

Citar como:

Fariñas, M. 1977. Análisis de la vegetación de páramo: ordenamiento, clasificación y correlación con factores edáficos - climáticos. Actas del IV Simposium Internacional de Ecología Tropical, Panamá. Tomo I: 346-378

ACTAS DEL IV SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE ECOLOGIA TROPICAL

Tomo 1



ORGANIZACIONES PATROCINADORAS

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA

UNIVERSIDAD DE PANAMA

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO

SMITHSONIAN TROPICAL RESEARCH INSTITUTE

LABORATORIO CONMEMORATIVO GORGAS

SOCIEDAD INTERNACIONAL DE ECOLOGIA TROPICAL

MARZO 7-11 PANAMA, REP. DE PANAMA, 1977.

**ANALISIS DE LA VEGETACION DE PARAMO:
ORDENAMIENTO, CLASIFICACION Y CORRELACION CON
FACTORES EDAFICO - CLIMATICOS.**

by

Mario R. Fariñas
Laboratorio de Ecología Vegetal
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias,
Universidad de Los Andes, Venezuela.

Abstract

The present work studies the vegetation and environmental factors in the paramo of Mucubají, Estado de Mérida, Venezuela ($8^{\circ} 47'N$; $70^{\circ} 48'W$, height between 3,500 and 3,900 m). We prepared 162 censuses of vegetation (using Bray and Curtis ordination) together with the multivariate method of association analysis of Williams and Lambert.

We found two gradients of vegetation that correspond to an hydric gradient (first axis) and a thermic gradient, both gradients due to local topography. The distribution of the coberture values of 71 species was analyzed along the first axis of association. It was found that 54% of the species were distributed in the better drained places, while 14% were on sites with poor or no drainage. We proposed that the site studied might lack the potential to resist changes brought about by an increase in humidity.

El páramo es uno de los ecosistemas originales de la alta montaña de América Tropical, los cuales son casi totalmente diferentes de los pisos alpinos de las zonas templadas, puesto que presentan vegetación y condiciones ambientales particulares.

En el presente trabajo nos proponemos hacer un estudio de vegetación en el Páramo, mediante técnicas de ordenamiento y clasificación, para diseñar un muestreo ecológico sobrepuesto al muestreo de vegetación y tratar de detectar él o los factores ambientales de mayor influencia sobre la vegetación.

La detección de el o los factores ambientales más importantes nos permitirá estudiar sus relaciones con la vegetación y la respuesta de las especies a las variaciones ambientales.

El estudio se realiza en un valle fluvio-glacial a una altitud de 3.600 m., enclavado en un complejo morrénico, en el páramo de Mucubají en la Sierra de Santo Domingo, Edo. Mérida, Venezuela, Sur América, a $8^{\circ}47'N$ y $70^{\circ}48'W$ (Fig. 1).

EL AREA DE ESTUDIO

El valle fluvio-glacial del río Mucubají, está constituido por dos morrenas laterales y una morrena terminal, que presentan en

* El presente estudio ha sido realizado gracias al apoyo financiero del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Los Andes.

su interior cuatro pequeñas morrenas, producto del retroceso glacial, que cortan el valle transversalmente; en la parte más alta se localizan los picos mayores de la Sierra constituidos por afloramientos rocosos del Precámbrico (Schubert, 1973). Las morrenas y otros sedimentos de origen glacial, fueron depositados en la última glaciación andina, denominada Glaciación Mérida, cuya ocurrencia se ha calculado entre 10.000 y 18.000 años antes del presente (Schubert, 1973).

El clima de Mucubají es típico de alta montaña tropical (Hedberg, 1964; Troll, 1968) con isoterminia anual de alrededor de 5°C y una precipitación media de 1.100 mm distribuidos en un patrón biestacional (Fig. 2).

En la época de menores precipitaciones se hacen marcadamente predominantes los días y noches despejados con una alta frecuencia de ocurrencia de heladas; mientras que en la temporada lluviosa sucede todo lo contrario, prácticamente desaparecen las heladas y los días despejados se hacen sumamente raros; ocasionalmente las nevadas pueden alcanzar a esta altura. (Azócar, 1974).

LA VEGETACION

La vegetación de Mucubají, como la de muchos páramos, es predominantemente baja, heterogénea en el espectro de formas biológicas y presenta tres tipos fisonómicos principales; entre los cuales el más importante es el tipo arbustivo, no mayor de 1,50 m. de alto, con proporción importante de rosetas de la Tribu **Espeletinae**, las cuales han caracterizado tradicionalmente al páramo. Por otro lado en el fondo del valle se presentan mosaicos de vegetación herbácea de tipo pastizal; (Fig. 3) y sobre afloramientos rocosos se ubica un bosque abierto bajo.

MATERIALES Y METODOS

La vegetación la muestreamos mediante tres transectas que cortan el valle transversalmente, en el sentido de mayor variabilidad; (Fig. 4) la unidad de muestreo fue un área rectangular de 10 m² (5 X 2), distribuida regularmente a 20 m. en las morrenas

y a 10 m. en el fondo del valle, por su mayor variabilidad local. Cada censo se identificó en forma permanente con una estaca numerada.

En cada unidad de muestreo se realizó el censo florístico total, se midió la cobertura mediante el método del cuadrado puntual (Greig Smith, 1964), y se tomaron datos del ambiente. Los censos florísticos se convierten en datos de presencia/ausencia de las especies y al igual que los datos de cobertura se ordenan con la técnica de Bray & Curtis (1957) usando el índice de similitud Sørensen.

Los datos de presencia/ausencia también fueron clasificados mediante el Análisis de Asociación de Williams y Lambert. (1959).

El muestreo ecológico se realizó escogiendo 50 censos al azar sobre el plano de los ordenamientos, para cubrir toda la variabilidad, localizados posteriormente en el campo, para estudiar en cada uno el perfil edáfico, tomar datos referentes al sitio, muestras de suelo de 0-10 cm. y de 30-40 cm. de profundidad; las muestras superficiales se someten a los exámenes físicos y químicos rutinarios, por el laboratorio de suelos del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales de la Universidad de Los Andes.

Los resultados fueron ordenados con la misma técnica que la vegetación y clasificados mediante un análisis de similitud por el método del vecino más cercano.

Se estudia la variación de la cobertura de las especies sobre el eje principal de ordenamiento.

RESULTADOS

Con el muestreo de vegetación obtuvimos 162 censos que se ordenaron mediante los datos de cobertura y los datos de presencia/ausencia de las especies, e igualmente se clasificaron valiéndonos de estos últimos.

El muestreo ecológico produjo 50 censos de donde se tomaron muestras superficiales de suelo que analizadas se ordenaron y clasificaron.

El ordenamiento cuantitativo de la vegetación muestra una aglomeración de censos en el sector inferior izquierdo y una mejor distribución en el resto del plano (Fig. 5) de la misma forma el ordenamiento cualitativo muestra una aglomeración de censos en el extremo izquierdo pero en el resto del plano la distribución es mejor que en el ordenamiento anterior (Fig. 6), en ambos casos el primer eje es el de mayor longitud.

Los censos que se presentan aglutinados representan vegetación arbustiva con rosetas de la tribu **Espeletinae** y arbustos del género **Hypericum** mientras que el sector derecho representa solamente vegetación herbácea de tipo pastizal; en la parte central del plano se sitúan censos de lugares con mezclas de vegetación arbustiva y herbácea en diversas proporciones. Este tipo de distribución constituye un gradiente de vegetación que en el ordenamiento cualitativo muestra más continuidad.

Para facilitar la interpretación de los ordenamientos hemos señalado grupos de censos de acuerdo a su posición en el plano que luego confrontaremos con la posición topográfica y con la unidad geomorfológica, además con los datos ambientales tomados con los censos y con los resultados de un estudio meso, topo y microclimático realizado por Azócar (1974).

En el ordenamiento cualitativo de la vegetación, de izquierda a derecha, encontramos el grupo número uno constituido principalmente por censos tomados en las posiciones medias y altas del valle sobre las morrenas con valores altos de pendiente; el grupo número dos contiene censos tomados en las bases de las morrenas a menor altura y menor pendiente por donde corren pequeñas corrientes de agua que drenan de las partes altas de las morrenas internas y externamente; el grupo número tres representa lugares del fondo del valle planos o de muy poca pendiente con sedimentos de origen fluvioglacial, inundables que presentan corrientes estacionales de mayor volumen que en las bases de las morrenas; por último en el extremo derecho el grupo cuatro está constituido por censos que provienen de lugares planos inundables donde también existen corrientes estacionales pero a diferen-

cia de los grupos anteriores presentan humedad continua y la existencia de turberas y pantanos.

Si seguimos de la misma manera el eje vertical notamos que los grupos se encuentran desplazados en relación a los otros y que en el extremo inferior corresponde a censos de morrena (en especial de morrena izquierda) mientras que el extremo superior corresponde a censos del fondo del valle y en el centro existe superposición de censos del fondo del valle, la morrena izquierda y todos los de la morrena derecha (Fig. 7).

En el ordenamiento cuantitativo y siguiendo la misma secuencia, encontramos de izquierda a derecha el grupo número uno, constituido prácticamente por los mismos censos del grupo uno del ordenamiento cualitativo, es decir censos de morrena; le sigue el grupo número tres diferente al del ordenamiento anterior, constituido principalmente por censos del fondo del valle de lugares planos o de muy poca pendiente que no presentan corrientes de agua ni son inundables; el grupo número dos, presenta censos de las bases de las morrenas con poca pendiente y corrientes estacionales; el grupo número cuatro comprende censos del fondo del valle inundables con humedad estacional o perenne entre las cuales aparecen turberas.

Siguiendo el eje vertical, aunque la disposición es diferente, encontramos básicamente la misma secuencia, la parte inferior corresponde a censos de la morrena izquierda y la superior a censos del fondo del valle (Fig. 8).

La disposición de los censos nos lleva a determinar el eje horizontal de los ordenamientos como representante de un gradiente hídrico; es decir que la variación mayor de la vegetación la produce el gradiente hídrico; mientras el eje vertical lo identificamos con un gradiente térmico de acuerdo a los resultados de Azócar (1974), quien reporta una inversión nocturna de temperatura hacia el fondo del valle que se traduce en valores mínimos más extremos en este sitio que en las morrenas. Así tenemos que la temperatura mínima cerca del suelo en la morrena izquierda es menor que en la morrena derecha y en el fondo del valle.

La siguiente tabla muestra los valores mínimos medios y extremos registrados en Estaciones situadas en la morrena iz-

quierda, (EMI) la morrena derecha (EMD) y el fondo del valle (EFV).

	Temperatura		
	EMI	EMD	EFV
Mínima media -	-2,3	-4,4	-5,8
Mínima máxima—	-5	-8	-12,5
Tomado de Azócar (1974).			

Esto nos lleva a proponer que el gradiente térmico está condicionado por las temperaturas nocturnas, mediante un efecto que resulta más marcado en la temporada de sequía cuando ocurren las mayores oscilaciones.

El Análisis de Asociación produjo cierto encadenamiento al efectuarse por primera vez, por lo que lo repetimos excluyendo algunos censos y algunas especies; esto no eliminó el encadenamiento pero contribuyó a reducirlo.

El análisis de asociación produjo cuatro grandes ramas con una caída en la heterogeneidad de 1450 χ^2 a 680 en la rama negativa y a 600 en la positiva en la primera división que se efectúa por la especie **Agrostis trichodes** y separa censos de sitios "húmedos" de censos de sitios "secos". Para comodidad en la descripción hemos numerado arbitrariamente de izquierda a derecha los grupos terminales.

La rama — **A. trichodes**, que comprende los censos de sitios planos o inclinados pero nunca inundables se divide por la especie **Poa trachyphylla** y cae de 600 χ^2 a 250 en la rama positiva y a 280 en la rama negativa. La rama + **P.trachyphylla** comprende censos de vegetación de morrena propiamente dicha, localizados siempre en la parte media y superior de las morrenas; se subdivide en 5 grupos terminales tres de morrena izquierda (1, 2 y 3) el número 4 de morrena derecha y el número 5 de morrena de retroceso. La exposición nos permite diferenciar los censos de la morrena derecha y de retroceso entre sí y de los de la morrena izquierda que a su vez se separan entre sí por diferencias de pendiente.

La rama —*Poa trachyphylla* se divide en cinco grupos terminales, dos de lugares secos del fondo del valle y base de morrena (6, 7), dos de morrena izquierda (8 y 9); y uno de morrenas de retroceso y derecha (10). Los censos del fondo del valle y base de morrena se diferencian del resto por efectos de temperatura y pendiente, mientras que los censos de morrena se diferencian por efecto de temperatura a causa de su exposición.

La rama + *Agrostis trichodes* se divide por la especie *Carex acutata* y cae de 600 X² a 380 en la rama positiva y a 500 en la negativa. La rama + *Carex* se divide en cuatro grupos terminales (11, 12, 13, 14) correspondientes al fondo del valle que se diferencian por las condiciones hídricas; el No. 11 presenta inundación estacional mientras que los restantes presentan humedad perenne, el No. 12 representa lugares de suelo con poca profundidad relativa (40 cm.) donde existen "islas" o montículos elevados por encima de la superficie que escapan a la inundación y sirven de habitats para plantas que no crecen en los pantanos; el No. 13 está constituido por lugares de suelo poco profundo pero sin montículos y el No. 14 agrupa censos de lugares de humedad perenne y suelo profundo (150 cm.) es en esos sitios donde mejor se desarrollan las turberas.

La rama — *Carex* también se divide en cuatro grupos terminales (15, 16, 17, 18), el No. 15 agrupa censos donde existe encharcamiento estacional mientras que el No. 16 contiene censos que presentan agua corriente estacional; el No. 17 no presenta agua sino en oportunidades de desbordamiento del río, y el No. 18 representa lugares donde nunca se presenta agua en la superficie (Fig. 9).

Al comparar el análisis de asociación y el ordenamiento cualitativo, notamos que los cuatro grandes grupos que se originan por la primera y segunda divisiones se pueden reconocer sobre el plano de ordenamiento, pero no es posible ir más allá (Fig. 10).

Con las 50 muestras superficiales de suelo, podemos caracterizar la localidad estudiada como de suelos ácidos, de textura media, con bajo porcentaje de saturación de bases, alta capacidad de intercambio catiónico y alto contenido de carbono, Nitrógeno y Materia orgánica (Pereyra y Castillo, 1975). Es importante destacar el hecho de que la caracterización precedente se base en

criterios agronómicos puesto que resulta sumamente difícil si no imposible determinar los niveles de exigencia para la vegetación natural.

El ordenamiento de los resultados del análisis de las 50 muestras de suelo da como resultado una nube de puntos que representa un gradiente resultante; (Fig. 11) las muestras se ordenan de una manera que coloca a los censos de las morrenas en el extremo izquierdo mientras que los del fondo del valle se sitúan en el extremo derecho. Al sustituir los valores de los atributos muestreados en la nube de puntos se repiten consistentemente las características de los censos de morrena en la izquierda y los de censos del fondo del valle en la derecha; así tenemos en el extremo izquierdo los censos de lugares altos, de alta pendiente, de textura liviana a media, más ácidos, con mayor porcentaje de material mineral grueso y sin agua en la superficie. En el extremo derecho se presentan los censos de lugares bajos, planos, menos ácidos, de textura pesada, sin material mineral, grueso y con agua en la superficie; censos con características intermedias ocupan la parte central de la nube de puntos.

Una característica importante es que algunos censos se encuentran situados en la nube de puntos en un sector que teóricamente no le corresponde, por ejemplo censos tomados en las morrenas pero que presentan humedad permanente ocupan posiciones hacia el extremo derecho, mientras que censos del fondo del valle pero que escapan a las inundaciones se ordenan hacia el extremo izquierdo.

La característica descrita nos lleva a proponer que el gradiente único y resultante constituye un gradiente hídrico causado por el drenaje; por esa razón lo importante no es la posición topográfica de donde se localice un censo, si no su condición hídrica, así un lugar bien drenado se ordenará a la izquierda independientemente de su sitio y posición de origen.

El Análisis de similitud de las muestras de suelo da como resultado un gran encadenamiento; cuando tomamos un fenón de 95% presenta tres ramas principales; la primera y más grande está constituida por muestras exclusivamente de las morrenas (A); le sigue una rama que contiene censos de lugares del fondo del valle con o sin agua corriente estacional (B) y por último la tercera

rama (C) representa un grupo de censos del fondo del valle con humedad permanente en donde prosperan las turberas y los pantanos. (Fig. 12).

De lo antes expuesto podemos concluir que el análisis indirecto de gradiente revela la existencia de un gradiente de vegetación que corresponde a un gradiente ambiental principal el cual se manifiesta como gradiente único y resultante al realizar de nuevo el análisis indirecto mediante el estudio del sustrato, este gradiente hídrico único y resultante es un gradiente de drenaje causante de la forma encadenada como se presentan los resultados de los análisis clasificatorios.

Es importante notar como la vegetación y el sustrato revelan la existencia del gradiente principal dándole consistencia a los resultados; pero además el sustrato no revela la existencia del gradiente térmico detectado a través de la vegetación indicando que las plantas, son mucho más sensibles a la temperatura que el suelo, por lo menos a corto plazo.

COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES

Para estudiar la distribución de los valores de cobertura de cada especie, hemos construido histogramas tomando los valores promedios sobre el eje principal de ordenamiento dividido en 10 intervalos de 10 unidades de distancia y posteriormente repetimos el proceso tomando 5 segmentos de 20 unidades; en ambos casos hay concordancia de los resultados, pero tomando 10 clases de cobertura se obtiene mucha mayor oscilación en los valores que si se hace en 5 clases; por lo tanto nuestros resultados los expresaremos en función del eje dividido en cinco secciones de 20 unidades de distancia.

De manera general se observa que la cobertura de las especies estudiadas, se distribuye en una forma que tiende a la normal (Whittaker, 1967) con un máximo en una de las cinco secciones del eje, máximo que nos ha permitido separar cinco tipos de comportamiento.

En primer lugar tenemos las especies que alcanzan su máximo de cobertura, en la primera sección, en el extremo izquierdo

del ordenamiento en los lugares mejor drenados; estos constituyen el 32% de las especies estudiadas.

Algunas especies como **Hinterubera lanuginosa** están restringidas al extremo izquierdo (Fig. 13 A) mientras que otras como **Parodiella erectifolia** presentan mayor amplitud y penetran hacia la parte más húmeda (Fig. 14 A) entre estos dos extremos se encuentran especies que muestran distintos grados de amplitud, un ejemplo de esto es **Hesperomelés pernettyoides**, que se encuentran en el extremo más drenado pero muestra mayor amplitud que **H. lanuginosa** (Fig. 13 B).

El 25% de las especies presenta su máxima cobertura en la segunda sección del eje, es decir en lugares bien drenados pero de menor altura relativa; dentro de este grupo se encuentran especies que se distribuyen ocupando todo el eje de ordenamiento, hasta especies de menor amplitud que ocupan sólo dos secciones.

El 18% de las especies presenta su máximo en la tercera sección, en una posición de drenaje intermedio en lugares prácticamente planos, **Gnaphalium antenaroides** muestra una distribución con su máximo en esta sección y con alguna cobertura hacia sitios de mejor y peor drenaje. (Fig. 15 C) **Carex bomplandii** también muestra su máximo en la tercera sección, pero su distribución es mucho más amplia (Fig. 14 B)

En la cuarta sección en condiciones de poco drenaje, el 7% de las especies muestra su máximo, **Eleocharis stenocarpa** se distribuye con su máximo en esta sección y disminuye hacia sitios más drenados y menos drenados (Fig. 15 B). En el extremo derecho, con drenaje nulo, hay un 7% de las especies que muestra su máximo, especies como **Carex acutata** se restringen a lugares de drenaje poco y nulo (Fig. 13 C) y especies como **Apium leptophyllum** se distribuyen ampliamente pero alcanzan su máximo en lugares de mal drenaje (Fig. 14 C). Aproximadamente el 10% de las especies presenta una distribución irregular. (Silva, 1972; Silva y Sarmiento 1976). Podemos observar que el 24% de las especies se restringe a un extremo del eje (Fig. 13), mientras que el 27% de las especies se distribuye en las partes centrales del eje presentando sus máximos en distintas posiciones (Fig. 15). De igual forma el 20% de las especies se distribuye ampliamente en toda el área (Fig. 14).

Conjuntamente a la cobertura de las especies hemos representado gráficamente la distribución de los valores de algunos factores ambientales (Goldsmith, 1973); entre ellos la altura relativa que decrece hacia el extremo derecho donde es peor el drenaje (Fig. 16 A) mientras el pH y el porcentaje de Saturación de Bases incrementa de izquierda a derecha (Fig. 16, B, C) y físicamente el suelo presenta menos material mayor de 2 mm. y la textura se hace pesada.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El análisis indirecto de gradiente revela la existencia de un gradiente hídrico que afecta no sólo a la distribución de tipos fisonómicos sino también a la distribución de las especies, aunque algunas muestran tendencia a localizarse en sitios específicos. De la misma manera los factores físicos del suelo afectan este gradiente modificando a su vez los factores químicos; vemos así que en el extremo del eje que representa las peores condiciones de drenaje hay un aumento en los valores de las concentraciones de nutrientes como consecuencia de la acumulación de estos al fallar el drenaje; igualmente los sitios mejores drenados muestran valores menores que los anteriores causados precisamente por la eficiencia de la escorrentía interna y externa.

A pesar de que los lugares bajos se pueden considerar como los más fértiles, presentan la característica de un exceso de humedad que hace que sólo algunas especies sean capaces de prosperar en esos lugares.

En líneas generales observamos que los sitios con condiciones de buen drenaje predominan sobre los lugares de drenaje deficiente o nulo, y esto se refleja en el mayor porcentaje de especies cuya máxima cobertura la presentan en esos sitios (57%) mientras que en el otro extremo es apreciablemente menor el porcentaje de especies que alcanzan su mayor cobertura (14%). Esto parecería sugerir que en el páramo de Mucubají hay menor potencialidad por parte de las poblaciones de las especies presentes, a resistir cambios en las condiciones hídricas en el sentido de un aumento en la humedad edáfica o un período mayor de anegamiento. Sin embargo la topografía favorece la permanencia de áreas con buen drenaje externo e interno. Un estudio más deta-

llado de la distribución de algunas especies, nos dará una visión más exacta de las potencialidades y la amplitud de cada una de ellas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AZOCAR, A. (1974) Análisis de las características de diferentes habitats en la formación de páramo. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida pág. 73.
- BRAY, J.R. & J. T. CURTIS (1957) An ordination of the Upland Forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27 (4): 325—349.
- GOLDSMITH, F.B. (1973) The vegetation of exposed sea cliffs at south stack, Anglesey. I. The Multivariate Approach. *J. Ecol.* 61 (3): 787—818.
- GREIG—SMITH, P. (1964) *Quantitative Plant Ecology*. Butterworths. London.
- HEDBERG, O. (1964) Features of Afroalpine plant ecology. *Acta Phytogeogr. Suec.* 49: 1—114.
- PEREYRA, J. Y J. B. CASTILLO (1975) Manejo de suelos en los Andes Venezolanos. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Ier. Seminario Nacional de Manejo de Suelos. Barquisimeto. 35 p. Mimeografiado.
- SCHUBERT, C. (1973) Definición geológica de la glaciación. Mé-

rida, Andes Venezolanos. II Congreso Latinoamericano de Geología pp. 1—9.

SILVA, J. (1972) Influencia de los procesos pedogenéticos en la diferenciación de comunidades y en el comportamiento de las especies en los Llanos Occidentales de Venezuela. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida p. 53.

SILVA, J. y G. SARMIENTO (1976) La composición de las Sabanas en Barinas en relación con las Unidades edáficas. Acta Científica Venezolana.

TROLL, C. (1968) The cordilleras of Tropical Américas. Aspects of climatic phytogeographical and agrarian ecology. In Troll, C. (Ed): Geo—Ecology of the Mountainous regions of the Tropical Américas. Proceeding os the UNESCO México Symposium: 15-56. p.

WHITTAKER, R. H. (1967) Gradient analysis of vegetation. Biological Review. 42:207-264.

WILLIAMS, W.T. & J.M. LAMBERT (1959) Multivariate methods in plant ecology. I Association-analysis in plant communities. J. Ecol. 47:83-101.

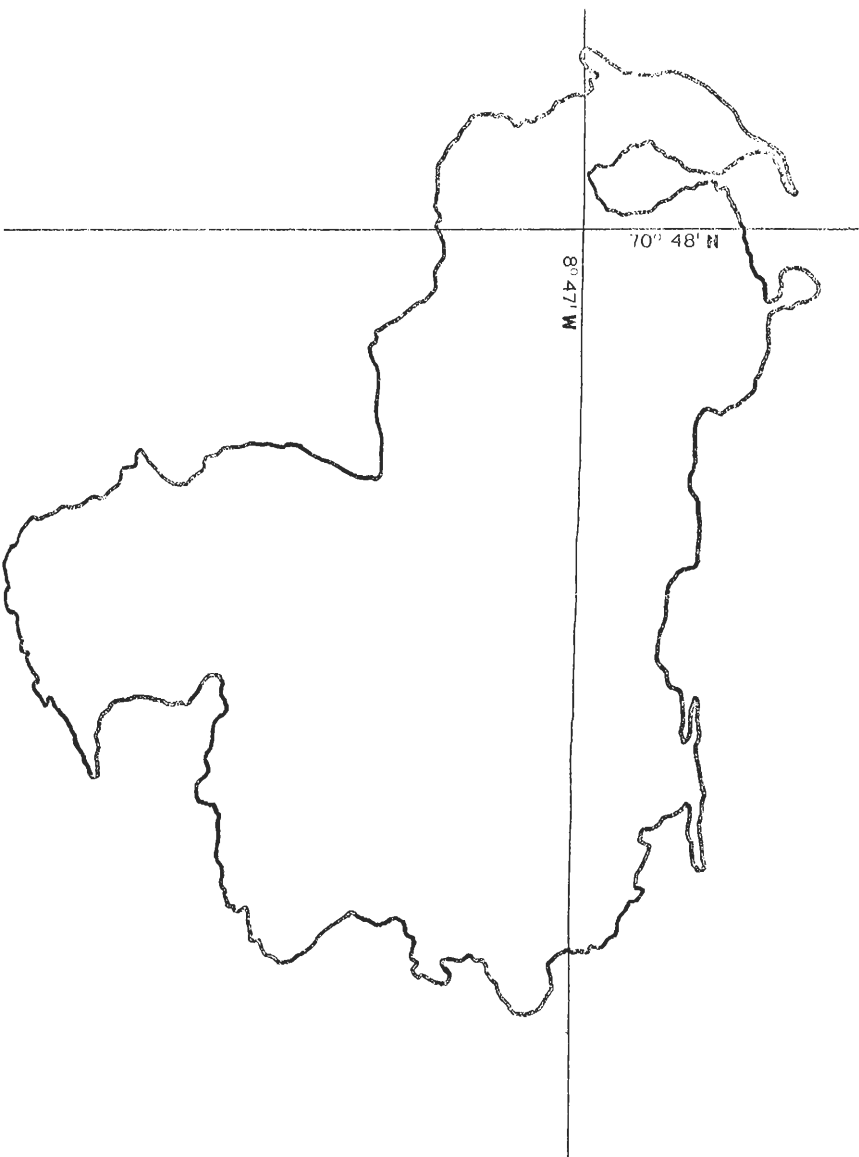


FIG. 1 Coordenadas geográficas del páramo de Mucubají, Andes Venezolanos.

Mucubaji (3550 m)

5.4° 1107 mm

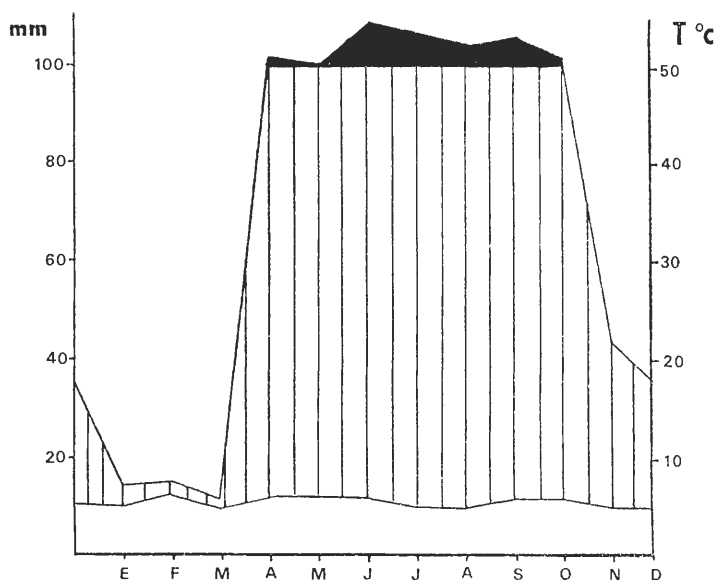


Fig. 2 Climadiagrama, según Gausson, de Mucubaji. Aunque la precipitación no desciende por debajo de la temperatura, la vegetación evidencia efectos de sequía.

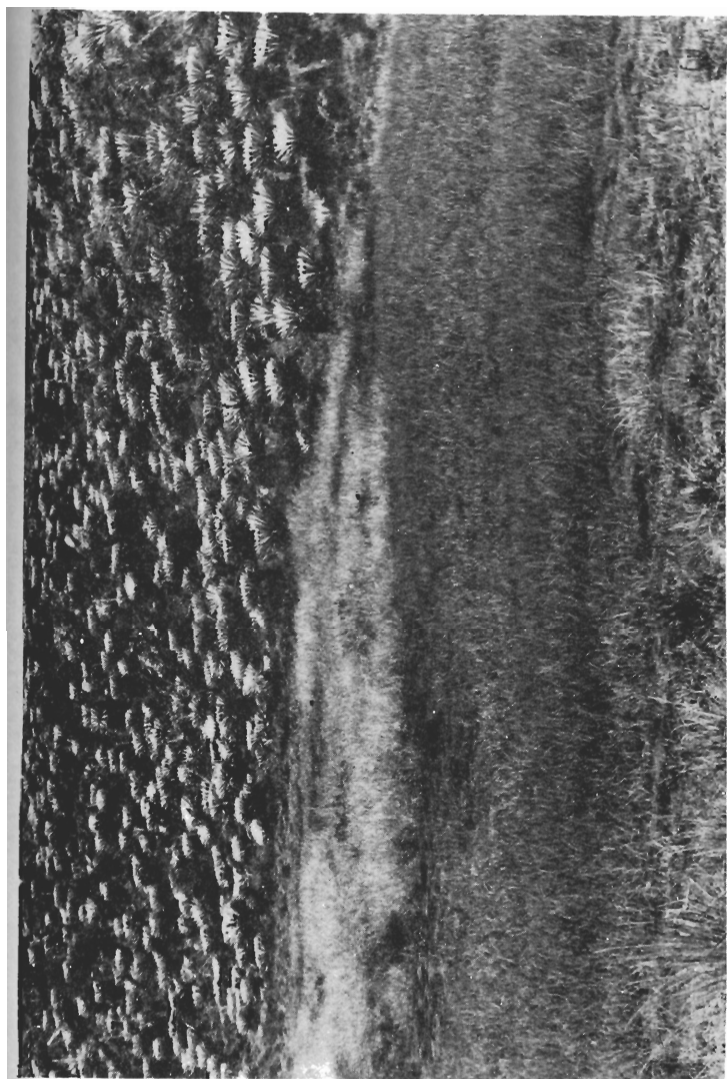


Fig . 3 En primer plano un mosaico de vegetación herbácea tipo pastizal en el fondo del valle.
Al fondo tipo sifonómico arbustal dominado por rosetas de la Tribu Espeletinae, sobre
una morrena de retroceso.

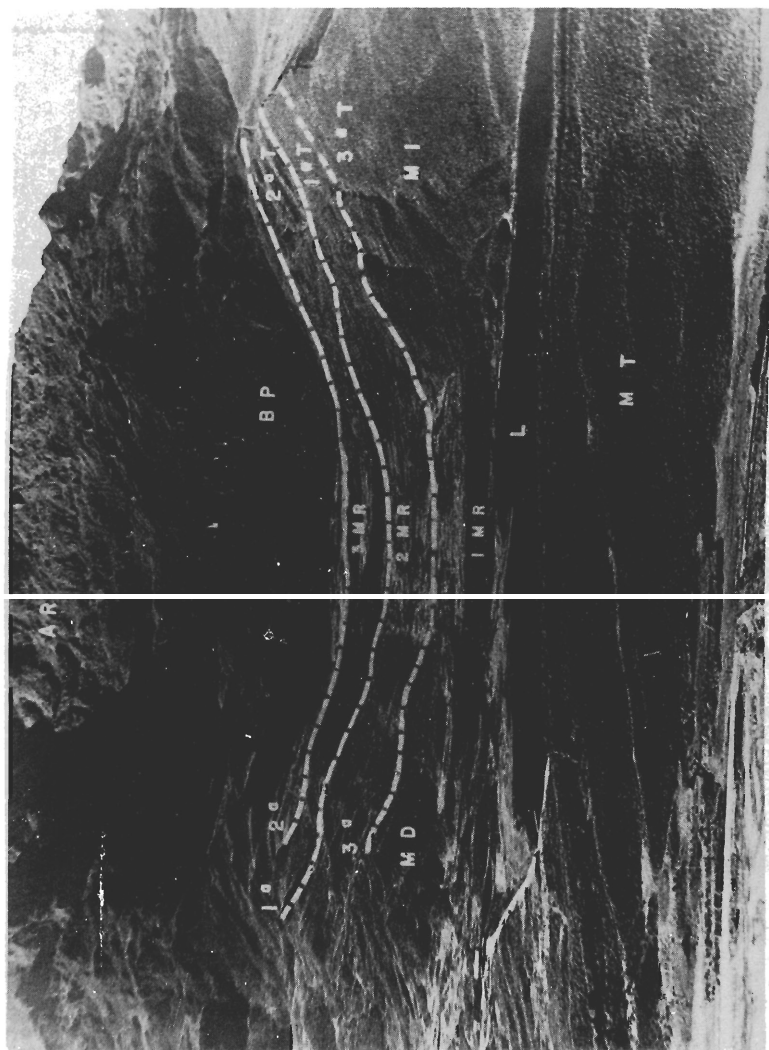


Fig. 4. Las tres transectas del muestreo de vegetación que cruzan el valle transversalmente. MTI: morrena Terminal; L: Laguna; IMR: 1a. morrena de retroceso; 2MR y 3MR: 2a. y 3a. M. de retroceso; WID y WI: Morrena derecha y M. izquierda; 1a, 1aT, 2a (2aT) y 3a (3aT): 1a, 2a y 3a. Transectas; BP: Bosque abierto de Polylophis sericea.

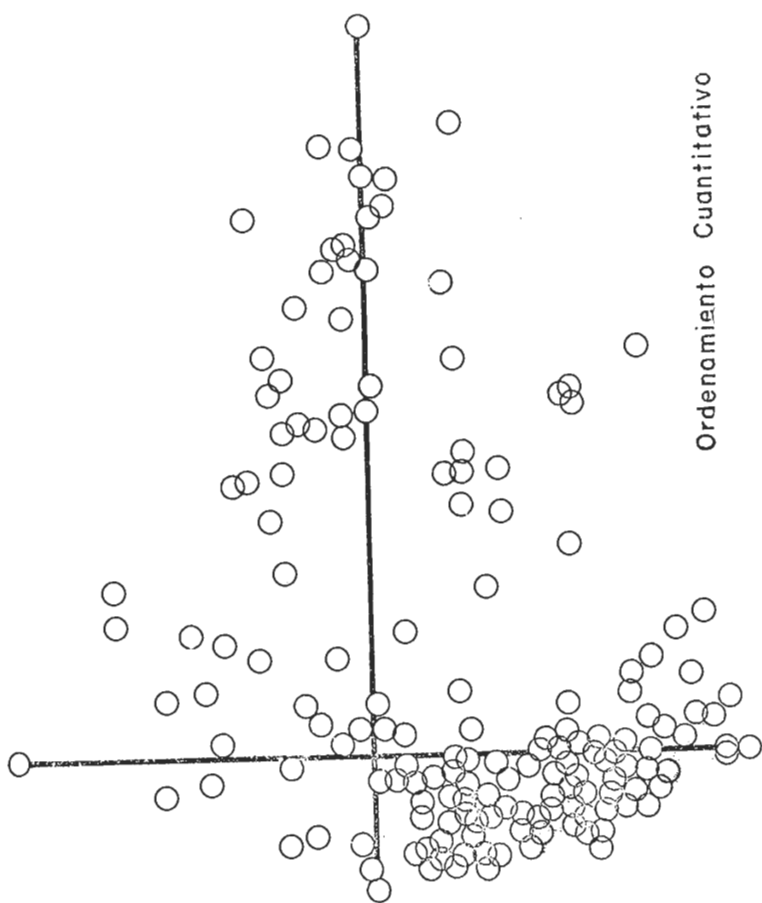


Fig. 5. Ordenamiento (cuantitativo) de los datos de Cobertura. Se nota una clara aglutinación de censos en el sector izquierdo e inferior del plano.

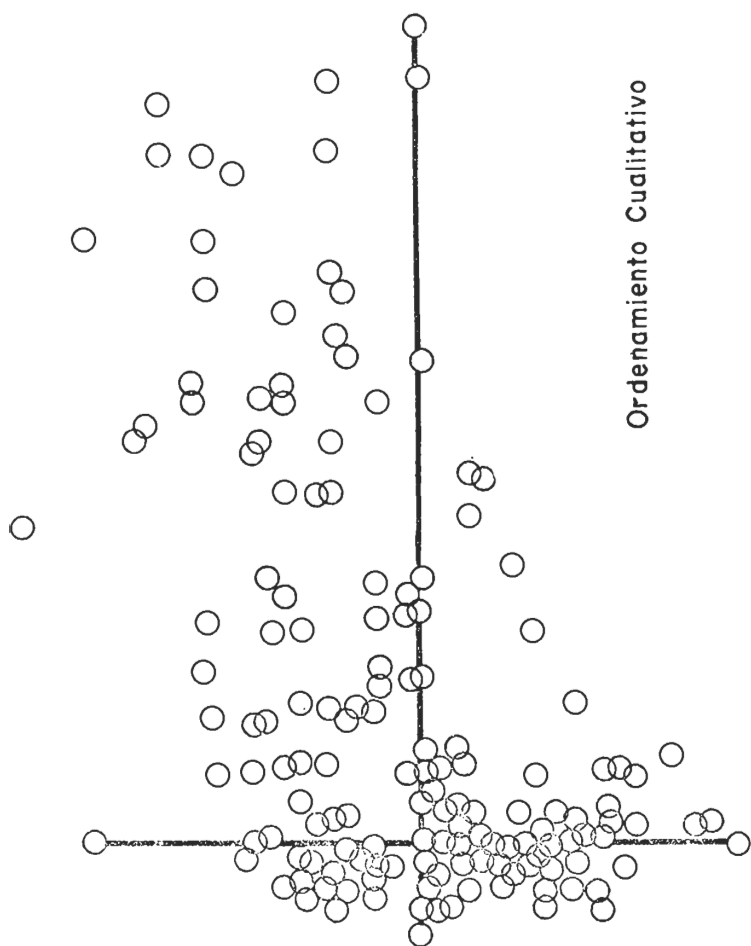


Fig 6. Ordenamiento (cualitativo) de los datos de presencia/ausencia de las especies. Los censos se disponen en forma densa en el sector izquierdo pero se distribuyen más en el resto del plano.

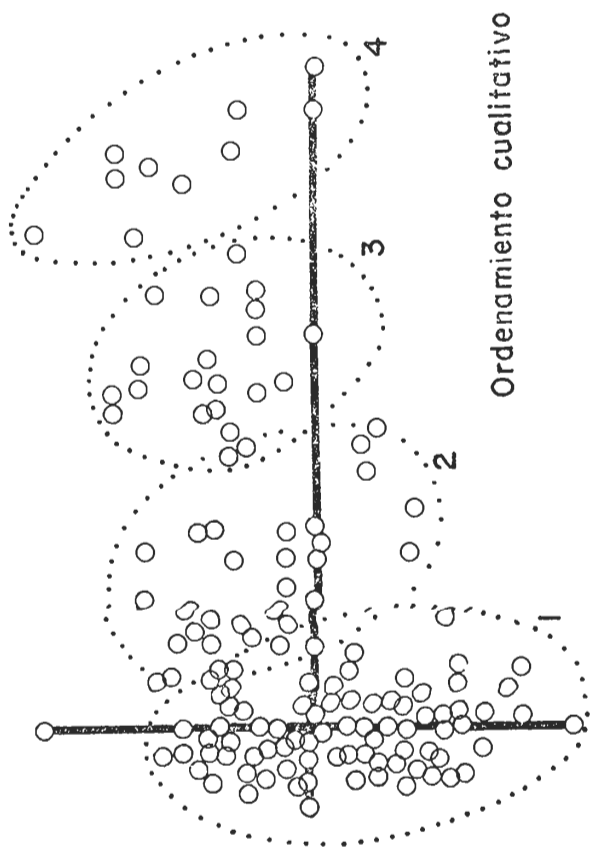


Fig. 7. Grupos de censos (señalados por nosotros) sobre el ordenamiento cualitativo. La posición de los grupos concuerda con la posición Topográfica y las condiciones hídricas del sitio de origen de los censos.

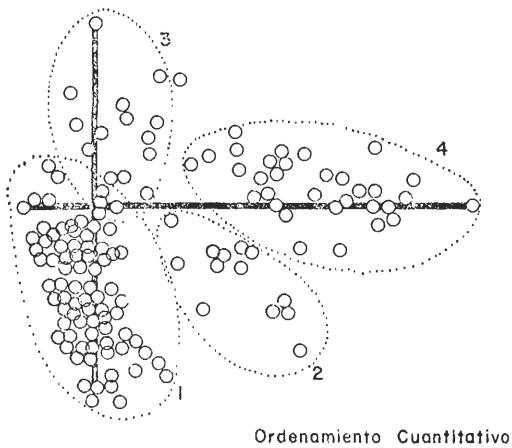


Fig. 8 Grupos de censos (señalados por nosotros) sobre el ordenamiento cuantitativo. De nuevo se repite la coincidencia de los grupos con la posición Topográfica y las condiciones hídricas.

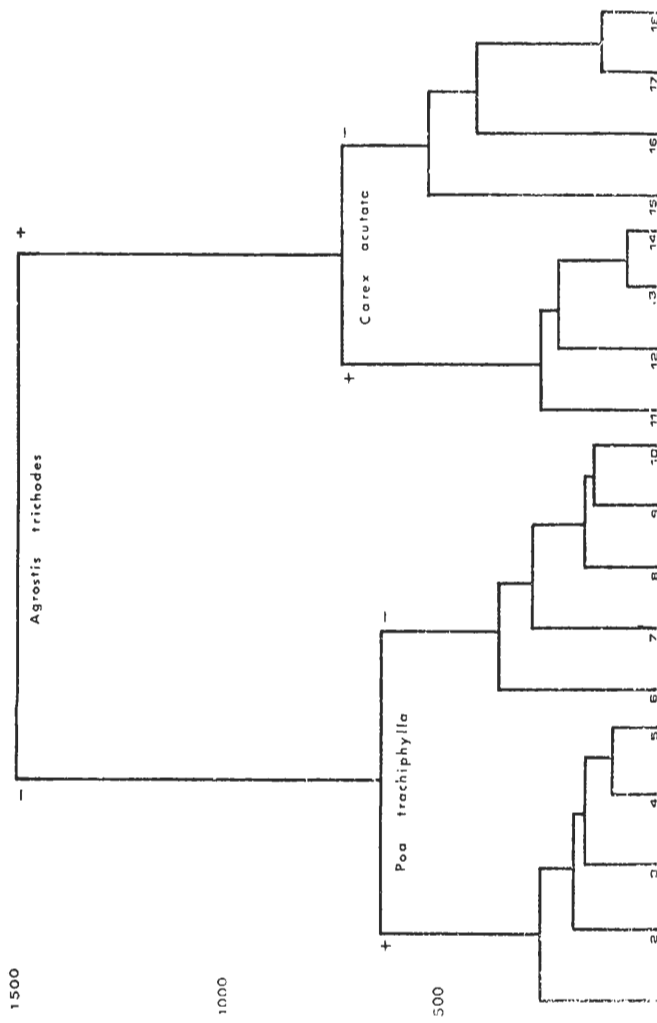


FIG. 9 El Análisis de Asociación de Williams y Lambert. La especie *Agrostis trichodes* separa los censos de lugares bien drenados de aquellos de lugares con humedad perenne y estacional. La rama negativa corresponde a los censos de lugares bien drenados sobre las morrenas y la rama positiva comprende censos del fondo del valle principalmente.

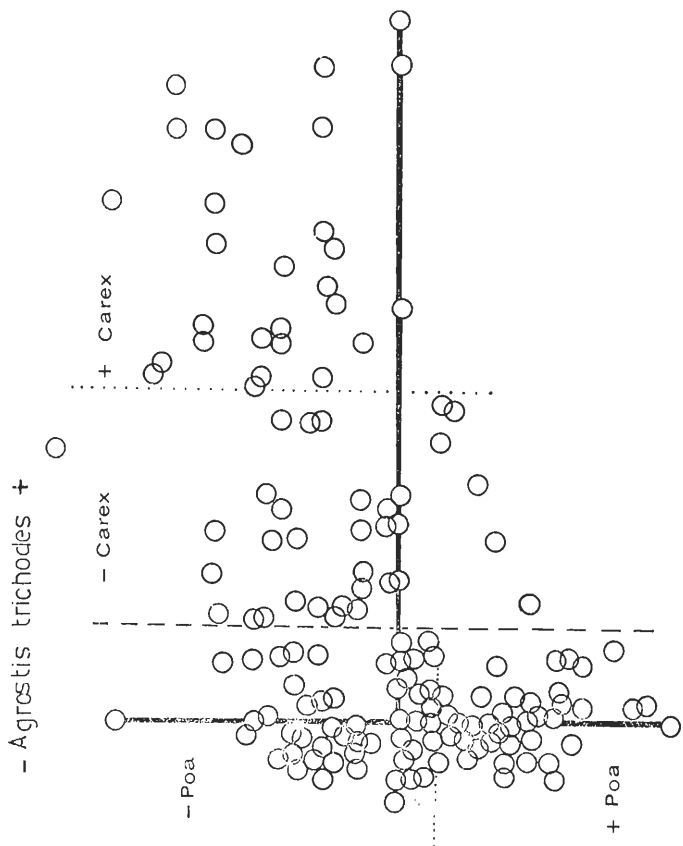


Fig. 10 Los cuatro grupos principales del análisis de asociación pueden reconocerse sobre el ordenamiento cualitativo, sin embargo no es posible obtener mayor detalle.

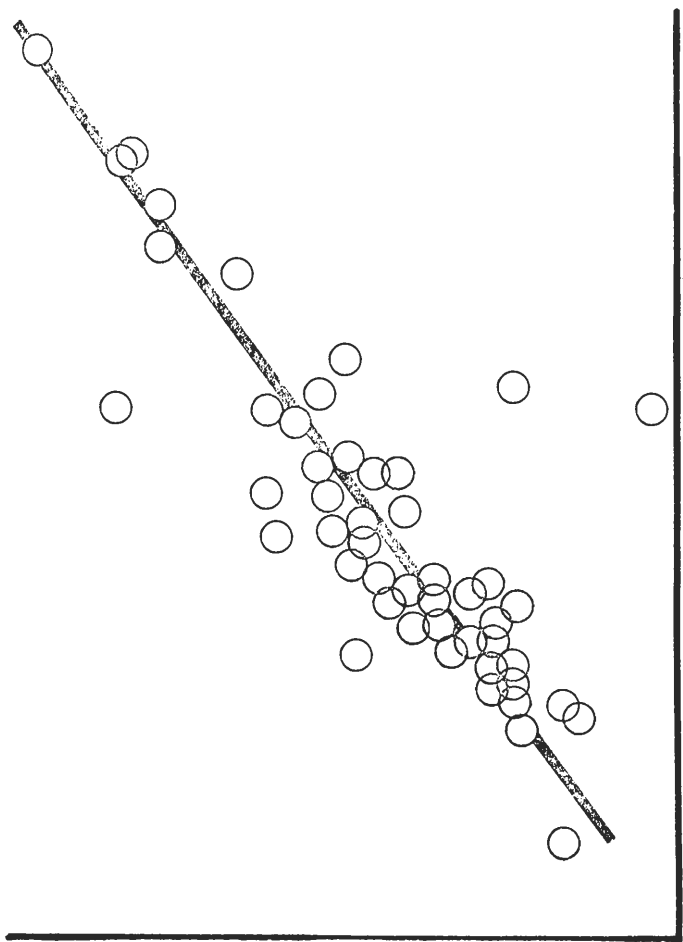


Fig. 11. El ordenamiento de los datos de suelo produce una nube de puntos que resulta en un gradiente único y resultante de drenaje.

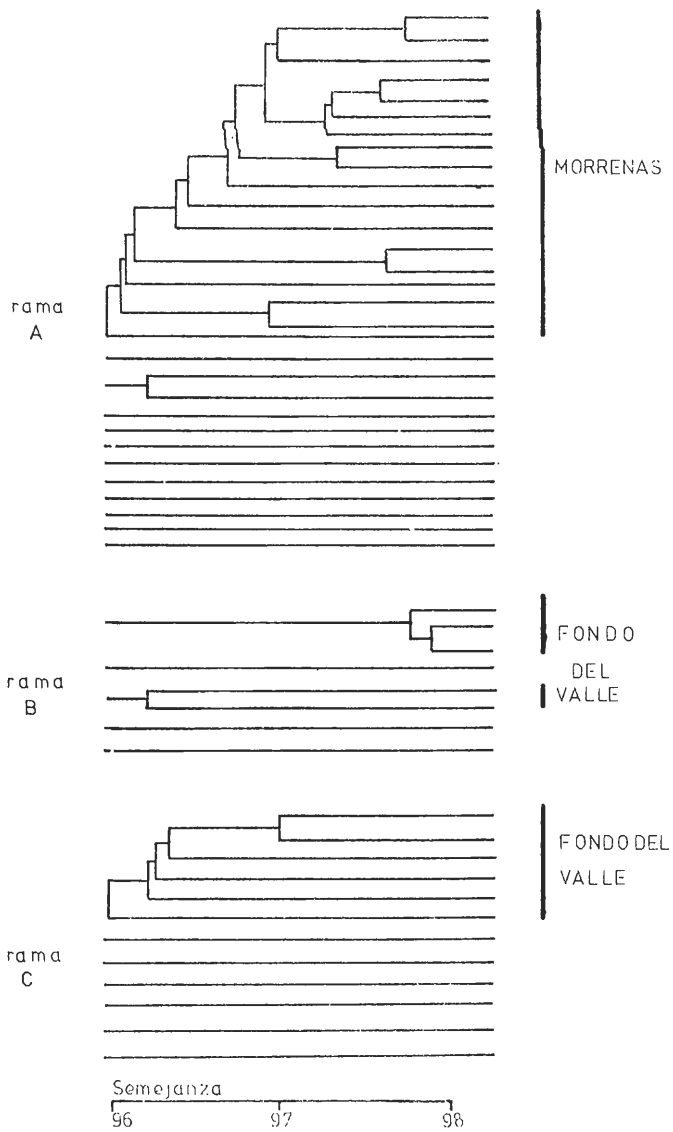


Fig. 12. La clasificación de los datos de suelo produce tres grandes ramas y marcado encadenamiento. La Rama A corresponde a censos de Morrena y las ramas B y C corresponden al fondo del valle pero con diferentes condiciones hídricas.

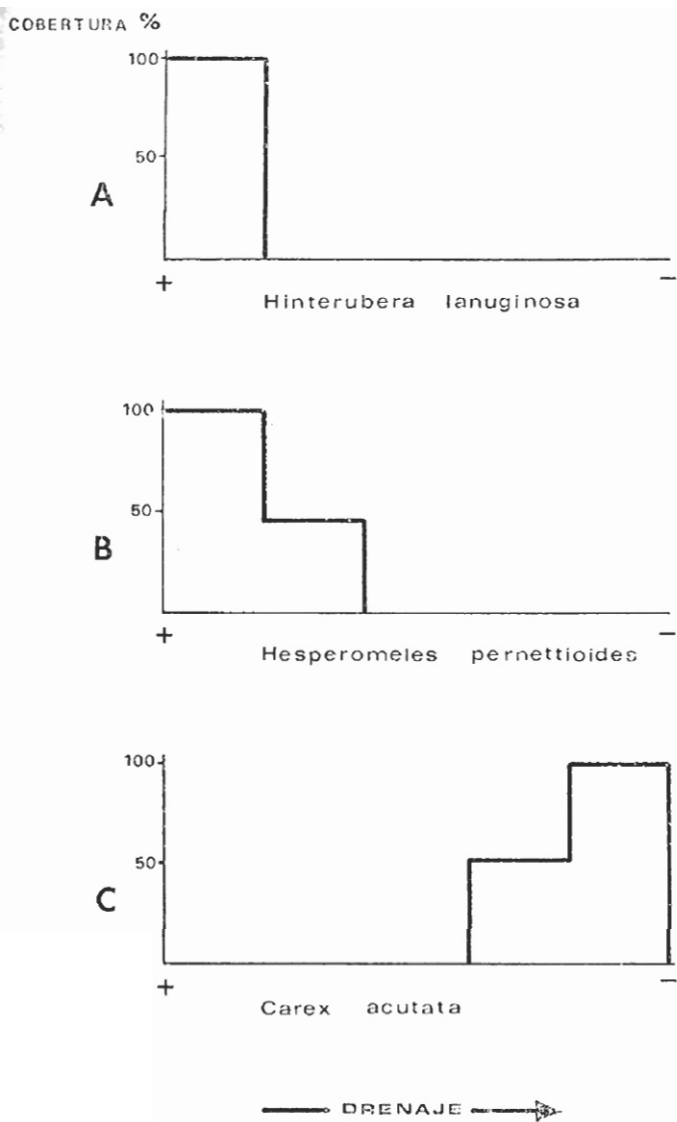


Fig. 13 *Hinterubera lanuginosa*, *Hesperomeles pernettioides* y *Carex acutata*, son especies que se localizan en uno u otro extremo del gradiente.

COBERTURA %

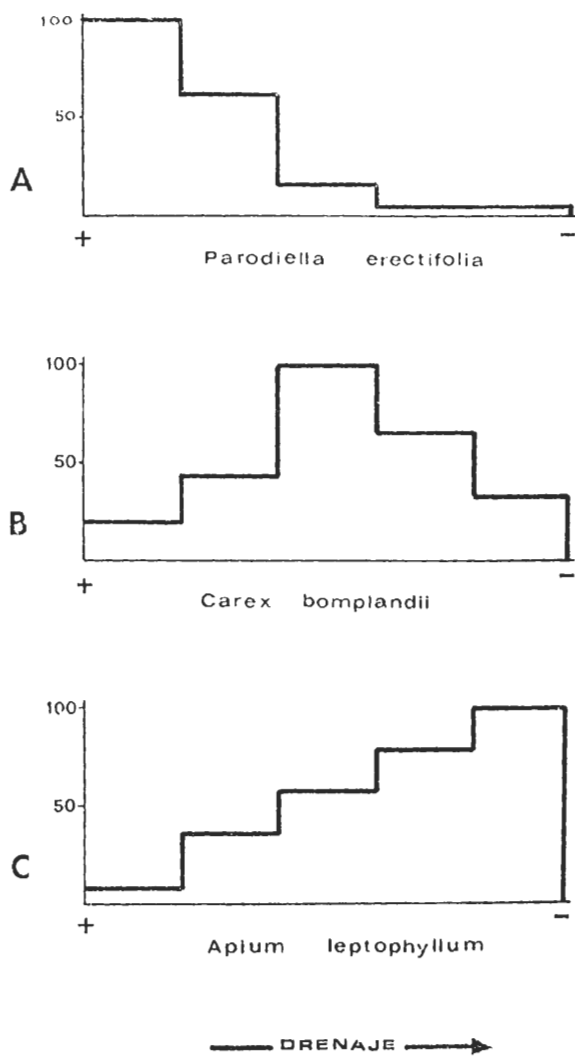
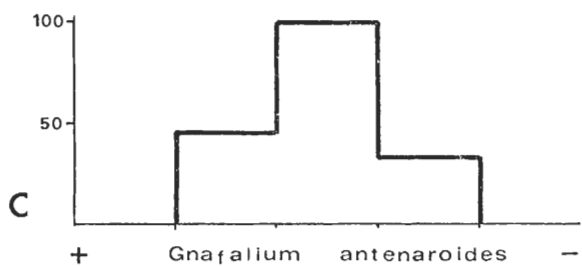
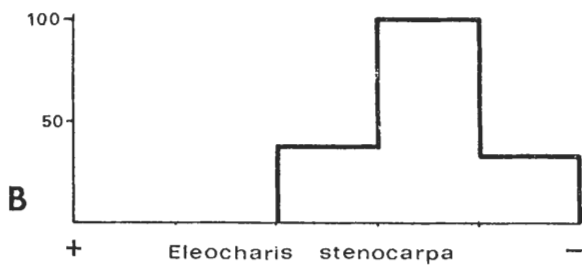
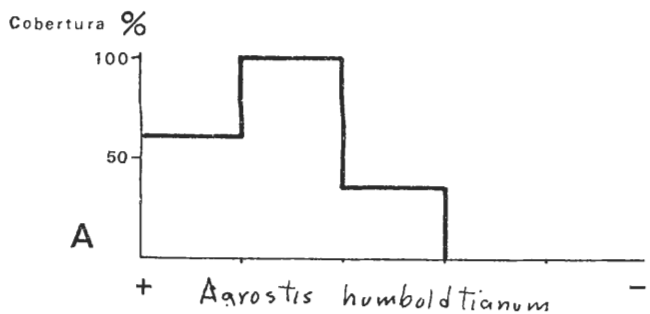
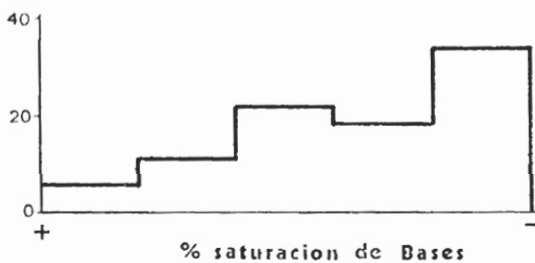
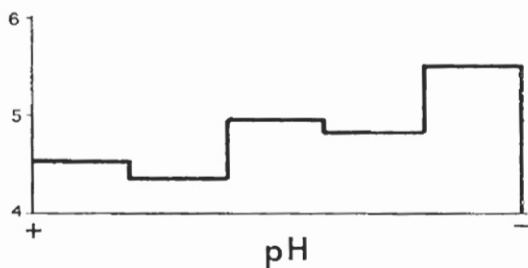
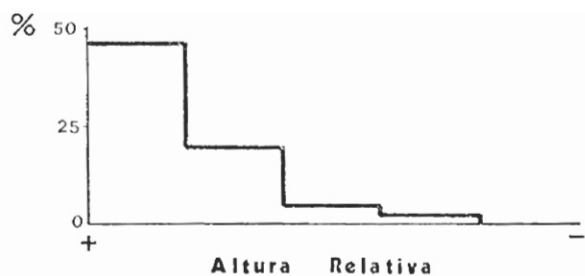


Fig. 14 *Parodiella erectifolia*, *Carex bomplandii* y *Apium leptophyllum*, se distribuyen ampliamente sobre todo el gradiente hídrico, pero su máxima cobertura la presentan en un extremo en A y C ó en el centro en B.



— DRENAJE —>

Fig. 15 *Agrostis humboldtianum*, *Eleocharis stenocarpa* y *Gnaphalium antenaroides*, muestran poca amplitud en su distribución, pero sus máximos de cobertura no se asocian a los extremos.



— DRENAJE —>

Fig. 16 La altura relativa está asociada con el drenaje de los lugares censados, los sitios más altos son los más drenados. El pH y el porcentaje de Saturación de Bases muestra tendencia a aumentar con la disminución del drenaje.