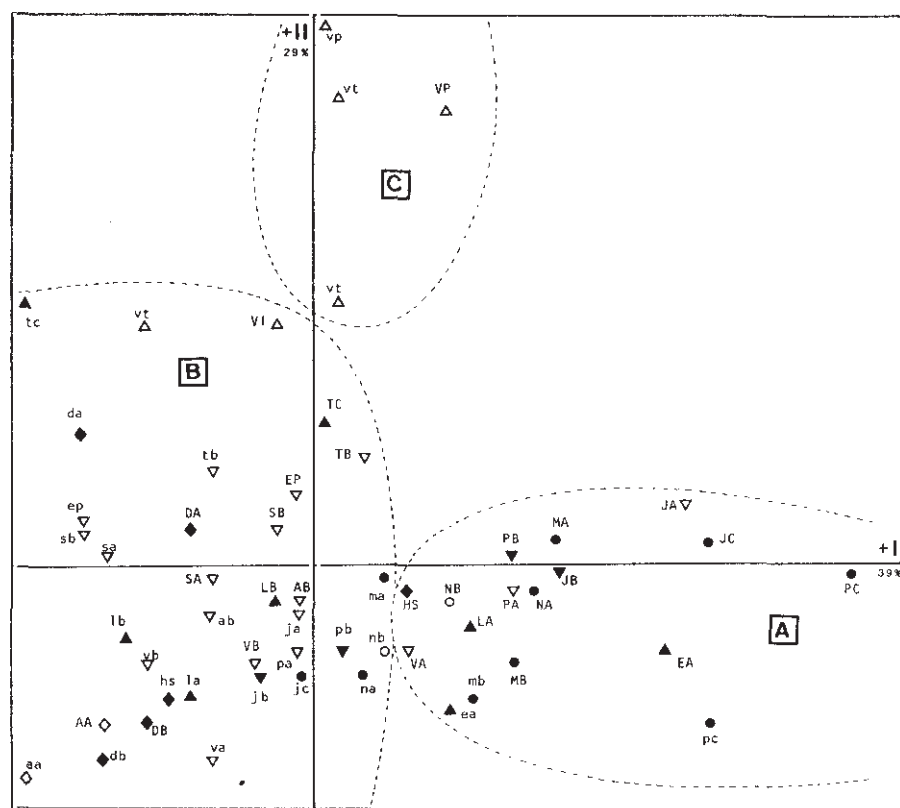


Fig. 10.—Ordenación jerárquica (análisis de componentes y clasificación jerárquica) de las parcelas de jaral estudiadas en base al conjunto de variables químicas del suelo. (Sintáxones y símbolos en Tabla 1; mayúsculas: 0-5 cm; minúsculas: 5-15 cm.)

el análisis automático la separe claramente. El eje II permitió separar las parcelas de R-C gen (sobre arcosas), con contenidos más altos en calcio y magnesio. *Nótese que la clasificación jerárquica no incluye en dicho grupo a la parcela de jaral maduro de esta subasociación (VI). Tampoco la parcela DA, con táxones como Coronilla mínima e Hippocrepis glauca llega a diferenciarse.* La tendencia a acumular calcio y magnesio en la superficie se refleja también en que dentro de los dos grupos A y B los horizontes inferiores se disponen hacia el lado negativo del eje, mientras que los superiores lo hacen hacia el positivo, sin que se observe diferencia de comportamiento entre las distintas comunidades.

Como resumen, podemos decir que los elementos que más información aportan a la hora de comparar los jarales son aquellos más ligados al ciclo de la materia orgánica, mientras que, por el contrario, la riqueza en cationes es más dependiente del sustrato y sus variaciones dependen menos de la comuni-

dad en cuestión. Aunque por lo general los jarales de estepas presentan suelos más desarrollados, dentro de unas condiciones similares, los jarales tienden a converger en el nivel de desarrollo de sus suelos, de forma que las diferencias se atenúan y no cabe hacer distinciones entre las dos comunidades (R-C lad y S-C lau) en lo que a las características de los suelos aquí estudiadas se refiere.

Tabla 3

Coordenadas (#F), contribuciones absolutas (COR) y relativas (CTR) por mil, de las variables edáficas sobre los dos primeros ejes del análisis de componentes principales.

	EJE I			EJE II		
	#F	COR	CTR	#F	COR	CTR
Ca mg/100 g	481	232	36	842	709	151
K mg/100 g	878	762	119	13	0	—
Mg mg/100 g	119	14	1	943	889	190
P mg/100 g	640	410	64	-3	0	0
C orgánico (%)	931	867	136	-160	26	6
N total (%)	907	823	129	-112	13	3
C/N	723	522	82	-312	98	21
Ca (%)	318	101	16	518	268	57
K (%)	62	4	1	-796	635	135
Mg (%)	-562	317	50	479	230	49
Ca kg/ha. cm	232	54	8	922	849	181
K kg/ha. cm	678	460	72	152	23	5
Mg kg/ha. cm	-48	2	0	961	924	197
P kg/ha. cm	518	263	41	24	1	0
C orgánico tn/ha. cm	920	847	133	-145	21	5
N total kg/ha. cm	840	706	111	-58	3	1

BIBLIOGRAFIA

- Bischoff, F., Schäfer, G. Schmidt, K. & Walter, R. —1973— Zur Geologie der mittleren Sierra de Guadarrama (Zentralspanien) — *Müster. Forsch. Geolo. Palaeont.*, 28: 1-27.
- Burriel, F. & Hernando, V. —1950— El fósforo en los suelos españoles. V. Nuevo método para determinar el fósforo asimilable en los suelos — *Anales Edaf. Fis. Veg.*, 9: 611.
- Cadahia, C. —1973— Determinación simultánea de N y P en suelos y plantas con un sistema autoanalizador — *Anales Adaf. Agrob.*, 32: 479-500.
- Casquet, C. & Fernández, M. —1981— Las anfibolitas de la región de Buitrago del Lozoya (Sistema Central español) — *Cuadernos Geología Ibérica*, 7: 121-134.
- Comisión de Métodos Analíticos —1973— Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. I. pH, materia orgánica y Nitrógeno — *Anales Edaf. Agrob.*, 32: 1153-1172.
- Comisión de Métodos Analíticos —1976— Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. II. Potasio, Calcio, Magnesio — *Anales Edaf. Agrob.*, 35: 813-824.

- Moreno, J. M. —1983— Estudio comparativo de la ecología de los jarales de la provincia de Madrid — Tesis Doctoral, U.C.M. inéd.
- Moreno, J. M. —1984a— Estudio ecológico comparado de los jarales de Madrid, I. Variación anual de la humedad del suelo — *Lazaroa*, 6: 105-126.
- Moreno, J. M. —1984b— Estudio ecológico comparado de los jarales de Madrid, II. Variación anual de pH edáfico — *Lazaroa*, 6: 151-168.
- Moreno, J. M. —1985— Estudio ecológico comparado de los jarales de Madrid, III. Características físicas del suelo — *Studia Oecologica* (en prensa).
- Steubing, L. —1965— Pflanzenökologisches Praktikum — P. Parey Vlg., Berlín.