

Citar como:

Fariñas, M., Monasterio, M. 1980. La vegetación del páramo de Mucubají. Análisis de ordenamiento y su interpretación ecológica. En: Monasterio, M. (Ed). Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Editorial de la Universidad de Los Andes, Mérida, pp. 264-307.

LA VEGETACION DEL PARAMO DE MUCUBAJI ANALISIS DE ORDENAMIENTO Y SU INTERPRETACION ECOLOGICA

MARIO FARIÑAS y MAXIMINA MONASTERIO

Facultad de Ciencias
Universidad de Los Andes
Mérida, Venezuela

INTRODUCCION

En el capítulo 4 de este libro (Monasterio, 1980) presentamos un estudio a pequeña y mediana escala de la variación de la vegetación en los páramos de Venezuela y su relación con factores ambientales. En el presente trabajo, en cambio, elegimos dentro de los páramos un área restringida, para realizar un estudio a gran escala de las correspondencias entre vegetación y habitat. El sitio elegido fue el Páramo de Mucubají, una localidad de alta montaña tropical en los Andes de Venezuela donde, como ya hemos señalado anteriormente, concentramos nuestras investigaciones ecológicas.

La vegetación y los suelos fueron estudiados mediante distintas técnicas de ordenamiento, con el fin de comparar entre sí los resultados obtenidos con cada una de ellas, tanto para valorar su eficacia como para relacionar la variación de la vegetación con la del ambiente.

En una publicación anterior del primer autor (Fariñas 1975) se utilizaron métodos de taxonomía numérica para la clasificación de los suelos del área. En este trabajo nos concretaremos a discutir los resultados obtenidos mediante análisis de ordenamiento tanto de la vegetación como de los suelos.

LA VEGETACION

En el páramo de Mucubají la vegetación presenta una variación local entre varios tipos fisonómicos. En las partes húmedas del fondo del valle se implantan comunidades herbáceas bajas dominadas por graminiformes (praderas y turberas); sobre las morrenas se localiza el rosetal de *Espeletia*; en tanto que sobre los afloramientos rocosos y en algunos sitios de las morrenas existen bosques. Para la caracterización de cada tipo de vegetación remitimos al Capítulo 4. Aquí sólo describiremos sucintamente las asociaciones más importantes de este páramo.

La primera asociación que describiremos, con un criterio fisonómico florístico, está constituida principalmente por rosetas, arbustos, graminoides y hierbas en proporción que varía localmente en forma gradual; esta unidad se implanta sobre las morrenas laterales y de retroceso y en ciertos sitios localizados del fondo del valle. Consta de tres estratos: el superior de 80-150 cm de alto, el intermedio de 20-50 cm y el inferior de 0-10 cm (Figura 1).

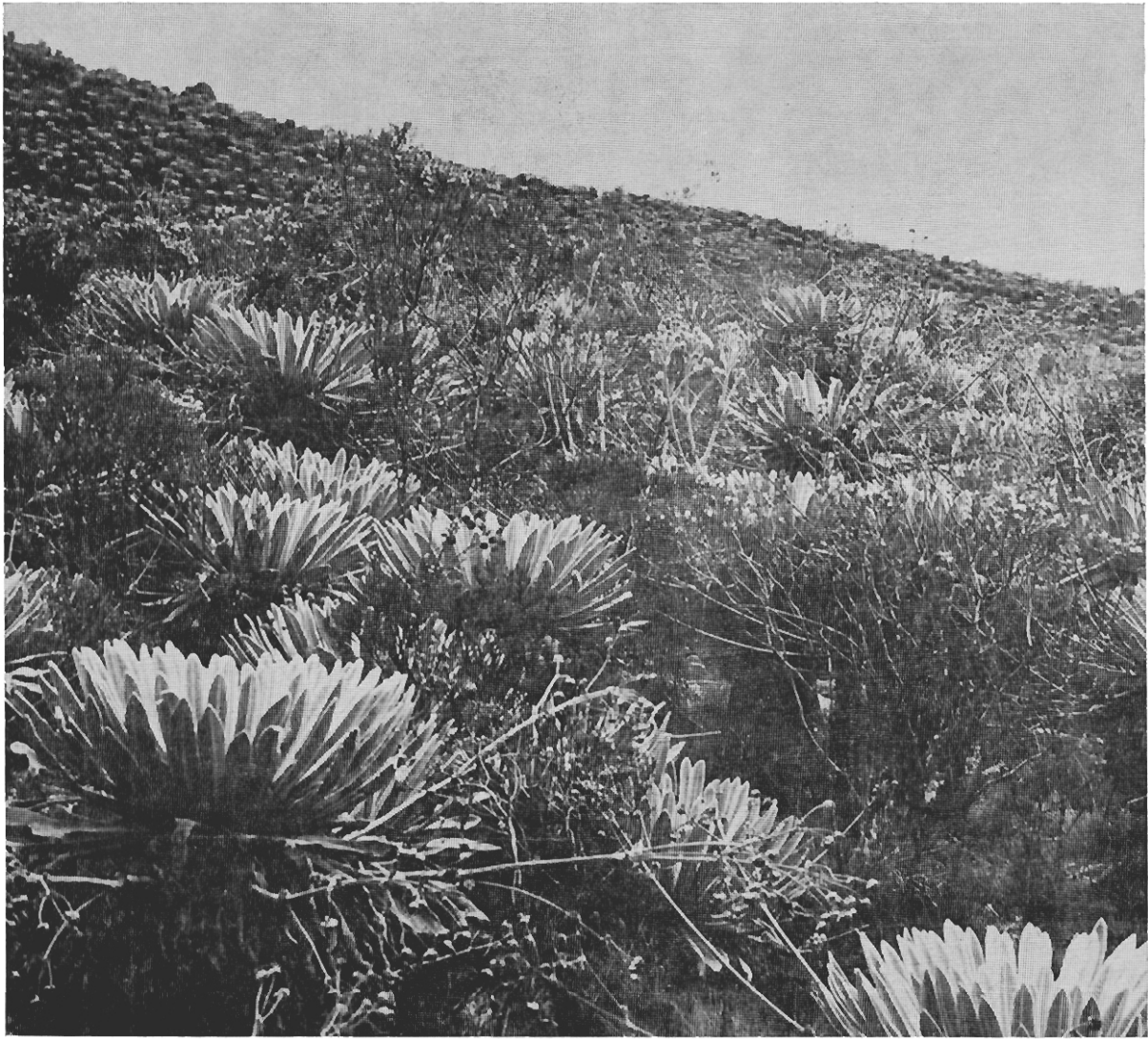


FIGURA 1: El tipo fisonómico rosetal-arbustal es el más extendido en el Páramo. Su característica más importante es la presencia de los "Frailejones", rosetas del género *Espeletia* características del Páramo. Aquí se ve dentro de este tipo fisonómico la asociación de *Espeletia schultzii* e *Hypericum laricifolium*. Foto Fariñas.

El primer estrato (80-150 cm) tiene una cobertura que oscila entre 40% y 80%. Las principales especies son rosetas del género *Espeletia* (1) y los arbustos *Hypericum laricoides*, *Hesperomeles pernettyoides*, *Arcitophyllum caracasenum*, *Baccharis prunifolia* (2), etc.

- (1) Se considera aquí el género *Espeletia* antes de su división por Cuatrecasas (1976).
- (2) En el apéndice 1 se presenta la nomenclatura completa, con nombre de autores de todas las especies mencionadas.

El segundo estrato (20-50 cm) es más abierto que el anterior, puede faltar o llegar a tener una cobertura de hasta 40%; está compuesto principalmente por gramíneas como *Parodiella erectifolia*, *Poa trachyphylla*, *Calamagrostis effusa* y *Bromus pitensis*; arbustos como *Pernettya elliptica* y *Baccharis tricuneata* y estadios juveniles de *H. laricoides* y *A. caracasannum*; asimismo son frecuentes las hierbas como *Rumex acetosella*, *Castilleja fissifolia*, *Gnaphalium meridannum*.

El tercer estrato (0-10 cm) puede llegar a cubrir hasta un 80% y está compuesto principalmente por gramíneas graminiformes como *Poa trachyphylla*, *Agrostis hankeana*, *Aciachne pulvinata*, *Carex amicta*, *Sisyrinchium micran-*

tum, *Luzula racemosa*; también hay hierbas como *Relbunium hipocarpium*; *Stachys venezuelana*, *Arenaria jahnii*, *Geranium chamaense*, *Acaena cilindrostachya*, *Bidens humilis*, *Hypochaeris setosus*.

Esta asociación es la más extendida, en Mucubají, su fisonomía puede variar desde un *rosetal-arbustal* dominado por rosetas de *Espeletia* acompañadas de arbustos, hasta una variante en la que aumenta la proporción de gramíneas hasta hacerse más abundantes que los arbustos.

El fondo del valle presenta un mosaico de comunidades asociadas con habitats determinados por pequeñas diferencias en topografía; así en los depósitos con material glacial se



FIGURA 2: La pradera de graminoides en el área de estudio, este tipo fisonómico se presenta localizado y está constituido principalmente por gramíneas bajas (asociación de *Agrostis trichodes*, *Agrostis hankeana*, *Aciachne pulvinata*, etc.). Al fondo aparece el Bosque de *Polylepis*. Foto Fariñas.

presenta una vegetación semejante a la ya descrita; pero en los sitios más bajos, sometidos a inundaciones estacionales o permanentes, se encuentra una diversidad de comunidades herbáceas que se sustituyen entre sí, y que describiremos brevemente a continuación.

Un tipo fisonómico que hemos llamado *pradera de gramínoides*, consta de dos estratos, el superior no mayor de 15 cm puede tener una cobertura de hasta 40% y el inferior, de menos de 5 cm, es prácticamente continuo (Figura 2).

Dentro de este tipo aparece una comunidad dominada por *Agrostis trichoides* y otra dominada por *Agrostis hankeana*, *Aciachne pulvinata* y *Carex amicta*.

A lo largo de las terrazas del río encontramos un tipo fisonómico que denominamos *pastizal de hoja ancha*. Tiene dos estratos, el superior (30 a 50 cm) dominado por gramíneas como *Bromus pitensis* y *Calamagrostis effusa*, con la aparición ocasional de *Hypericum laricoides* y *Espeletia schultzii* cubre entre un 40 y un 60%; el segundo estrato (10-15 cm), casi continuo, está dominado por *Agrostis hankeana*.

En los sitios más bajos y más húmedos del fondo del valle, que sufren inundaciones estacionales o permanentes, se presenta otro tipo de pastizal que hemos llamado *pastizal húmedo*; consta en general de dos estratos, uno continuo de graminiformes de 25 cm de altura y el otro



FIGURA 3: El pastizal húmedo localizado en las partes anegables del fondo del valle varía localmente en composición como se observa en la fotografía en primer plano *Carex acutata*. Al fondo el rosetal sobre una morrena de retroceso. Foto Fariñas.

METODOLOGIA

En el presente trabajo nos planteamos analizar fitosociológicamente la vegetación del Páramo de Mueubají y establecer relaciones con diferentes factores del habitat. Para llevar a cabo este propósito fue necesario primero realizar el análisis a través de un muestreo adecuado y luego sintetizar la información recogida de una manera que permitiera relacionar la vegetación con los factores que afectan su variación.

La síntesis puede llevarse a cabo mediante dos grupos de técnicas: las de clasificación que buscan resaltar las discontinuidades en la composición florística y las de ordenamiento que permiten establecer gradientes de variación más o menos continua. La clasificación busca formar clases de muestras o de parcelas de acuerdo a una serie de características relacionadas con la composición florística; mientras que el ordenamiento coloca cada muestra o "parcela" en un espacio de 1 a "n" dimensiones, en el cual la posición relativa de cada una resulta de sus relaciones con todas las demás o con algunas de ellas.

Nosotros empleamos el ordenamiento simple de Bray y Curtis (1957) que realiza una comparación de las muestras mediante un coeficiente de similaridad que permite establecer en cuanto se asemejan o diferencian las mismas en base a su composición; el coeficiente puede establecer sólo datos de presencia/ausencia, o también con atributos cuantitativos. En nuestro caso utilizamos el Coeficiente de Comunidad de Sorensen que ha sido usado también en taxonomía de suelos bajo el nombre de Índice de Semejanza (Castillo, 1970).

Gauch y Whittaker (1972) prueban varias técnicas de ordenamiento y diferentes medidas de similitud. Ellos se muestran en desacuerdo con las técnicas matemáticamente más sofisticadas y con las medidas de similitud más elegantes; demostrando que bajo una amplia variedad de condiciones el método de ordenamiento simple de Bray-Curtis utilizando el Coeficiente de Sorensen es el más efectivo. Encuentran además que todas las técnicas de ordenamiento introducen una distorsión en la disposición de

los censos sobre los ejes de variación, pero que esta distorsión es mínima con la técnica de Bray-Curtis. Gauch (1973) analizando este método de ordenamiento simple determina que, si bien la distorsión desplaza los puntos, se mantiene la secuencia original, lo que este autor atribuye a la no linealidad de la medida de similitud como estimador ecológico.

LA TOMA DE DATOS

El Muestreo de la Vegetación

El valle fluvio-glacial del Río Mueubají está enclavado en el complejo morrénico del mismo nombre, el que consta de una morrena lateral derecha cuya altura máxima aproximada es de 84 m y una morrena lateral izquierda que alcanza una altura máxima aproximada de 151 m sobre el fondo del valle. Además existe una morrena terminal y cuatro pequeñas morrenas de retroceso entre las cuales yacen depósitos de sedimentos fluvio-glaciares.

La vegetación de las morrenas es fisonómicamente homogénea mientras que en el fondo del valle hay un mosaico de comunidades. En sentido longitudinal, es decir en el sentido del curso del río, existe a lo largo de ambas morrenas laterales cierto grado de uniformidad no sólo en la vegetación sino también en la topografía y la exposición; en tanto que en el fondo del valle la presencia de morrenas de retroceso hace que los sedimentos finos detrás de cada una de ellas estén a una altura mayor a medida que nos dirigimos aguas arriba, de manera que visto desde la parte alta el mismo presenta un aspecto escalonado. Se observan en efecto cuatro escalones, cada uno contenido por una morrena de retroceso (Figura 5). Además se presentan otros depósitos glaciares que producen una serie de elevaciones por encima de la superficie aluvial, lo que unido a la existencia de una serie de pequeñas depresiones, da como resultado que el fondo del valle no tenga la misma uniformidad que las morrenas.



FIGURA 5: El valle fluvio-glacial de Mucubají visto desde la sierra de La Culata. Se observan claramente tres de las morrenas de retroceso que cortan el valle transversalmente y producen escalones en la parte baja. Foto Fariñas.

Si por el contrario cruzamos el valle en sentido transversal, perpendicularmente al curso del río, nos encontraremos con una situación diferente, puesto que el faldeo de las morrenas laterales descende hacia el centro del valle, variando la pendiente, la exposición y la vegetación. Al cruzar el río y ascender la morrena del lado opuesto se produce el fenómeno inverso, de modo que el drenaje de las morrenas es hacia el centro del valle, a través de numerosos cursos de agua permanentes y estacionales. Así se crea una notable diferencia entre las condiciones hídricas del fondo del valle y de las morrenas, así como dentro del área aluvial. Estos fenómenos condicionan una diversidad de habitats

que se reflejan en la existencia de una notable variabilidad de la vegetación en pequeñas distancias.

El muestreo se realizó a lo largo de tres transectas aproximadamente paralelas y equidistantes, que cortaban el valle transversalmente, es decir en el sentido de la mayor variación; una en la parte alta, otra en la parte media y la tercera en la parte baja (Figura 6). El hecho que el fondo del valle tuviese un área comparativamente menor que la de las morrenas laterales, pero con mayores cambios en menos espacio, hizo necesario que fuese muestreado con mayor intensidad.

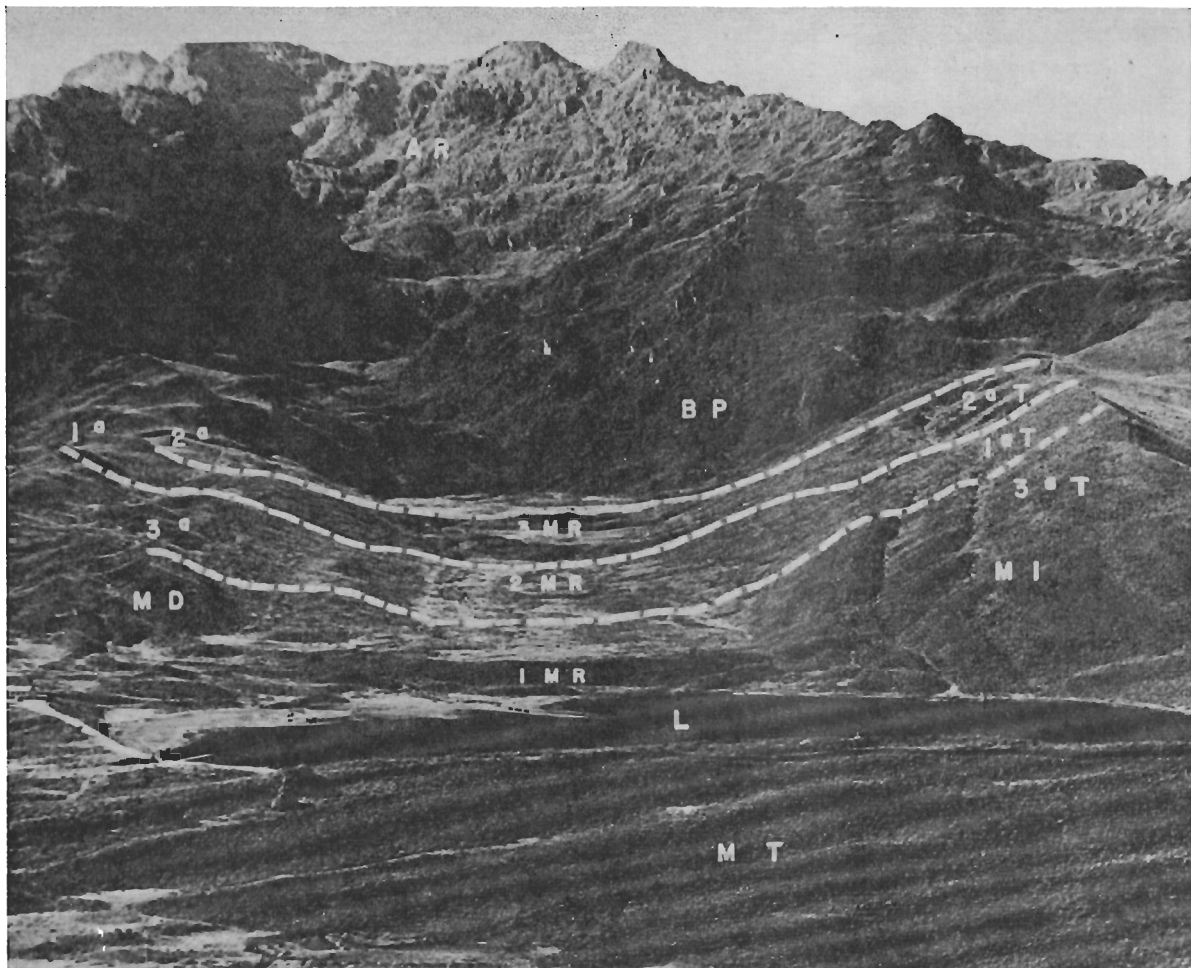


FIGURA 6: Las tres transectas del muestreo de vegetación dibujadas sobre la fotografía de la figura anterior (AR): Afloramientos rocosos. (BP): Bosque de *Polytepis*. (1aT, 2aT, 3aT): Primera, segunda y tercera transecta. (1MR, 2MR, 3MR): Primera, segunda y tercera morrena de retroceso. (MD): Morrena derecha. (MI): Morrena izquierda. (L): Laguna Mucubají. (MT): Morrena terminal.

Para determinar el tamaño de cada muestra y su disposición consideramos entre otras cosas, el tipo de datos que queríamos usar, es decir datos cuantitativos y cualitativos. Como datos cualitativos hicimos censos florísticos que nos dieran la información sobre presencia/ausencia de cada especie; para la información cuantitativa escogimos la cobertura, un atributo fácil de tomar en el campo, que no se presta a determinaciones ambiguas, como hubiera sido el caso de la densidad, y que además nos da una información de mucho significado ecológico.

Una vez determinado el tipo de datos a tomar queda entonces por decidir el tamaño y la forma de cada muestra, así como también su disposición. Para ello tomamos una serie de muestras de tamaño creciente donde medimos y estimamos la cobertura de la vegetación y comparamos las listas florísticas. Así determinamos que un área de 10 m², de forma rectangular (5 m x 2 m) nos daba suficiente información florística y nos permitía además tomar los datos de cobertura perturbando muy poco el área interior del censo. Para mantener la uniformidad de cada muestra orientamos su eje mayor perpendicularmente a la

dirección de la transecta. Dada la relativa uniformidad de las morrenas dispusimos las muestras regularmente en cada transecta, situándolas a una distancia de 20 m entre sí en las morrenas y de 10 m en el fondo del valle. Esto nos permitirá hacer un estudio de gradientes, si es que los hubiere, y analizar el "pattern" de la vegetación. En cada rectángulo se hizo una lista florística completa y se midió cobertura mediante 50 puntos al azar, con una varilla metálica de 8 mm de diámetro. Se tomaron además en cada sitio censado datos del habitat para hacer un análisis del ambiente a mediana escala. Cada censo se identificó con un número colocado en una esquina, para poder ser localizado posteriormente.

En total se realizaron 162 censos de vegetación de 10 m² cada uno. Esta información, una vez convertida en matrices de distancia, se utilizó para producir un ordenamiento cualitativo y otro cuantitativo, así como dos ordenamientos posteriores a mayor escala.

El Muestreo Ecológico

Una vez realizados los ordenamientos de vegetación y formuladas las primeras hipótesis para su interpretación, efectuamos un "muestreo ecológico" para obtener los datos del ambiente que nos permitieran corroborar, modificar o rechazar la interpretación preliminar de los ordenamientos. El análisis ambiental debía ser comparado con el de vegetación para determinar la relación entre la variabilidad de ambos grupos de factores. La existencia de datos micro y topoecimáticos (Capítulo 9) nos indujo a tomar principalmente datos referentes al sustrato, pero enfocado desde un punto de vista ecológico, puesto que no era nuestro objetivo realizar un estudio edafológico.

Para lograr un muestreo que suministrase información sobre toda la variación existente decidimos hacerlo al azar estratificado. Dividimos el plano de ordenamiento en 25 cuadros, escogiendo en cada uno dos censos mediante coordenadas aleatorias hasta totalizar 50 censos. En algunos cuadros tomamos el único censo presente y en otros no encontramos censos, pero

aún así continuamos el muestreo hasta escoger cincuenta muestras. Los censos escogidos se localizaron en el campo mediante la identificación previamente colocada en cada sitio censado.

En cada censo ecológico se anotó una serie de características del sitio y se estudio el perfil del suelo al nivel de la rizosfera. La profundidad del perfil se tomó en unos casos hasta un horizonte muy pedregoso que no era penetrado por las raíces; en otros casos estudiamos hasta un horizonte hidromórfico compacto y en otros llegamos hasta el nivel freático.

Después de haber estudiado el primer perfil, pasamos al siguiente censo y realizamos una excavación; si el perfil correspondía al tipo estudiado, sólo tomábamos datos del sitio y muestras de 0-10 cm y de 30-40 cm para controlar la variabilidad de algunos atributos y obtener información adicional; pero si el perfil era de un tipo diferente, se hacía el estudio y la descripción del sitio y del perfil tomando muestras de cada horizonte. De esta manera obtuvimos muestras en 50 sitios donde previamente se había censado la vegetación; en unos casos sólo tomamos dos muestras mientras que en otros estudiamos y muestreamos todo el perfil. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Suelos del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales de la Universidad de Los Andes.

Del muestreo ecológico se obtuvieron 50 muestras superficiales de suelo y se describieron 17 perfiles; a partir de esta información se establecieron matrices de similitud y se realizó un ordenamiento de las 50 muestras superficiales.

MANEJO DE LA INFORMACION

Los datos de cobertura y de presencia-ausencia obtenidos en el muestreo de vegetación se organizan en una matriz de censos por especies; la que se convierte luego en dos matrices de distancia, una con datos cualitativos y otra con los cuantitativos. Estas matrices son la base del análisis de ordenamiento de Bray & Curtis. Un programa calcula las matrices y otro las coordenadas de cada punto (censo) sobre cada eje.

A partir de las matrices de distancia originales se calculan otras dos, pero solamente para un grupo de censos que en los ordenamientos anteriores resultaron muy aglomerados; se ordenan así nuevamente esos censos pero ahora a una escala mayor.

El muestreo ecológico permitió identificar 17 perfiles diferentes de suelo, de los que se tomó una muestra de cada horizonte; además se tomaron en los 33 sitios restantes muestras de 0-10 cm y de 30-40 cm, de las que sólo la superficial fue enviada a analizar químicamente.

Los resultados obtenidos se organizaron en una matriz de 50 censos por 36 atributos, entre los que figuran: datos del sitio; datos del perfil; resultados de los análisis químicos del horizonte superficial o de la muestra de 0-10 cm; resultados del análisis de las muestras de 30-40 cm; color en superficie y a 30-40 cm; porcentaje de material mayor de 2 mm de diámetro en la superficie y a 30-40 cm. En base a esta matriz realizamos un ordenamiento para confrontar sus resultados con los de los análisis de la vegetación.

Es importante hacer notar que ciertos datos no pudieron ser usados directamente y debieron ser transformados o tabulados. Así la altitud fue recalculada como altura relativa con respecto al nivel del río, quedando los censos de cresta de morrena a una altura relativa de 100%, independientemente de la altura absoluta de la morrena. Los datos como moteado, presencia de concreciones, hidromorfía, profundidad de un horizonte Gley y nivel freático, estaban en forma semi-cuantitativa, pues algunos sitios no los tenían, mientras que donde se encontraron estaban representados por un valor referente a su profundidad. Esto se solucionó dando un valor ficticio de profundidad mayor que el máximo valor encontrado; así los censos donde se encontró el atributo tenían un valor real, pero en todos aquellos donde no se encontró se le puso el mismo valor ficticio. Por ejemplo el censo 101 tenía concreciones a una profundidad de 55 cm, a otros censos que no tenían concreciones se les asignó un valor de 100.

En cuanto a la textura, en un principio pensamos utilizar los resultados de los análisis granulométricos como valores de textura, pero algunos suelos muy orgánicos dificultaron el análisis, a esa textura la llamamos "turbosa". La escala utilizada fue la siguiente:

AF	Fa	FAa-Fa	F	F·FAa	FAa	FA	FL	T
1	2	3	4	5	6	7	8	9

La posición topográfica y la exposición fueron codificadas de acuerdo al código de Godrón (1968). En cuanto al color, fue dividido en sus tres componentes, Matriz, Intensidad y Pureza. Para el matiz seguimos la nomenclatura de la tabla Munsell:

10R	2,5YR	5YR	7,5YR	10YR	2,5Y	5Y
10	12,5	15	17,5	20	22,5	25

Para la intensidad y la pureza seguimos el sistema propuesto por Castillo (1970). La matriz de datos resultó muy heterogénea tanto por las distintas unidades de medida como por la distribución diferente de cada una de las mismas; por ello fue necesario normalizar los datos, pues los coeficientes de similitud y de correlación son sensibles a este tipo de heterogeneidad (Goldsmith 1973). La normalización la efectuamos haciendo la media cero y la desviación standard uno, calculando la desviación de cada valor de la media y dividiéndola por la desviación standard (Arkin & Colton, (1956).

Con los datos así normalizados era imposible calcular el Índice de Semejanza, pues la existencia de valores negativos y positivos hacía que muchos de ellos se anularan entre sí dando como resultado valores irreales de similitud entre censos. Para solucionar este problema se desplazó en cinco unidades el punto de origen de la curva de distribución normal, sumando algebraicamente cinco a cada uno de los valores normalizados, lo que eliminó la existencia de valores negativos.

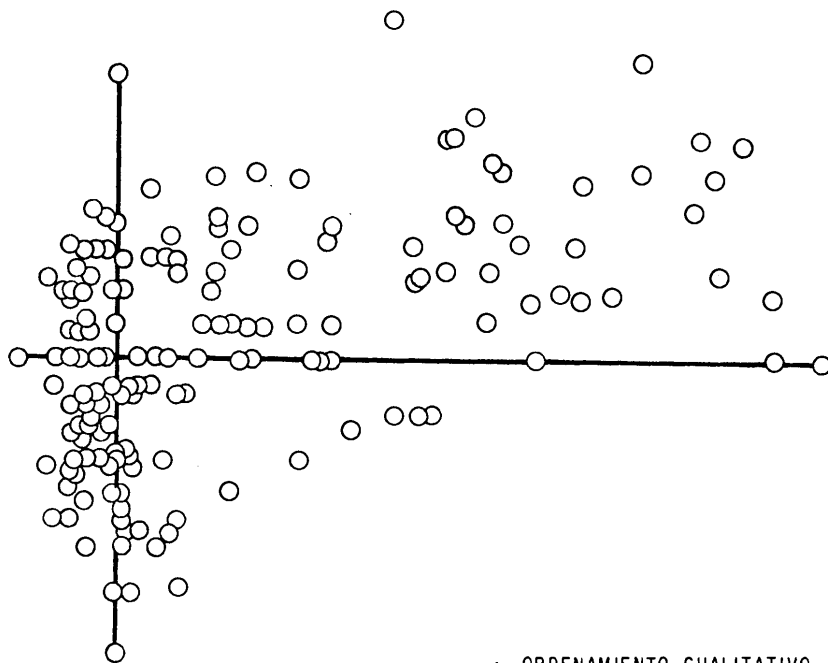
Los datos normalizados fueron empleados para calcular una matriz de similitud que convertimos luego en una matriz de distancia restando el valor de similitud o semejanza de uno ($D = 1-S$). Hay que aclarar que los Indices de Semejanza calculados con valores normalizados y desplazados del origen, como en nuestro caso, varían de acuerdo al número que se suma para desplazar el origen de la curva; pero como este número es sumado a todos los valores, la variación será constante, influyendo en los valores absolutos de distancia pero no en la secuencia con que se disponen los censos sobre los ejes.

Los datos de los perfiles de suelo también se estandarizaron tomando al valor máximo de cada atributo como uno y los restantes como valores proporcionales; esto se logra dividiendo todos los valores por el mayor de cada atributo. Con los datos de los 17 perfiles de suelo construimos una matriz de semejanza; pero no fue

posible utilizarlos todos debido a las diferentes profundidades de cada perfil. Esto nos impidió tomar cuatro estratos de igual espesor en cada perfil como recomienda (Castillo, 1970), por lo que utilizamos principalmente los valores del primero y el último horizonte; por ejemplo, con la textura utilizamos textura superficial, textura del segundo horizonte y textura del horizonte más profundo, pero con el resto de los valores tomamos el atributo en el horizonte superficial y en el más profundo.

EL ORDENAMIENTO CUALITATIVO

El ordenamiento bidimensional de los censos con los datos de presencia-ausencia, dio como resultado una nube más o menos compacta de puntos dispuesta en forma de una franja ancha que atraviesa oblicuamente el plano desde el área central e inferior izquierda hasta la superior derecha (Figura 7).



ORDENAMIENTO CUALITATIVO

FIGURA 7: El ordenamiento de vegetación en base a los datos de presencia/ausencia. Nótese la continuidad así como la mayor densidad sobre el origen del primer eje.

La mayor separación de los censos se logra sobre el eje horizontal o primer eje de ordenamiento, de 100 unidades de longitud. Los puntos se distribuyen todo a lo largo pero con una notable acumulación en el extremo izquierdo; el eje vertical o segundo eje no produce la misma dispersión de censos que el primero, su longitud es de 65 unidades y los puntos se distribuyen a lo largo del eje de una manera más compacta. La gran acumulación de censos del extremo izquierdo del eje horizontal se dispersa prácticamente sobre toda la longitud del eje vertical, formándose así una zona de alta densidad sobre el extremo izquierdo del primer eje siguiendo la dirección del segundo eje. Sobre el resto del plano de ordenamiento la densidad es notablemente menor, pero se mantiene una distribución espacial sin discontinuidades mayores. Puede verse entonces que el ordenamiento fitosociológico no separa grupos claramente individualizables que permitan caracterizar comunidades vegetales distintas, sino que por el contrario se obtiene una variación continua a lo largo de los 2 ejes.

Para una primera interpretación de este ordenamiento comenzamos por indicar la posición topográfica y la forma de relieve del sitio correspondiente a cada caso, lo que nos condujo a demarcar cuatro grupos más o menos compactos y muy ligeramente superpuestos (Figura 8), que numeramos de izquierda a derecha del uno al cuatro. El grupo 1 reúne los sitios de mayor elevación relativa y pendiente, correspondientes a las 2 morrenas laterales; el segundo grupo comprende sitios menos elevados y con menor pendiente que los del grupo anterior, situados sobre los pequeños conos de la base de las morrenas; mientras que los grupos 3 y 4 reúnen a los sitios más bajos y de menor pendiente de la zona de depósitos aluviales del fondo del valle. Los censos en el ordenamiento se agrupan de este modo de acuerdo a la forma de relieve de sus respectivos sitios.

El grupo número uno es el más numeroso y compacto y al igual que los restantes es alargado en sentido vertical, lo que indica una mejor diferenciación de los censos por el segundo eje.

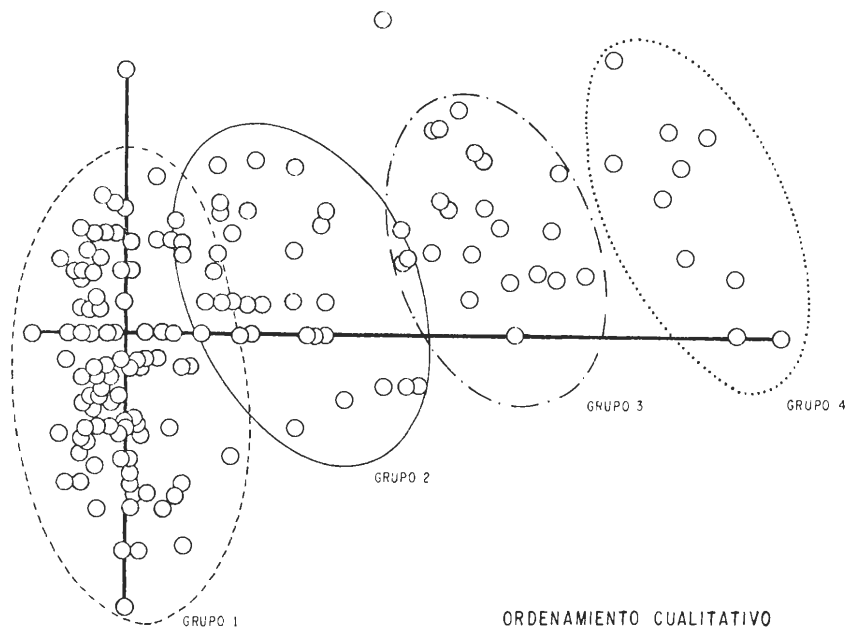


FIGURA 8: Los grupos de censos señalados en el ordenamiento cualitativo, nótese la secuencia con respecto al eje horizontal, el grupo número uno ocupa casi toda la longitud del eje vertical, pero muy poco en el eje horizontal o primer eje.

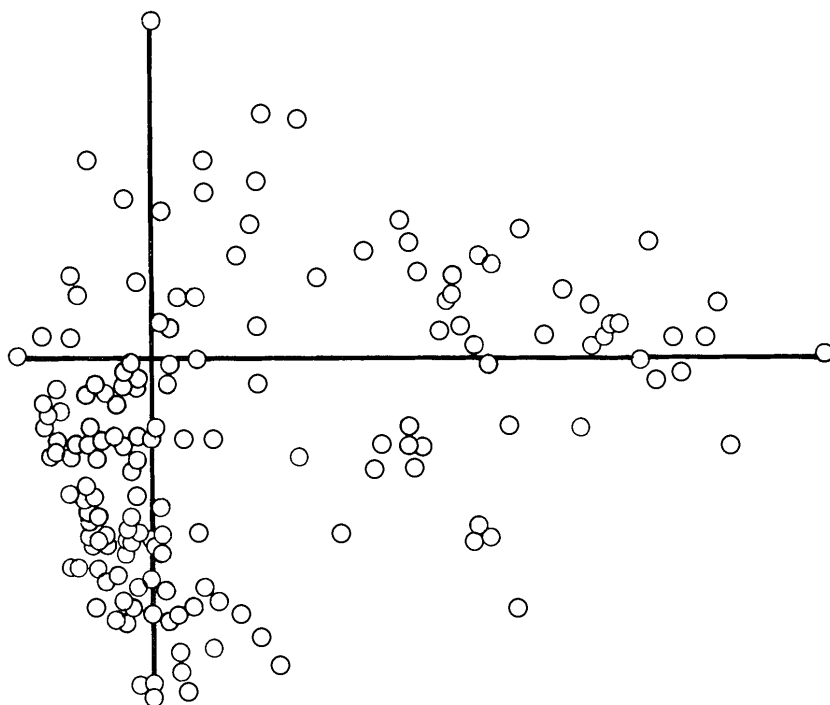
El hecho de que este grupo sea tan compacto y muestre cierta superposición de sus puntos puede obedecer a tres factores principales: en primer lugar a la existencia de una alta homogeneidad intrínseca que se traduce en valores pequeños de distancia entre censos; en segundo término al mayor número de censos provenientes de las morrenas por ser estas las unidades que ocupan mayor área; o en tercer lugar a una similitud creada por el método de ordenamiento debido a alto grado de diferencia de todos los censos del grupo con los censos del extremo opuesto del primer eje.

En síntesis podemos decir que la distribución de los censos es continua, disponiéndose en el plano según la secuencia de unidades geomorfológicas que se encadenan de izquierda a derecha sobre el eje horizontal desde las áreas más elevadas a las más bajas.

EL ORDENAMIENTO CUANTITATIVO

El ordenamiento en dos ejes en base a los datos cuantitativos (cobertura) produce una distribución de los censos ligeramente diferente a la obtenida con el ordenamiento cualitativo. En este caso la mayoría de los censos se encuentran localizados en la zona inferior del plano, por debajo del primer eje (Figura 9); al igual que en el ordenamiento anterior la mejor repartición se logra en el eje horizontal que tiene una longitud de 100 unidades, pero de nuevo aparece un grupo compacto cerca de su origen que se concentra hacia la mitad inferior del eje vertical.

Aunque se conserva la tendencia a la continuidad en la distribución de los censos, ésta es menos marcada. Hemos delimitado igualmente cuatro grupos de censos en base a topografía y forma de relieve, los que se diferencian lige-

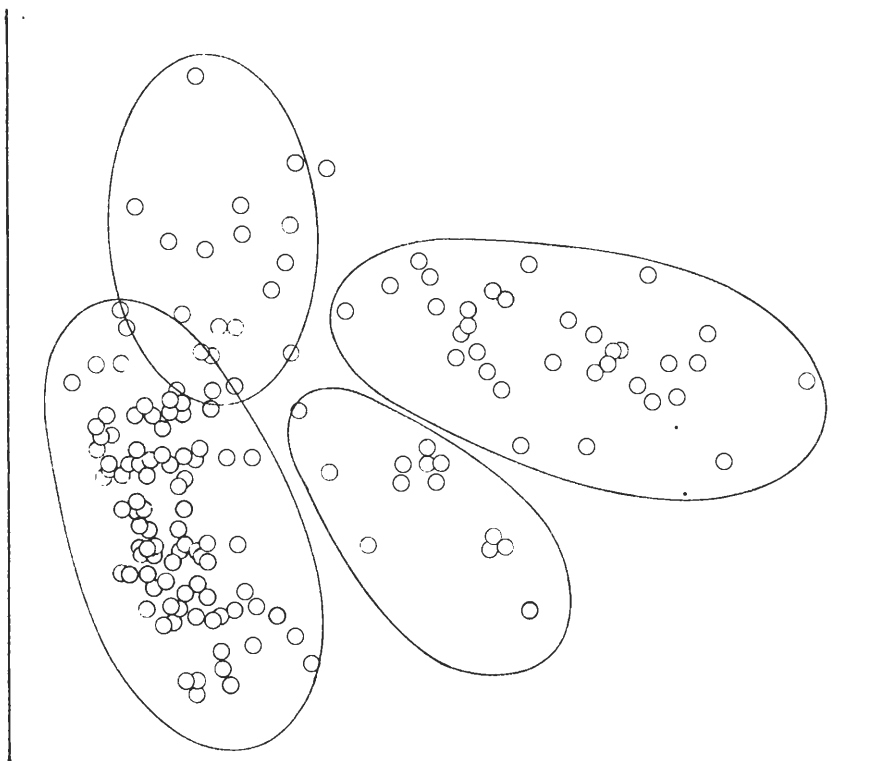


ORDENAMIENTO CUANTITATIVO

FIGURA 9: El ordenamiento de vegetación en base a los datos de cobertura. Las discontinuidades son mayores pero se mantiene la alta densidad sobre el origen del primer eje.

ramente de los grupos señalados en el ordenamiento anterior tanto por sus posiciones como por una mayor tendencia a la agrupación de los censos (Figura 10). Así hemos delimitado un grupo compacto situado en la zona inferior izquierda del ordenamiento, que llamaremos grupo número uno, el que está constituido prácticamente por los mismos censos que integraban el grupo uno del ordenamiento cualitativo; sobre el mismo extremo izquierdo del ordenamiento pero en la mitad superior, se dispone un grupo de censos menos compacto que el uno, al que llamaremos grupo número tres; en la zona central inferior del ordenamiento se delimita otro grupo que llamaremos grupo número dos, y por último en la parte central y derecha, superpuesto al eje horizontal, se encuentra otro grupo más compacto que el dos y el tres, pero menos que el uno al que llamaremos grupo número cuatro.

Se establece así en el ordenamiento cuantitativo la misma relación entre grupos, posición topográfica y unidad geomorfológica; el grupo uno, corresponde a los casos de morrena que presentan las mayores alturas y pendientes; el grupo dos corresponde a lugares de posición intermedia de menor altura relativa y pendiente que los del grupo uno, es decir las bases de las morrenas; el grupo tres es el más heterogéneo, está constituido por censos de morrena, de base de morrena, de terraza y de morrenas de retroceso; por último el grupo cuatro comprende los censos del fondo del valle que se encuentran en las posiciones más bajas y planas. Si analizamos la correspondencia entre ambos ordenamientos notaremos de inmediato que hay diferencia en la posición de los grupos y que estos últimos no se corresponden exactamente; así los dos grupos número uno se corresponden, pero el dos del ordenamiento cualitativo prácticamente se des-



ORDENAMIENTO CUANTITATIVO

FIGURA 10: Grupos de censos señalados en el ordenamiento cuantitativo, se nota una distribución diferente con respecto al ordenamiento cualitativo, pero la secuencia general se mantiene, el grupo número uno se encuentra situado alrededor de la mitad inferior del segundo eje.

dobla en el dos y el tres del cuantitativo, mientras que el tres y el cuatro del cualitativo se convierten en el cuatro del cuantitativo.

En ambos ordenamientos hay grupos de censos muy compactos y superpuestos; además en ambos casos el eje horizontal no resulta muy efectivo para la separación de los censos de vegetación de morrena, pero sí para la separación del resto de los censos; mientras que el eje vertical separa mejor a los censos de morrena que a los restantes. El resultado más evidente de ambos ordenamientos es la diferenciación entre los censos correspondientes a las morrenas y los de los otros lugares; en otras palabras se diferencian bien las partes bajas y las partes altas del valle de Mucubají.

Se aplican también a este ordenamiento las mismas consideraciones que para el anterior con respecto a la existencia de un grupo muy compacto de censos de morrena; a saber: un elevado número de censos muy similares entre sí, además de una similitud ficticia causada por la gran heterogeneidad del conjunto de censos. Como solución a este problema, reduciendo la heterogeneidad, Gauch & Whittaker (1972) propusieron la utilización de grupos de censos como extremos de los ejes de ordenamiento; Silva y Sarmiento (1976) utilizaron con el mismo fin un cambio de escala, reordenando nuevamente los grupos que no se han separado en el ordenamiento original. En nuestro caso utilizaremos el enfoque de Silva y Sarmiento porque nos parece que la solución de Gauch y Whittaker altera la esencia del ordenamiento y corta la visión global del continuum. En primer lugar trataremos de interpretar el significado de los ejes para pasar posteriormente a reordenar los censos del grupo uno.

INTERPRETACION DE LOS ORDENAMIENTOS Y SU RELACION CON ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES

El hecho de que exista una correspondencia global entre localización topográfica y forma de relieve por una parte y posición de los respectivos censos en los ordenamientos por la

otra, nos induce a buscar una posible relación entre los resultados del ordenamiento y las condiciones hídricas de los sitios donde se efectuaron los censos, pues estas deben estar reguladas esencialmente por aquellas variables: topografía y geomorfología.

Vemos en el ordenamiento cualitativo que el extremo izquierdo corresponde a sitios que por su altura y pendiente no acumulan agua sobre la superficie; siguiendo la secuencia en el sentido creciente de ambos ejes encontramos primero una zona de transición representada por la base de las morrenas, lugares de menor altura y pendiente por donde corren a veces pequeños cauces de agua estacionales o permanente que, bien afloran en la base de la morrena o descienden de ésta; a continuación se sitúan los lugares del fondo del valle, donde circula el agua en superficie, continuamente o en épocas de lluvia; por último se disponen hacia el extremo superior derecho los lugares del fondo del valle que presentan una lámina permanente de agua estancada, que forma turberas y pantanos. Resulta evidente entonces que hay una variación notable en la humedad de los sitios siguiendo este recorrido en el ordenamiento (Figura 11).

En el ordenamiento cuantitativo, si seguimos la misma secuencia, tendremos en el extremo izquierdo los censos de morrena que como hemos dicho son los lugares más secos del área; de igual manera en el extremo izquierdo pero en el extremo superior del segundo eje se localizan censos de lugares que, dada su topografía, y al igual que las morrenas, no presentan agua corriente en su superficie; luego se disponen hacia la derecha los censos de base de morrena donde hay agua corriente y, por último siguiendo el primer eje, un gran grupo de censos del fondo del valle que corresponden a sitios con agua corriente estacional hasta otros con agua estancada (Figura 12).

Si analizamos la escorrentía y la infiltración del agua en toda la zona, nos daremos cuenta que en la parte media y alta de las morrenas el drenaje externo es rápido; a medida que descendemos hacia el fondo del valle decrece también la pendiente, por lo que el drenaje externo se hace más lento; al final, en el fondo

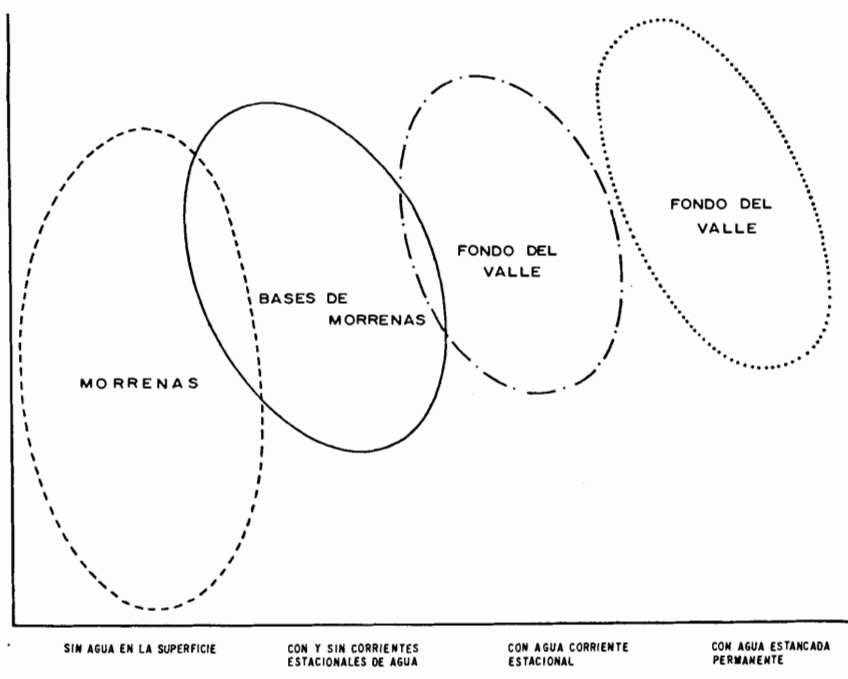


FIGURA 11: Las unidades geomorfológicas y su relación con las condiciones hídricas en el ordenamiento cualitativo.

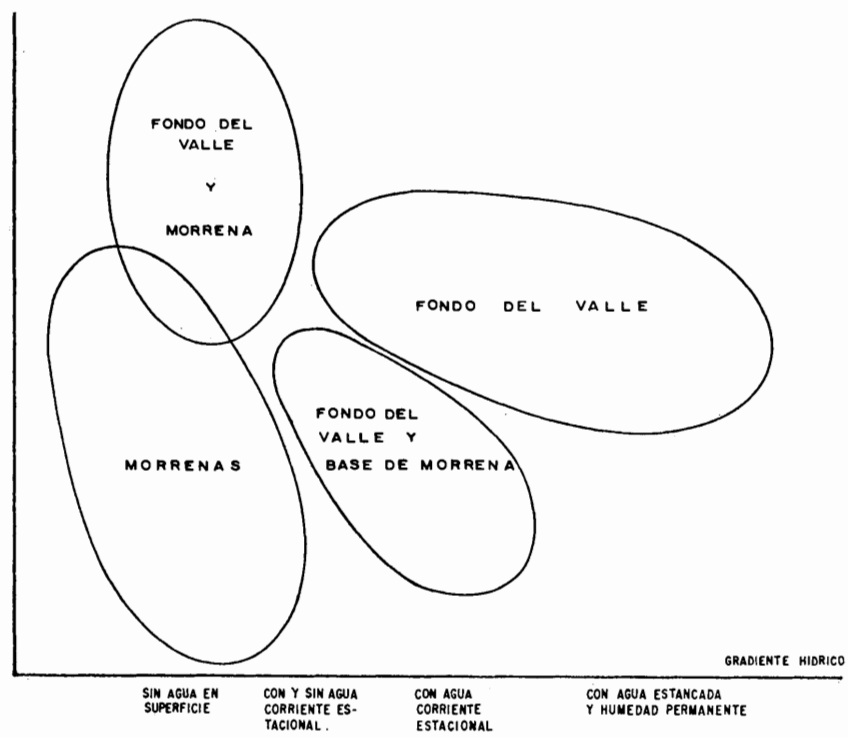


FIGURA 12: Las unidades geomorfológicas y su relación con las condiciones hídricas en el ordenamiento cuantitativo.

del valle, este drenaje llega a ser casi nulo; estos procesos regulan en cierto modo las condiciones hídricas de cada sitio. Además surgen manantiales en la base de las morrenas provenientes de la infiltración, lo que unido al agua de escorrentía laminar y a la existencia de drenajes localizados siguiendo la pendiente principal, producen diferencias de humedad y por lo tanto de vegetación que en ocasiones son bruscas y en otras graduales. Hay que mencionar también que en el fondo del valle la microtopografía condiciona la existencia de lugares secos que, por estar elevados con respecto al nivel del fondo, no son alcanzados por las corrientes de agua mencionadas y por lo tanto su vegetación se asemeja más a la de las morrenas.

Podemos sintetizar la discusión precedente diciendo que la variabilidad geomorfológica y las secuencias topográficas condicionan la existencia de gradientes hídricos que parecen reflejarse sobre todo en la disposición de los censos sobre el primer eje de ambos ordenamientos.

La interpretación en ambos ordenamientos del segundo eje o eje vertical resulta más complicada que la del horizontal; en efecto en el ordenamiento cualitativo no aparece sobre el eje vertical una secuencia de grupos como la que consideramos sobre el primer eje.

Si proyectamos los grupos sobre el eje horizontal podemos identificar una sección del mismo correspondiente a cada uno (Figura 13) de manera que podremos establecer una secuencia de condiciones ambientales para la interpretación de ese eje; pero si hacemos lo mismo sobre el eje vertical notaremos que la superposición de los grupos impide relacionarlos con una sección determinada de dicho eje (Figura 14). Los atributos del ambiente que tomamos junto con los censos no nos permiten tampoco diferenciar los grupos, pues el factor representado en el eje vertical parece afectar por igual a censos de distintas posiciones topográficas y de diferentes condiciones hídricas; en otras palabras el factor o su efecto parece ser compartido por censos de todos los grupos. Si proyectamos

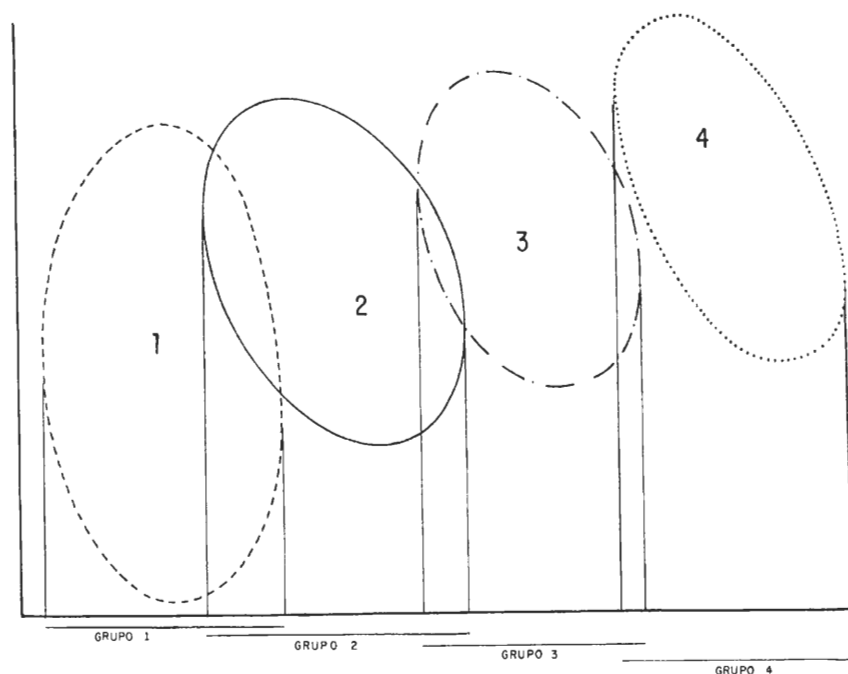


FIGURA 13: Proyección de los grupos de censos sobre el eje horizontal del ordenamiento cualitativo. Se muestra la secuencia en el eje del segmento correspondiente a cada grupo siguiendo el gradiente hídrico.

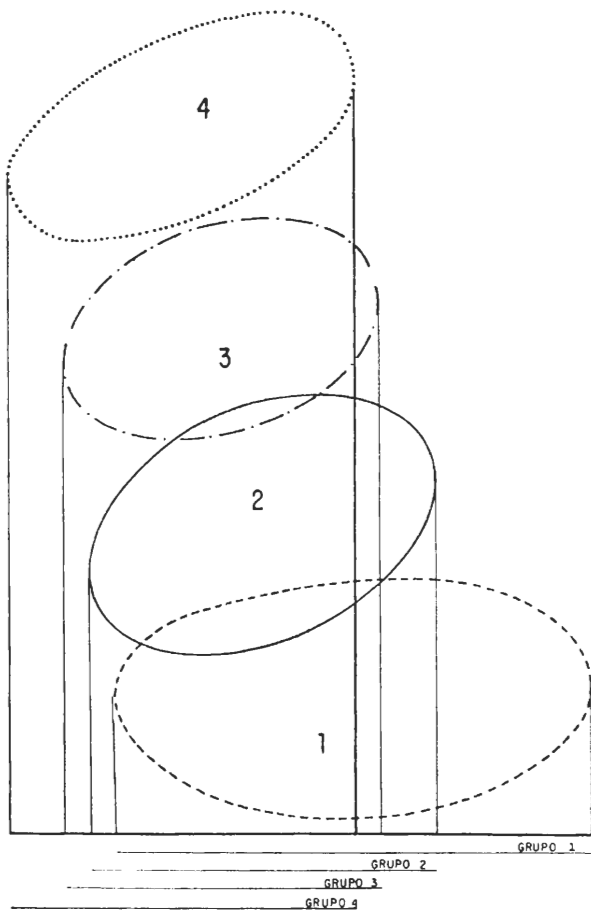


FIGURA 14: Proyección de los grupos de censos sobre el eje vertical del ordenamiento cualitativo. Se observa su gran sobreposición, lo que hace difícil relacionarlos con algún gradiente ambiental.

los censos sobre el eje vertical tomando intervalos de 10 unidades de distancia y representamos el número de censos existentes en cada intervalo obtenemos una distribución que se aproxima mucho a la normal (Figura 15). Este resultado corrobora la idea de que hay un alto número de censos que representan distintas condiciones de humedad pero que ocupan la misma posición sobre el eje vertical.

Si efectuamos nuevamente la proyección de los censos sobre el eje vertical pero esta vez identificando cada censo con la unidad geomorfológica a la cual pertenece obtendremos un gráfico más factible de relacionar con un gradiente ambiental; en efecto, existe una secuen-

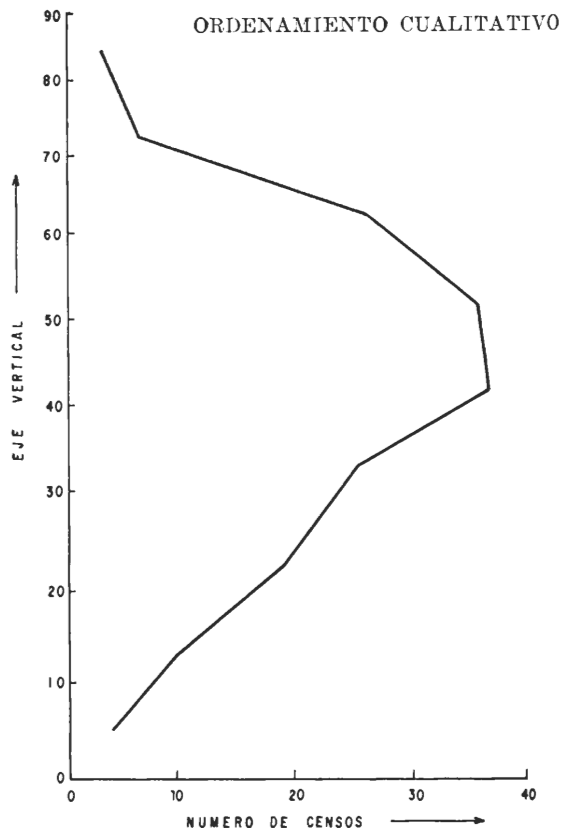


FIGURA 15: Distribución del número de censos sobre el eje vertical del ordenamiento cualitativo. Nótese la tendencia a la distribución normal.

cia que va desde la morrena izquierda en el origen del eje hasta el fondo del valle en el otro extremo (Figura 16). Se observa que existen dos extremos correspondientes a la morrena izquierda y al fondo del valle respectivamente, y una transición en la que se distribuyen los censos de la morrena derecha y de las morrenas de retroceso.

En base al estudio de los microclimas del Páramo de Mucubají (ver Capítulo 9) hicimos un análisis detallado de las posibles relaciones entre localización de un sitio en los ordenamientos y su microclima. Hay diferencias microclimáticas entre las morrenas debidas a la exposición y a la cantidad de radiación recibida por cada una, ya que aunque en los días nublados los valores son semejantes, en los días rela-

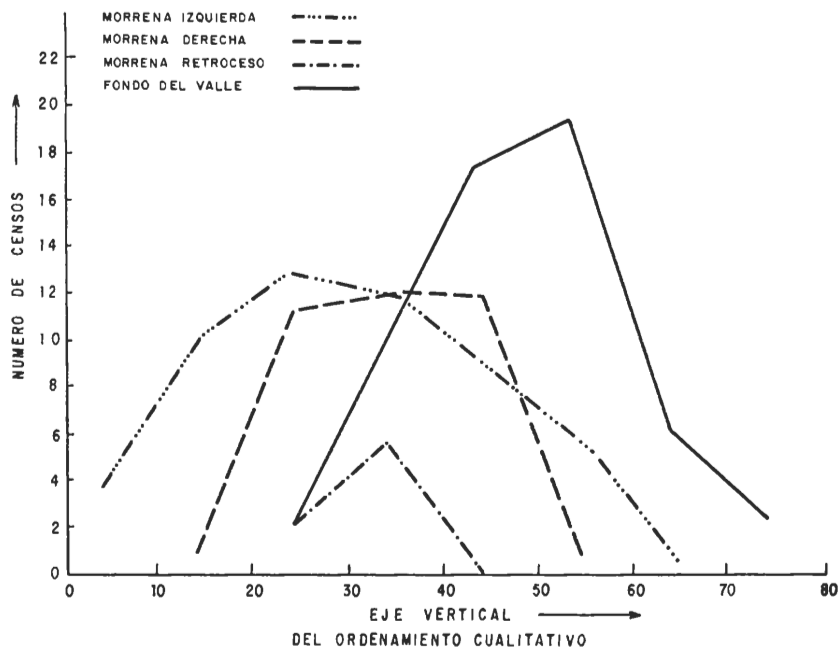


FIGURA 16: Distribución de los censos proyectados sobre el eje vertical, diferenciados por su unidad geomorfológica, la parte central muestra una gran superposición de censos correspondientes a distintas unidades.

tivamente claros la morrena izquierda recibe alrededor de un 15% más de radiación directa (ver Capítulo 9). Esto se manifiesta en diferencias de temperatura; la exposición Oeste (morrena derecha) presenta temperaturas mínimas y máximas mucho menores que la pendiente de la morrena izquierda con exposición Este. Por lo tanto la parte censada de la morrena derecha es más fría que la de la morrena izquierda.

Por otra parte la temperatura media menor y la mínima extrema se registraron en el fondo del valle, principalmente en la época de menor precipitación cuando se presentan las mayores oscilaciones térmicas diarias debidas a la menor nubosidad. Además, si ordenamos en forma creciente los valores de temperaturas mínima media y mínima absoluta, obtendremos una secuencia que coincide con la de las unidades geomorfológicas obtenidas en el ordenamiento cualitativo sobre el eje vertical (Tabla 1).

Temperatura °C	Morrena izquierda	Morrena derecha	Fondo del valle
Mínima absoluta	-5,0	-8,0	-12,5
Mínima media	-2,3	-4,4	- 5,8

TABLA 1: Temperaturas mínimas medidas en cada morrena y en el fondo del valle (según Azócar y Monasterio, 1980).

Como vemos, esta secuencia corresponde a la de las unidades geomorfológicas sobre el eje vertical del ordenamiento cualitativo, pero hay que recordar que censos de diferentes unidades geomorfológicas se superponen sobre la parte central en lo que llamamos zona de transición. Esto podemos explicarlo recordando que no todas las posiciones de morrena fueron censadas en el estudio del microclima, el cual no se basó sino en 3 estaciones. En el estudio de vegetación tomamos tres transectas y censamos muchas más posiciones que en el estudio microclimático, por eso proponemos que los censos de distintas unidades geomorfológicas que se encuentran compartiendo la misma posición sobre el eje vertical de los ordenamientos están sometidos al mismo efecto de temperatura, es decir los censos cercanos al fondo del valle estarán influenciados por el régimen térmico de éste, cosa que no sucederá con un censo localizado en la mitad de la morrena o en la cresta de ésta. Propondremos entonces como hipótesis de trabajo que el eje vertical de los ordenamientos representa el gradiente térmico de las temperaturas mínimas, en especial de las temperaturas nocturnas cercanas al suelo.

Si tomamos en cuenta el número de días con heladas a 10 cm del suelo, obtenemos la misma secuencia anterior y corroboramos la afirmación de que las estaciones de la morrena derecha y del fondo del valle se asemejan mucho entre sí pero difieren de la estación de morrena izquierda. Así en la morrena izquierda tenemos 115 días con heladas, en la derecha 230 días y en el fondo del valle 235 días. Las estaciones de fondo del valle y de morrena derecha, presentan prácticamente el mismo número de heladas, pero hay diferencias en los valores mínimos de temperatura registrados en cada una, ya que el fondo del valle es más frío con temperaturas mínimas extremas de $-12,5^{\circ}\text{C}$ y mínimas medias de $-5,8^{\circ}\text{C}$.

DISCUSION DE LOS ORDENAMIENTOS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

En el ordenamiento cualitativo habíamos señalado cuatro grupos de censos siguiendo una secuencia de izquierda a derecha; en el área

izquierda e inferior está localizado el grupo uno, que se distingue por ser el menos frío y el más seco; siguiendo la secuencia se localiza el grupo dos que representa las bases de morrena, más húmedas y más frías que las morrenas pero más secas que el fondo del valle; el grupo tres reúne los lugares del fondo del valle que presentan una lámina continua de agua corriente y son más fríos que las morrenas y sus bases; por último en el área derecha superior del ordenamiento está el grupo cuatro, que comprende los lugares más fríos y más húmedos del fondo del valle.

En el ordenamiento cuantitativo tenemos: en el sector izquierdo e inferior el grupo uno de censos menos fríos y húmedos de morrena, en el área central e inferior se localiza el grupo dos que contiene censos de base de morrena, más húmedos y más fríos que los anteriores; el grupo tres, situado en el sector izquierdo superior, está integrado por censos de diferente procedencia pero principalmente del fondo del valle, los que son un poco más húmedos que las morrenas pero más secos que todo el fondo del valle; por último, tenemos un gran grupo que incluye todos los sitios húmedos del fondo del valle desde los que presentan agua corriente y húmeda estacional hasta los que tienen agua estancada y humedad permanente.

La secuencia de las unidades geomorfológicas en los ordenamientos, concuerda con la secuencia de los valores de temperatura registrados en cada una; la Estación de Morrena Izquierda registra las temperaturas menos frías mientras que la de Morrena Derecha y la de Fondo de Valle muestran prácticamente la misma temperatura, pero esta última zona resulta más fría en horas de la noche, debido a la inversión nocturna de temperatura producida por el desplazamiento del aire caliente del fondo por el aire frío que desciende de las partes más altas de la montaña.

CARACTERIZACION FISIONOMICO-FLORISTICA DE LOS ORDENAMIENTOS

A continuación analizaremos la distribución en los ordenamientos de las unidades de vegetación, comenzando por el ordenamiento cualitativo (Figura 17).

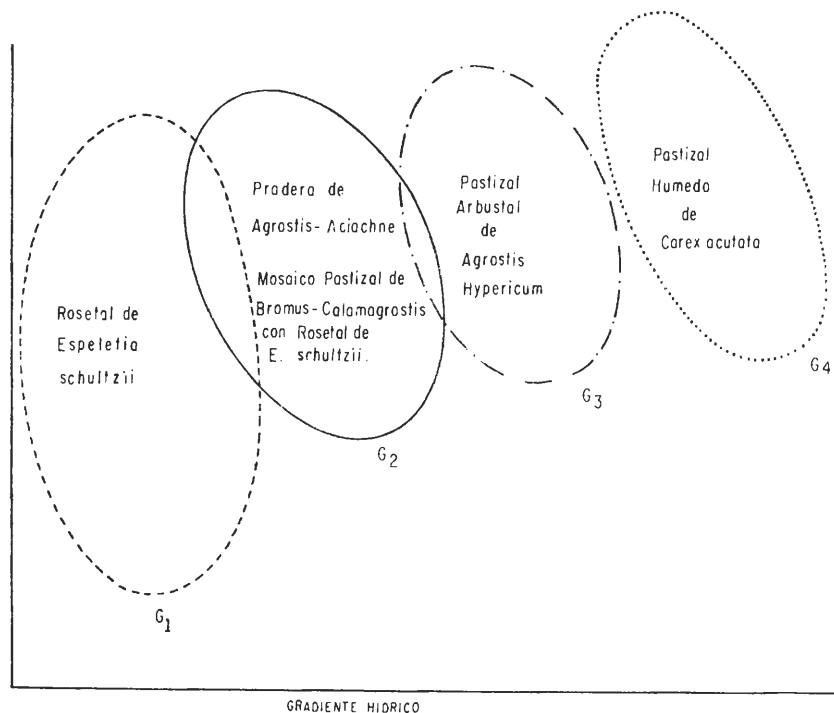


FIGURA 17: Caracterización fisonómica-florística del ordenamiento cualitativo. La vegetación varía junto con la posición topográfica y la unidad geomorfológica, siguiendo el gradiente hídrico, desde el tipo fisonómico arbustivo caracterizado por las rosetas de *Espeletia* hasta la vegetación baja del fondo del valle donde predomina el pastizal húmedo.

Grupo Uno

Este grupo reúne los censos correspondientes a la asociación más extendida en este páramo: el rosetal de *Espeletia schultzii*, dominado por esta especie en roseta, acompañada por los arbustos *Hypericum laricoides* y *Arcitophyllum caracasannum*, y las gramíneas *Parodiella erectifolia*, *Agrostis hankeana* y *Calamagrostis effusa*. En la parte inferior del área ocupada por este grupo en el ordenamiento, los arbustos se hacen más importantes dando la fisonomía de arbustal-rosetal; en la parte central son las rosetas las más importantes (rosetal-arbustal) lo mismo que en la parte superior, pero aquí la proporción de gramíneas aumenta. Es decir el grupo uno corresponde a una única asociación con variantes fisonómicas según la importancia relativa de las tres formas de vida dominantes: rosetas, arbustos y gramíneas.

Grupo Dos

Dentro de este grupo coexisten diversas asociaciones. En la parte superior encontramos una pradera de gramíneas dominada netamente por *Agrostis hankeana* y *Aciachne pulvinata*; en la parte media se mezclan el Pastizal de hoja ancha y el Rosetal de *Espeletia schultzii* en sus variantes Rosetal-Arbustal rico en graminiformes y Arbustal-Rosetal.

Dentro del Pastizal de hoja ancha dominado por: *Bromus pitensis*, *Calamagrostis effusa*, *Agrostis hankeana* y *Carex bomplandii* aparecen en forma aislada rosetas de *Espeletia schultzii* y arbustos de *Hypericum laricoides* que al ir incrementando gradualmente su importancia constituyen los Rosetales-Arbustales.

La heterogeneidad de la vegetación en este grupo es causada por los censos de las bases de las morrenas, donde las pequeñas corrientes de agua aparecen bordeadas de praderas y pastizales que alternan con los rosetales característicos de las formaciones de morrena.

Grupo tres

Los censos de este grupo corresponden en su mayor parte a un Pastizal húmedo con arbustos dominado por *Agrostis trichodes*, *Agrostis humboldtiana* e *Hypericum brathys*; pero esta última especie puede hacerse tan importante que transforma la fisonomía en un Arbustal húmedo.

Grupo cuatro

Reúne los censos correspondientes al Pastizal húmedo de *Carex acutata*, dominado casi exclusivamente por esta especie con arbustos aislados de *Hypericum brathys*.

Podemos resumir esta información señalando que los censos se ordenan siguiendo una secuencia de asociaciones que va desde el rosetal de *Espeletia* hasta los pastizales húmedos continuos de dos estratos dominados por ciperáceas.

ORDENAMIENTO CUANTITATIVO

En el ordenamiento cuantitativo se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 18).

Grupo uno

El grupo uno está constituido por los mismos tipos y asociaciones que lo caracterizan en el ordenamiento anterior; a saber Arbustal-Rosetal en la parte inferior; en la parte central Rosetal-Arbustal y en la superior Rosetal-Arbustal rico en graminoides.

Grupo dos

En él están representados lugares donde hay mezcla de diversas asociaciones, ya que aparecen censos donde coexisten *Hypericum laricooides* e *Hypericum brathys*, que tienen habitats totalmente distintos. Comprende entonces Asociaciones de Pastizal húmedo mezclados con Arbustal y Rosetal.

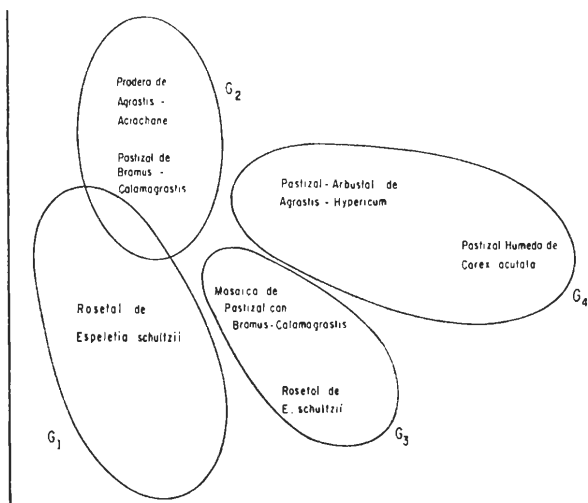


FIGURA 18: Caracterización fisonómico-florística del ordenamiento cuantitativo. Existe una relación marcada entre el tipo fisonómico y la unidad geomorfológica. La variación es la misma mostrada en el ordenamiento cualitativo.

Grupo tres

Este grupo está caracterizado por los censos de tipo fisonómico dominados por graminoides: Pradera de graminoides y Pastizal de hoja ancha de dos estratos.

Grupo cuatro

Este es mucho más amplio que el grupo correspondiente en el ordenamiento cualitativo; incluye desde la asociación de Pastizal húmedo con arbustos dominado por *Agrostis trichodes*, *A. humboldtiana* e *Hypericum brathys* hasta el Pastizal húmedo de *Carex acutata*.

Como podemos ver la secuencia se mantiene en la misma forma en ambos ordenamientos, aunque la posición de los grupos de censos en ambos no se corresponde exactamente.

COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES

El resultado de los ordenamientos cualitativos y cuantitativos, de vegetación nos indujo a proponer la existencia de un gradiente hídrico en el eje horizontal y un gradiente térmico en el vertical; el gradiente térmico se apoya en el análisis de los datos microclimáticos y el gradiente hídrico se determinó mediante el muestreo ecológico a mediana escala.

Vamos a comparar ahora la distribución de algunas especies para caracterizar sus patrones de comportamiento frente a estos gradientes ambientales.

Espeletia schultzii

Esta especie se localiza de preferencia sobre los suelos bien drenados de las morrenas laterales y de fondo, así como en las terrazas no inundables; se extiende además por toda la variabilidad térmica pues las isolíneas son casi paralelas al segundo eje del ordenamiento (Figura 19).

Hypericum laricoides

Aparece preferentemente en sitios bien drenados, pero penetra también aunque con menor importancia en el fondo del valle, en sitios peor drenados que las morrenas; se la encuentra sobre toda la gama de variabilidad térmica, pero concentrada en la parte menos fría (Figura 20). Aparentemente es más sensible a las bajas temperaturas que *Espeletia schultzii* y se desplaza más hacia el centro del gradiente hídrico.

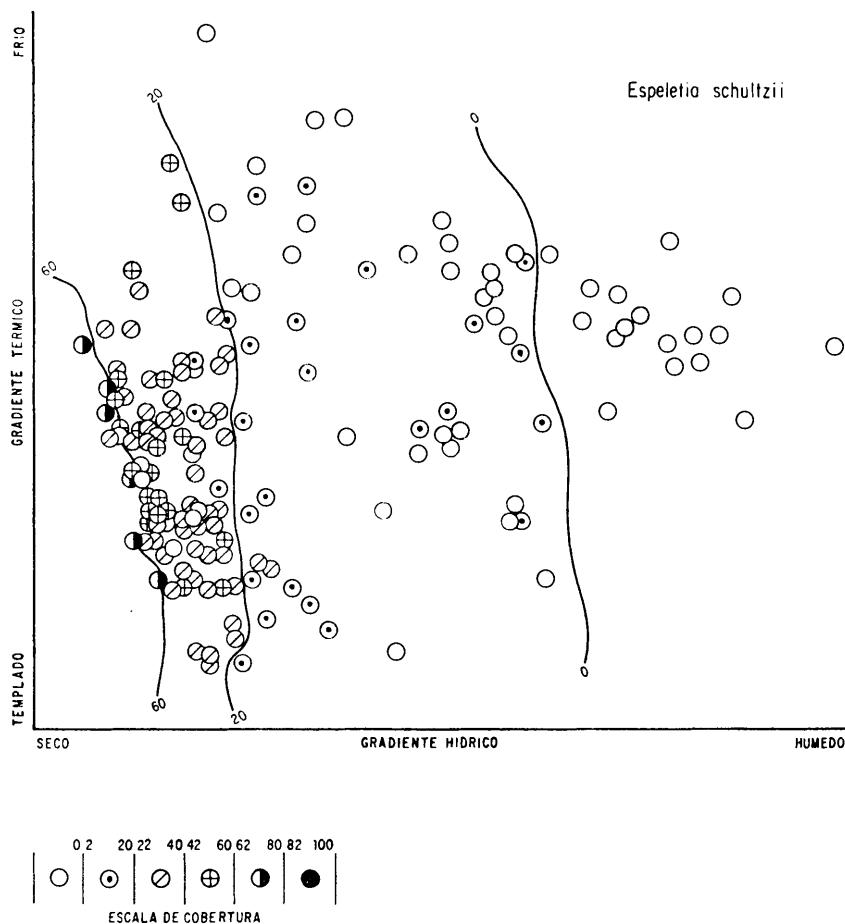


FIGURA 19: Distribución de los valores de cobertura, de *Espeletia schultzii* sobre el ordenamiento cuantitativo, se localiza principalmente en el sector izquierdo del plano en los lugares mejor drenados y menos fríos.

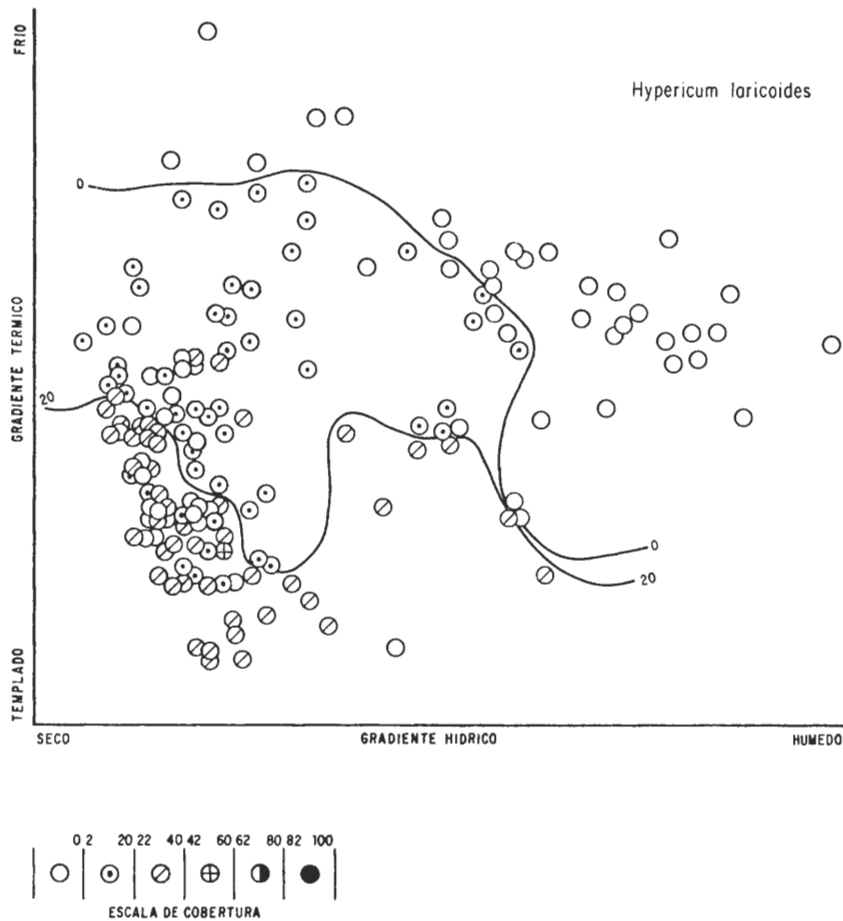


FIGURA 20: Distribución de los valores de cobertura de *Hypericum laricoides* sobre el ordenamiento cuantitativo, se distribuye principalmente en el sector izquierdo del plano en los lugares más secos, aunque parece tolerar más la humedad que *Espeletia schultzei*.

Pernettya elliptica

Es una especie que aumenta su importancia hacia la parte alta, mejor drenada y menos fría (Figura 21).

Calamagrostis effusa

Se distribuye principalmente sobre sitios bien drenados, aunque puede ocupar microhabitats secos dentro de lugares más húmedos. Con respecto al gradiente térmico ocupa principalmente la mitad menos fría, aunque tolera también el extremo (Figura 22).

Parodiella erectifolia

Se distribuye principalmente sobre sitios bien drenados y de mayor temperatura nocturna, (Figura 23).

Poa trachyphylla

Está principalmente sobre lugares altos y bien drenados, y en la mitad menos fría del gradiente térmico (Figura 24).

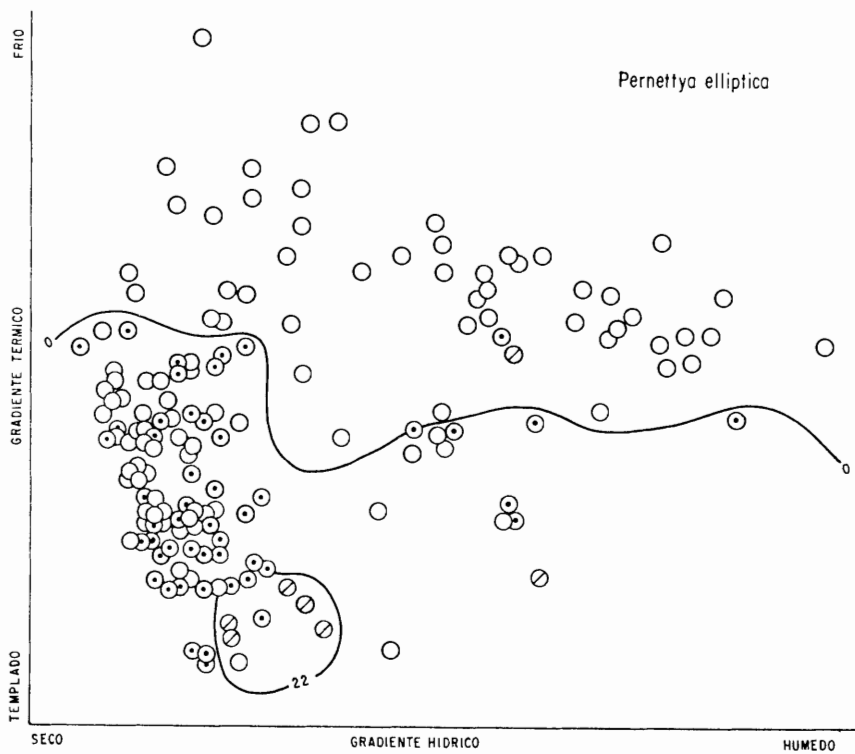


FIGURA 21: Valores de cobertura de *Pernettya elliptica* en el ordenamiento cuantitativo, los mayores valores se encuentran en la mitad inferior del plano en la zona correspondiente a sitios poco fríos.

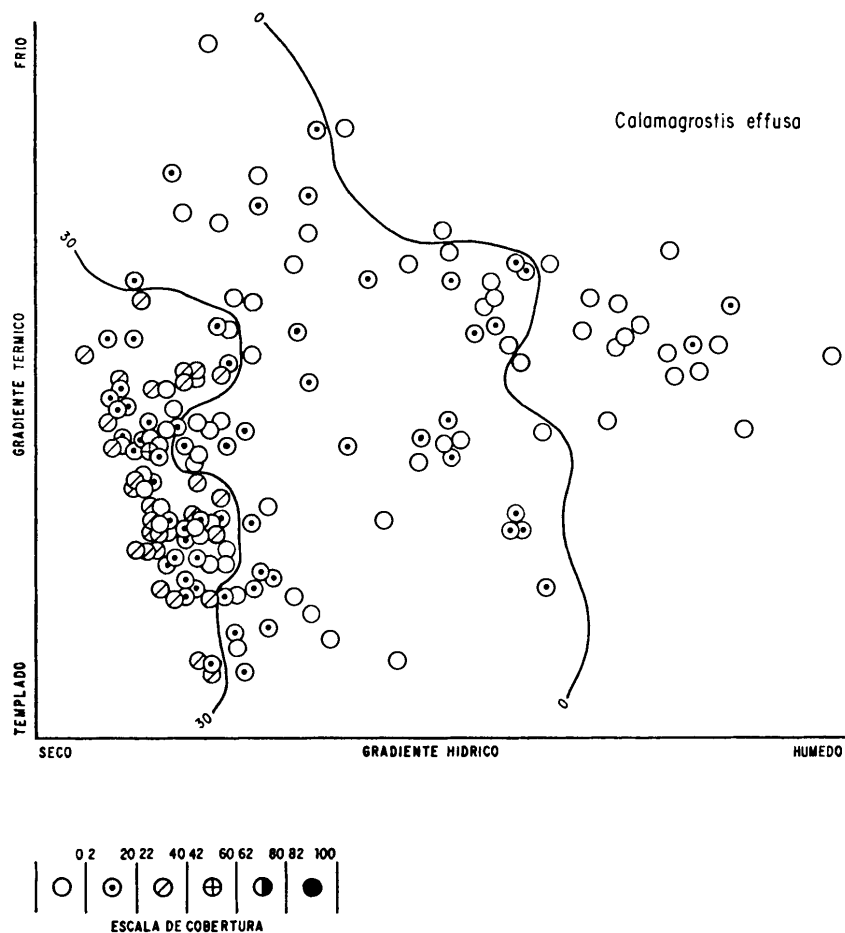


FIGURA 22: Valores de cobertura de *Calamagrostis effusa* en el ordenamiento cuantitativo, puede ocupar cualquier habitat seco en el valle, pero los valores mayores de cobertura se presentan en lugares bien drenados de la morrena.

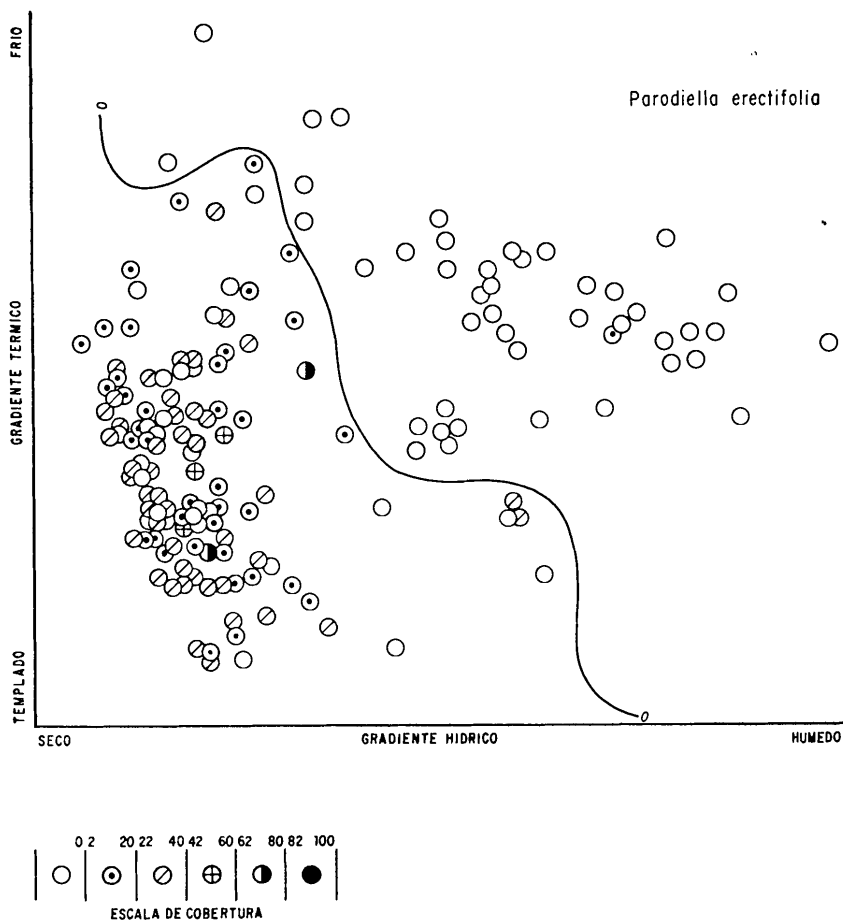


FIGURA 23: Cobertura de *Parodiella erectifolia* en el ordenamiento cuantitativo, los mayores valores se localizan en sitios secos y de mayor temperatura nocturna.

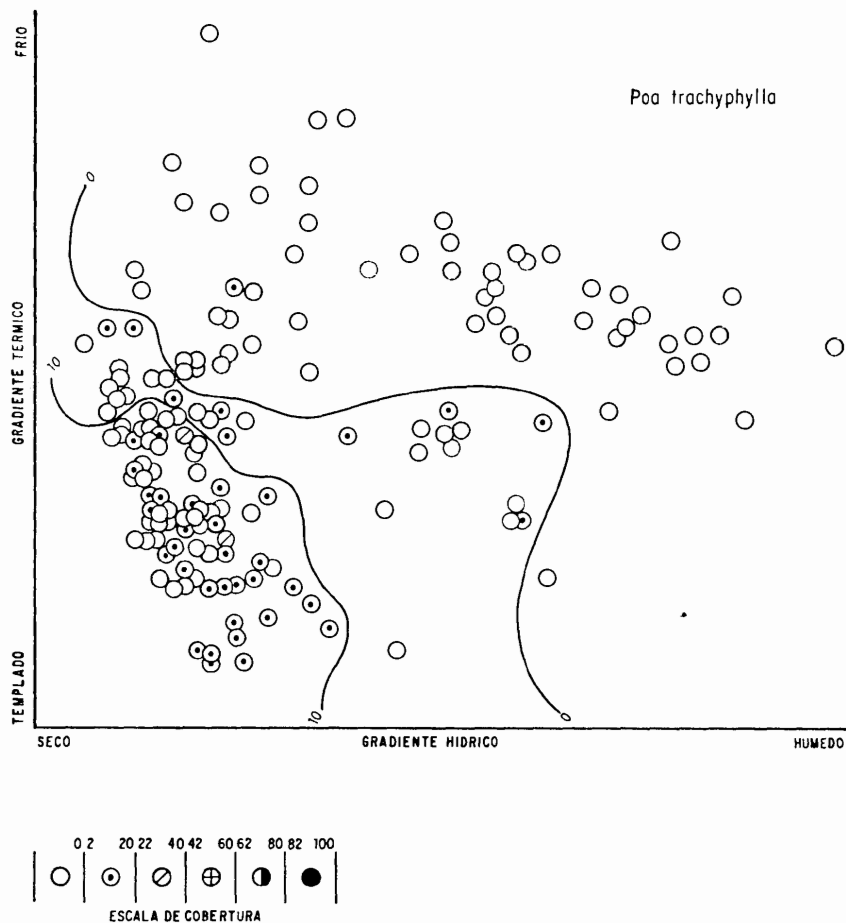


FIGURA 24: Valores de cobertura de *Poa trachyphylla*, se encuentra principalmente sobre lugares altos y bien drenados y de mayor temperatura nocturna.

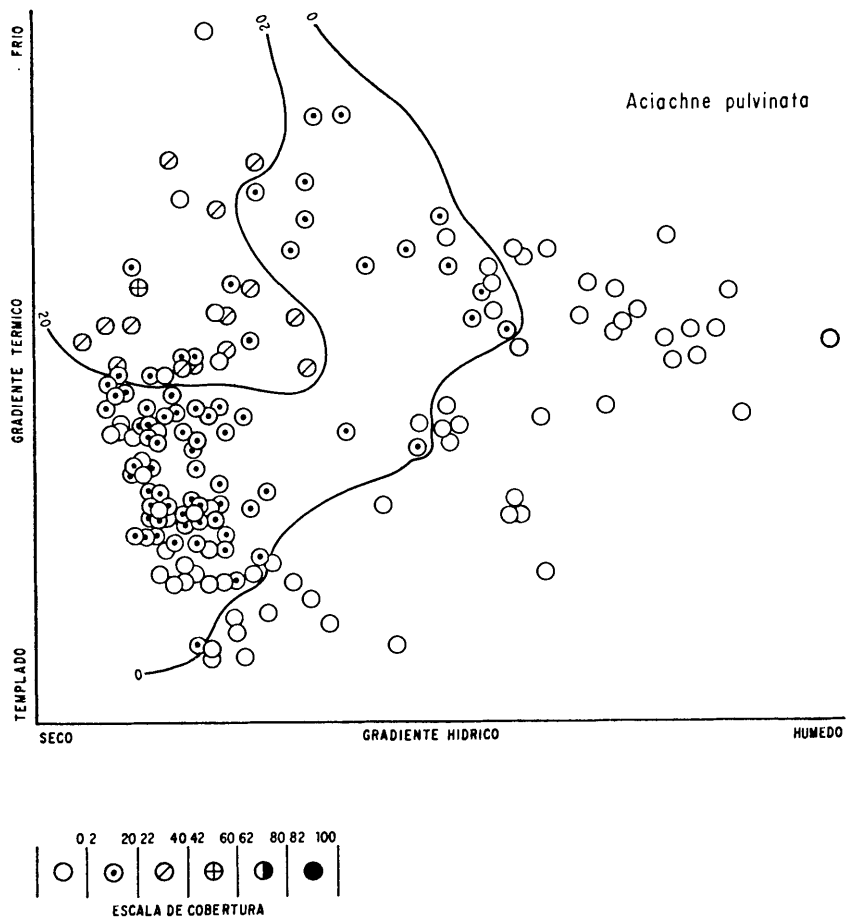


FIGURA 25: Valores de cobertura de *Aciachne pulvinata* sobre el ordenamiento cuantitativo, alcanza los valores mayores en sitios bien drenados y en los lugares de menor temperatura nocturna, su distribución es opuesta a la de *Poa trachyphylla*.

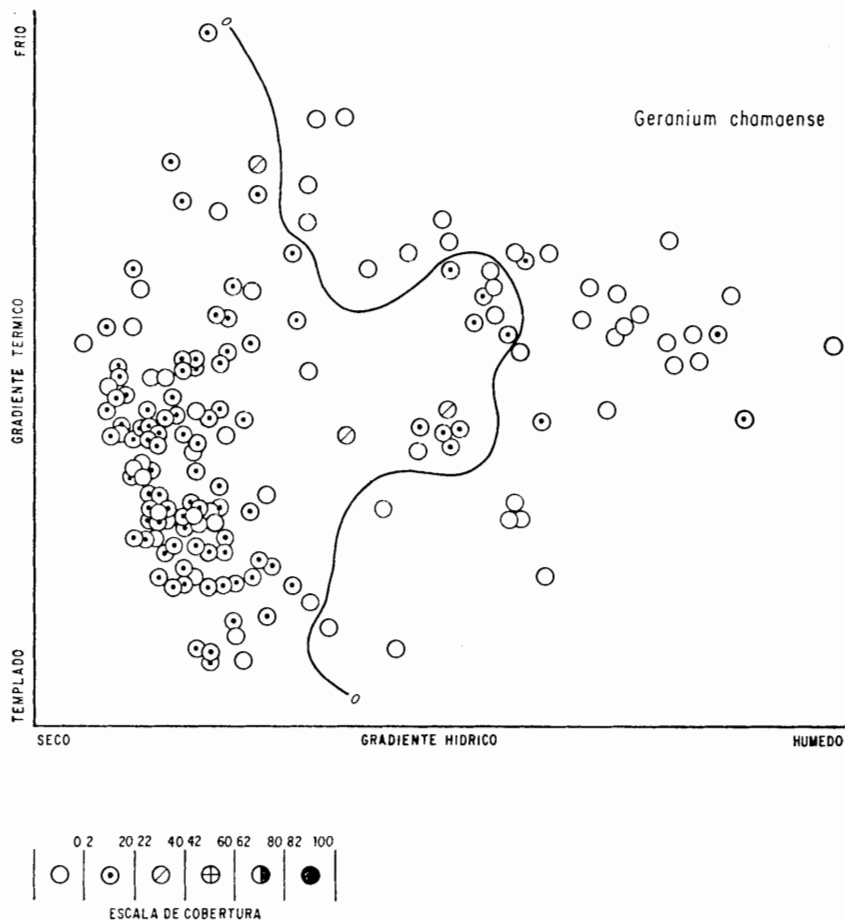


FIGURA 26: Distribución de los valores de cobertura de *Geranium chamaense* en el ordenamiento cuantitativo, falta sólo en lugares muy inundados.

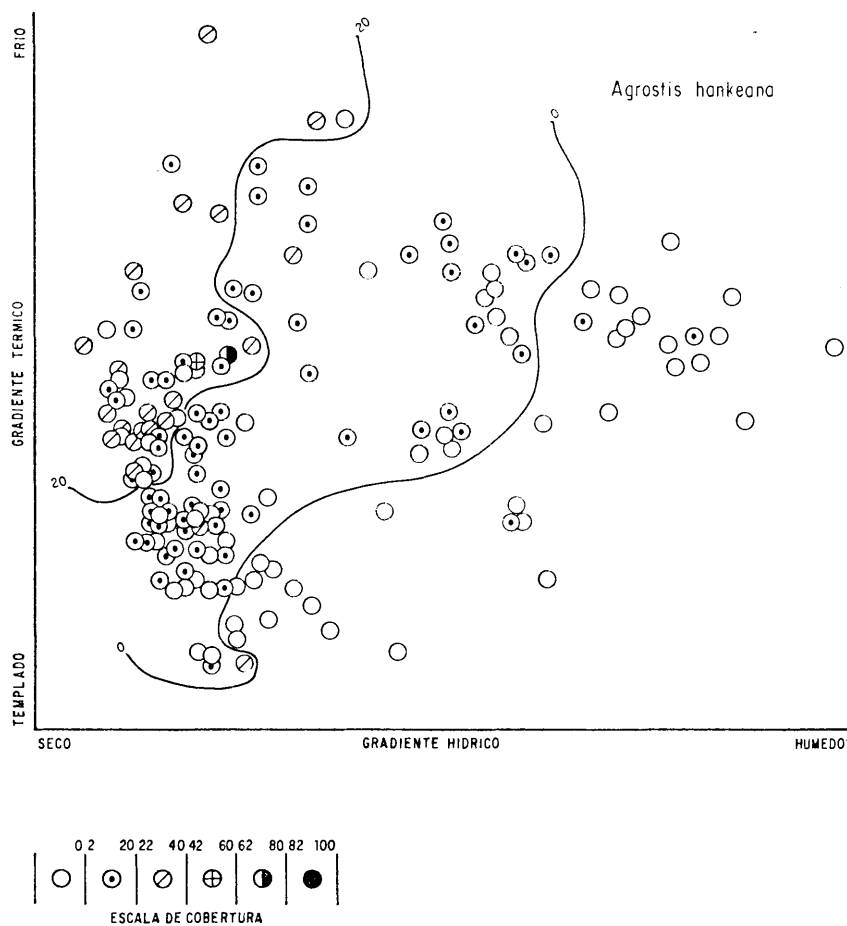


FIGURA 27: Valores de cobertura de *Agrostis hankana*, esta especie presenta amplia distribución, sólo falta en lugares de humedad permanente.

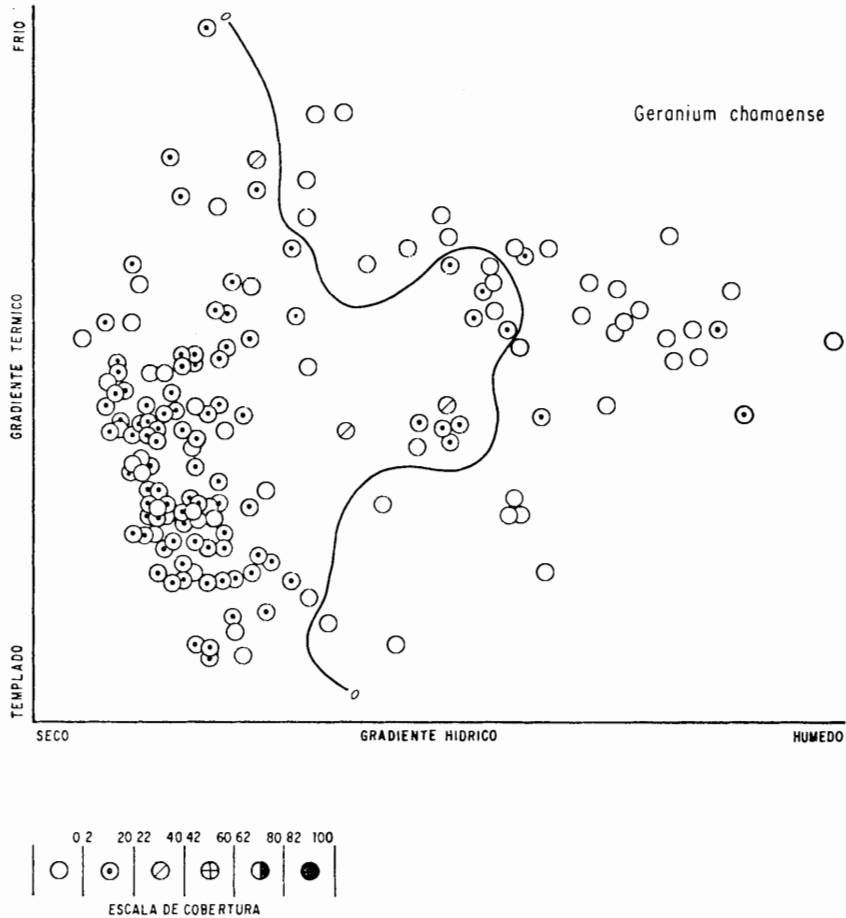


FIGURA 26: Distribución de los valores de cobertura de *Geranium chamaense* en el ordenamiento cuantitativo, falta sólo en lugares muy inundados.

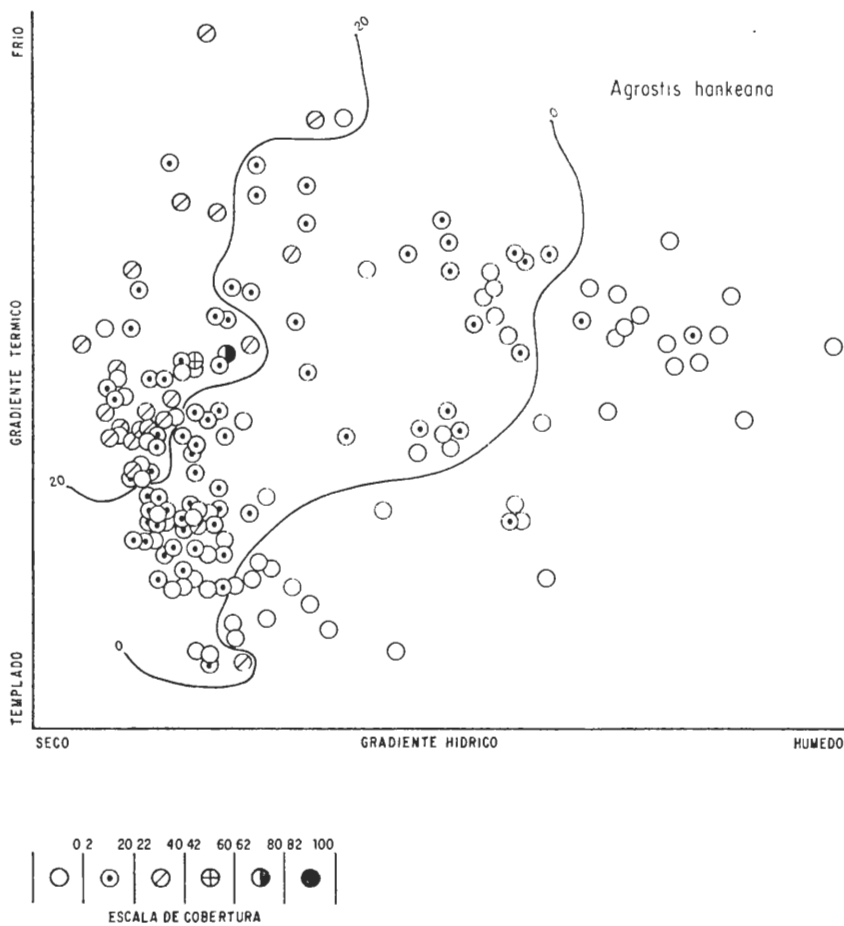


FIGURA 27: Valores de cobertura de *Agrostis hankeana*, esta especie presenta amplia distribución, sólo falta en lugares de humedad permanente.

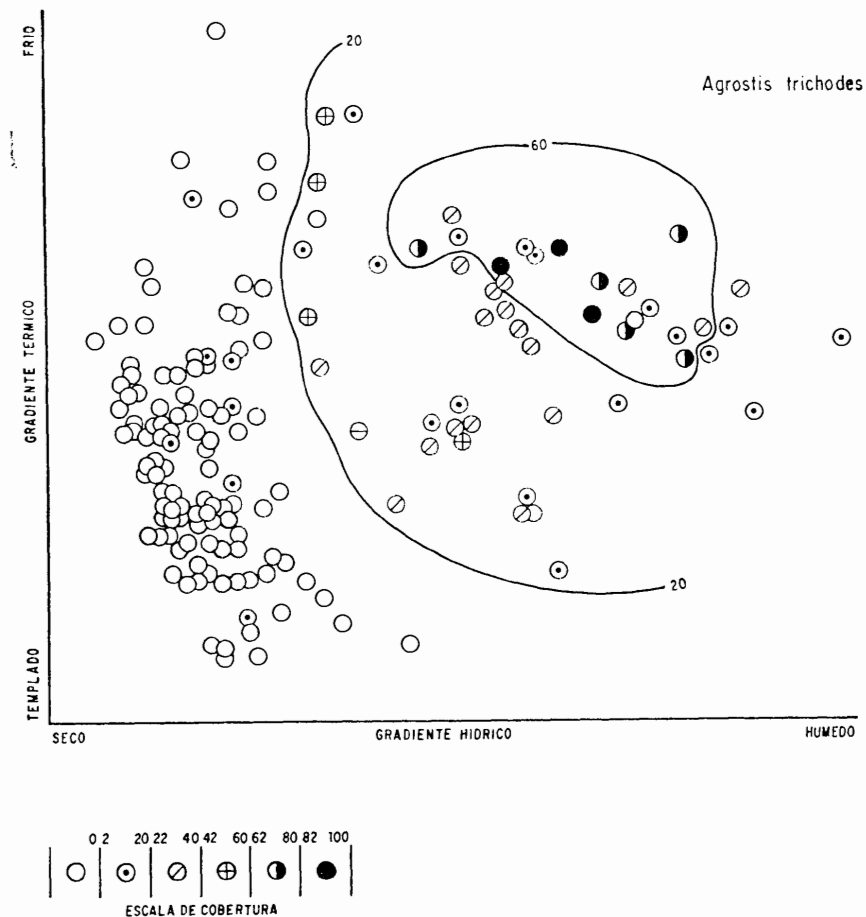


FIGURA 28: Valores de cobertura de *Agrostis trichodes*, los valores mayores se presentan en los lugares muy húmedos, sólo falta en lugares muy bien drenados.

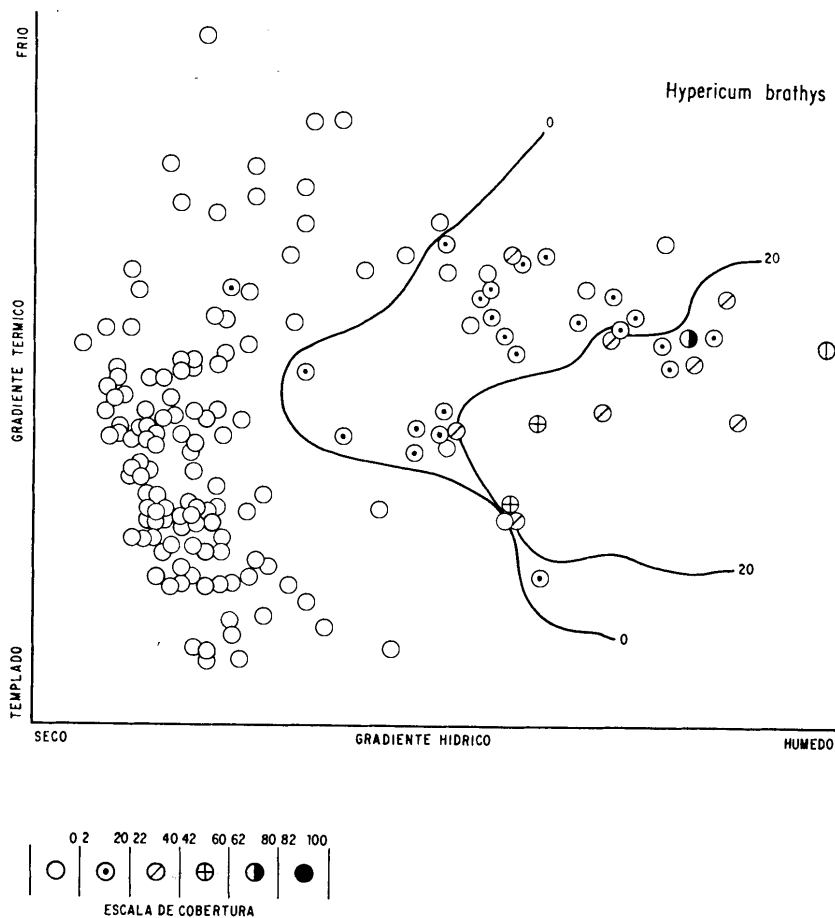


FIGURA 29: Cobertura de *Hypericum brathys*, esta especie se distribuye en la parte más húmeda del área de estudio.

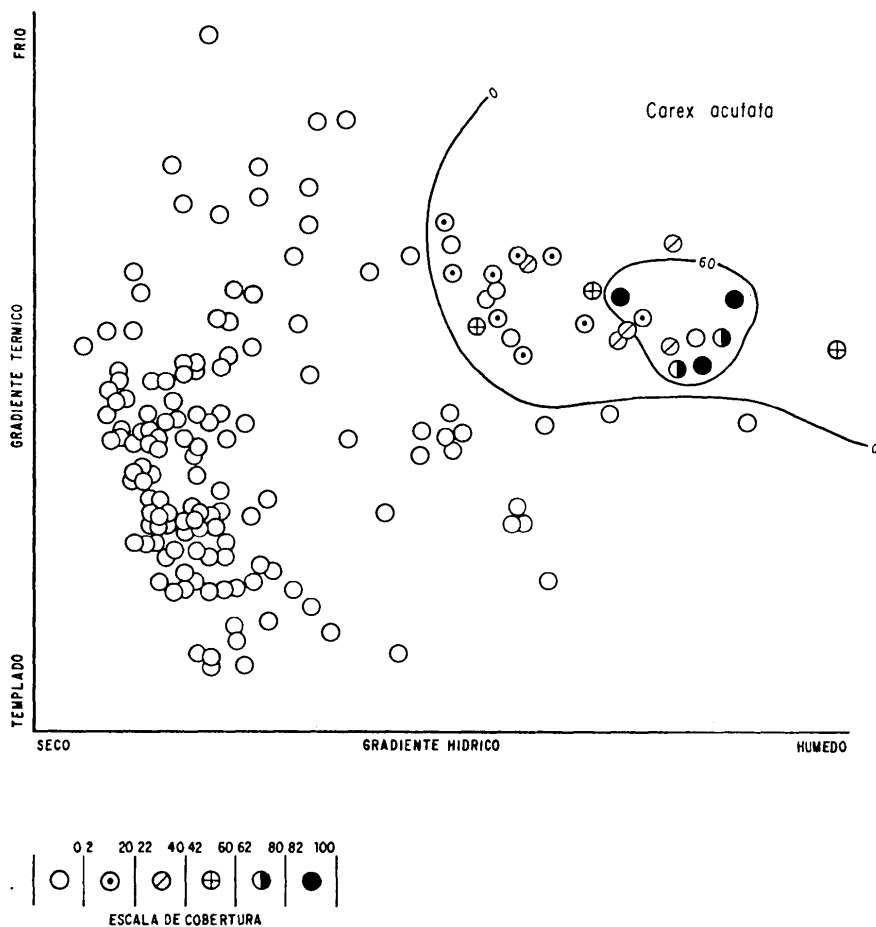


FIGURA 30: Valores de cobertura de *Carex acutata*, esta especie se encuentra restringida a los lugares más húmedos del fondo del valle donde alcanza los valores mayores de cobertura.

Aciachne pulvinata

Se distribuye generalmente sobre lugares bien drenados, pero puede ocupar microhabitats secos en sitios algo más húmedos; con respecto al gradiente térmico su distribución es totalmente opuesta a la de *Poa trachyphylla*, crece en las zonas de temperatura nocturna más baja; muestra inclusive asociación negativa significativa con *P. trachyphylla* (Figura 25).

Geranium chamaense

Muestra amplia distribución en todo el valle no parece sensible al factor térmico y se concentra hacia la mitad más seca del gradiente de humedad (Figura 26).

Agrostis hankeana

Especie de amplia distribución, sólo falta en algunos lugares de inundación permanente (Figura 27).

Agrostis trichodes

Especie que adquiere importancia en sitios mal drenados y hacia la mitad fría del gradiente térmico; falta en lugares bien drenados (Figura 28).

Hypericum brathys

Especie de distribución restringida a lugares de poco o sin ningún drenaje, principalmente en el fondo del valle. Ocupa además la parte media del gradiente térmico (Figura 29).

Carex acutata

Esta especie es de distribución aún más restringida que *H. brathys*, ya que se encuentra solamente sobre lugares de drenaje nulo e inundación permanente, teniendo al igual de *H. brathys*, una respuesta ecológica totalmente opuesta a *E. schultzei* y *H. laricoides* (Figura 30).

Es importante notar que ciertas especies presentan una distribución restringida a condiciones extremas de ambos gradientes, mientras que otras especies aparecen ampliamente distribuidas en todo el ordenamiento.

ORDENAMIENTO A MAYOR ESCALA DEL GRUPO NUMERO UNO DE LOS ORDENAMIENTOS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

El análisis de los ordenamientos cualitativo y cuantitativo permitió evidenciar que el grupo de censos que denominamos "número uno" mostraba una marcada aglomeración y superposición, la que supusimos podía ser debida o bien a un alto grado de homogeneidad que se traduce en valores altos de similitud, o a un elevado número relativo de censos de morrena, o también a una similitud ficticia causada por lo disímil de los extremos. En primer lugar hicimos un estudio de los valores de similitud en la matriz de distancia donde encontramos que censos que aparecen muy juntos en los ordenamientos presentan sin embargo valores altos de distancia entre ellos; es decir la similitud entre los censos del grupo número uno no es tan alta como para producir la aglutinación mencionada, lo que nos indujo a considerar la posibilidad de una similitud ficticia provocada por la técnica misma del ordenamiento. En efecto, al escoger como extremos de un eje el par de censos que muestren mayor distancia entre sí, estamos representando sobre ese eje la mayor variación existente en el sitio estudiado. Al ordenar luego el resto de los censos sobre ese eje, los estamos ordenando en relación a los censos tomados como extremo y por lo tanto sobre el eje de mayor variación. En nuestro caso particular los censos que hacen de extremos del primer eje son tan diferentes que la variabilidad representada es muy grande; así, el extremo derecho agrupa los sitios del fondo del valle donde hay saturación de agua mientras que el extremo izquierdo representa sitios donde no la hay; es decir los censos de los sitios más secos se aglomeran en el extremo izquierdo del primer eje no por ser demasiado similares entre sí sino por ser muy diferentes del extremo opuesto.

En el ordenamiento cualitativo, el grupo número uno se extiende sólo en un 20% de la longitud del eje horizontal y en un 30% de la longitud del mismo en el cuantitativo. En el ordenamiento cualitativo el mismo grupo se extiende por el 76% de la longitud del eje verti-

ORDENAMIENTO CUALITATIVO

cal y sobre el 54% de la longitud del mismo eje en el cuantitativo. Esto trae como resultado que el grupo resulta alargado en sentido vertical y corto en el horizontal, en otras palabras los censos de este grupo se separan mejor sobre el eje vertical que sobre el eje horizontal de ambos ordenamientos, como si la variación ecológica representada en el eje vertical no fuese tan amplia como la del horizontal.

Para tratar de comprobar estas afirmaciones recurrimos a un cambio en la escala de ordenamiento (Silva y Sarmiento, 1976) utilizando sólo los censos del grupo uno en cada uno de los ordenamientos. De las matrices originales extrajimos los valores de distancia de los censos que nos interesaban y construimos con ellos dos nuevas matrices de menor tamaño con las cuales obtuvimos dos nuevos ordenamientos de los censos de los grupos número 1.

El ordenamiento cualitativo a mayor escala produce una distribución muy continua con una tendencia por parte de los extremos a separarse solos dejando un gran grupo central (Figura 31). El primer eje tiene una dimensión de 77 unidades de distancia de la cual el 79% está ocupada por el grupo central; el eje vertical o segundo eje tiene una dimensión de 65 unidades de la cual el mencionado grupo ocupa el 77%.

Como podemos ver al cambiar la escala de ordenamiento resulta una mayor separación de los censos, pero se mantiene una cierta aglomeración.

La posición de cada censo en el nuevo ordenamiento se asemeja mucho a la del ordenamiento original y el tipo de distribución también se mantiene pero en un espacio mayor. Si delimitamos los censos que corresponden a las distintas morrenas notaremos que hay cierto desplazamiento entre las 3 pero también un núcleo central de coincidencia (Figura 32). Proyectando estos grupos sobre el primer eje se nota que el extremo inferior corresponde a censos de la morrena lateral izquierda, la parte central a censos de las 3 morrenas: lateral izquierda, de retroceso, lateral derecha, mientras que la parte superior del eje agrupa a censos de la morrena lateral derecha. Proyectando

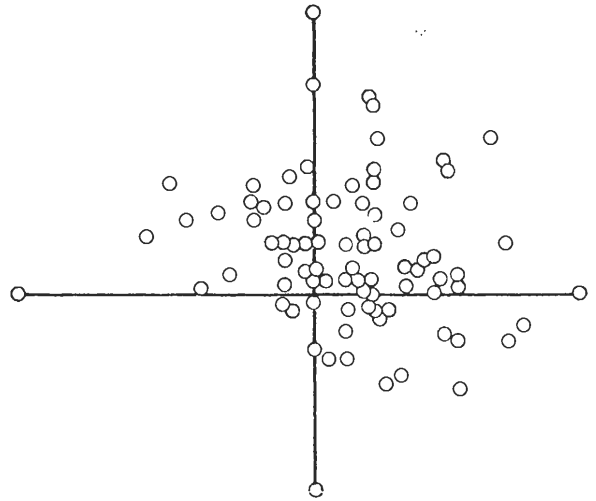


FIGURA 31: Ordenamiento a mayor escala del grupo número uno del ordenamiento cualitativo. Muestra una tendencia a la continuidad en la distribución de los censos.

ORDENAMIENTO CUALITATIVO

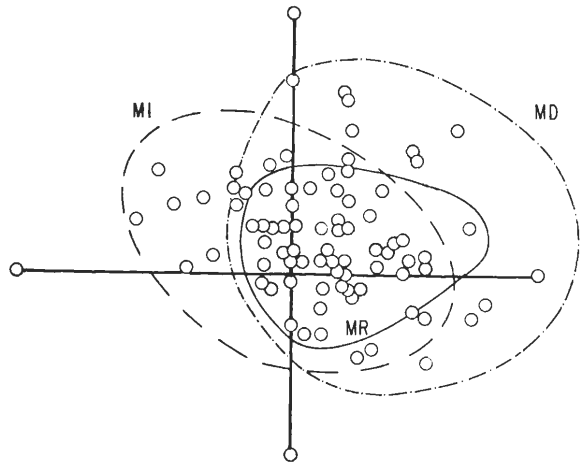


FIGURA 32: Demarcación de los censos de cada unidad geomorfológica sobre el ordenamiento cualitativo a mayor escala. Se observa una gran superposición particularmente en la zona central.

MI = Morrena izquierda MD = Morrena derecha
MR = Morrena de retroceso.

igualmente los grupos sobre el eje vertical, vemos que no es posible diferenciar las morrenas sobre este eje.

El ordenamiento cuantitativo a mayor escala produce resultados esencialmente similares (Figura 33). Podemos afirmar entonces que sobre el primer eje de los ordenamientos a mayor escala del grupo 1 se pueden diferenciar las morrenas por la distribución de los censos mientras que sobre el segundo eje no es posible diferenciarlas. Lo que llama la atención es la extraordinaria semejanza que existe entre la distribución de los censos de morrena sobre el eje horizontal de los nuevos ordenamientos y la distribución de los mismo sobre el eje vertical de los ordenamientos originales; de igual manera la semejanza entre la distribución de los censos sobre el eje horizontal de los ordenamientos originales y la distribución sobre el eje vertical de los nuevos ordenamientos. Dada la semejanza en la distribución de los censos y la coincidencia entre la secuencia de las unidades geomorfológicas obtenida sobre el eje vertical de los ordenamientos originales y el eje horizontal de los nuevos ordenamientos, podemos concluir que el primer eje de los nuevos ordenamientos es equivalente al segundo eje de los ordenamientos originales y representa el mismo gradiente térmico. El gradiente hídrico, que en los ordenamientos originales estaba representado por el eje horizontal estaría ahora representado por el vertical.

A) cambiar la escala de ordenamiento lo que hemos hecho es reducir la variabilidad hídrica, puesto que las morrenas presentan las mismas condiciones hídricas y es difícil diferenciarlas sobre el eje vertical; mientras que hemos conservado la variabilidad térmica. Las morrenas tienen la misma variabilidad térmica pero no la misma variabilidad hídrica de los ordenamientos originales, donde se incluían además de ellas otros tipos de habitats.

Ambas morrenas laterales presentan las mismas posiciones topográficas y por lo tanto, en principio, muestran las mismas condiciones hídricas y podrían presentar las mismas condiciones térmicas; así se justificaría la coincidencia en la distribución con respecto al gradiente

hídrico y debería ser causante también de una distribución semejante con respecto al gradiente térmico. Sin embargo hay un factor diferencial importante que modifica la distribución en los ordenamientos de los censos de ambas morrenas: la exposición, origen de diferencias de temperatura importantes entre ambas morrenas laterales (Azócar y Monasterio, Capítulo 9).

En síntesis puede verse que el cambio de escala contribuye a separar los censos que aparecían aglomerados en el grupo número uno, pero esta separación no es suficiente para evitar que continúe habiendo censos muy juntos. El cambio de escala produjo un cambio en los extremos de los ejes de ordenamiento que trajo como consecuencia una reducción en la variabilidad hídrica pero no en la variabilidad térmica. Esto parece confirmar la hipótesis de la existencia de una similitud ficticia, pues los mismos censos que antes se distribuían sobre una longitud de 20 y 30 unidades sobre el eje horizontal de los ordenamientos cualitativo y cuantitativo respectivamente en los nuevos ordenamientos lo hacen sobre longitudes respectivas de 77 y 87 unidades.

ORDENAMIENTO CUANTITATIVO

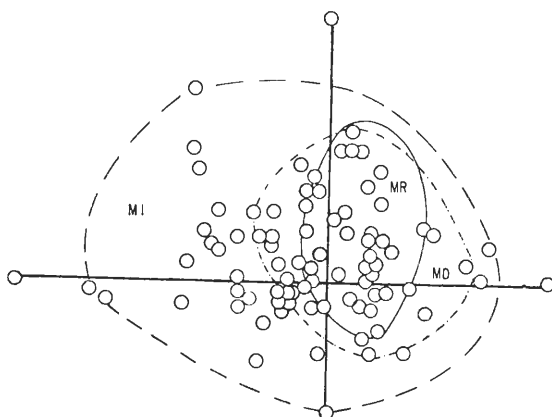


FIGURA 33: El ordenamiento cuantitativo del grupo número uno a mayor escala. Demarcamos los censos correspondientes a cada unidad geomorfológica. Nótese la gran superposición de los grupos.

LOS SUELOS DE MUCUBAJÍ: CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los suelos del páramo de Mucubají, como los de otros páramos, son jóvenes por tratarse de una zona montañosa con gran actividad morfo-genética. En Mucubají ellos se han desarrollado sobre sedimentos recientes de origen glaciar y fluvio-glaciar, derivados de rocas igneo-metamórficas del Precámbrico (Grupo Iglesias) (Schubert, 1972), y pertenecen a los órdenes de los entisoles, mollisoles e inceptisoles (Castillo, 1970).

Basándonos en los análisis de cincuenta muestras del horizonte donde se encuentra el mayor volumen de raíces (0-10 cm) podemos caracterizar los suelos del área de estudio como suelos de textura media; de bajo porcentaje de saturación de bases; ácidos; con muy bajo contenido de Calcio, Magnesio y Fósforo; un contenido de Potasio de bajo a mediano; un alto contenido de Carbono orgánico y de Nitrógeno total; una relación C/N también alta; alta capacidad de intercambio catiónico; baja capacidad de retención de agua. La Tabla 2 resume los principales datos físicos y químicos.

TABLA 2. Valores medios y rango de variación de algunas características del suelo en 50 muestras del Páramo de Mucubají

CARACTERÍSTICAS	MEDIA	RANGO
Pendiente %	21,1	0-64,0
Porcentaje de Material mayor de 2 mm 0-10 cm	9,9	0-62,0
Porcentaje de Material mayor de 2 mm 0-30 cm	37,8	0-90,0
Retención de humedad 1/3 ATm.	43,4	16,1-96,1
Retención de humedad 15 ATm.	31,1	4,4-82,2
PH Agua	4,7	4-5,6
Conductividad	12,3	2,9-45,9
Carbono Orgánico %	11,8	3,7-34,1
Materia Orgánica %	28,2	6,4-58,9
Nitrógeno total %	0,78	0,24-1,83
Relación C/N	15,5	6-28,0
Fósforo soluble ppm.	6,8	0-25,7
Cap. Int. catiónico meq/100 gr.	32,1	9,8-70,0
Hidrógeno cambiante meq/100 gr.	18,5	3,8-30,0
Porcentaje de saturación de Bases	12,1	1,6-52,4
Calcio meq/100 gr.	1,97	0,05-19,74
Magnesio meq/100 gr.	0,67	0,05-4,0
Sodio meq/100 gr.	0,29	0,03-0,88
Potasio meq/100 gr.	3,52	0,13-1,08

Esta caracterización concuerda con la dada por Pereyra y Castillo (1975) tomando los valores del horizonte superficial de 600 muestras de suelos de los Andes Venezolanos; los valores obtenidos por nosotros están todos dentro de los límites determinados por los mencionados autores.

ORDENAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE SUELO

El ordenamiento de las 50 muestras de suelo (0-10 cm) mostró una característica muy interesante, pues el censo que hacía de extremo derecho del primer eje resultó también extremo

superior del segundo eje; de este modo los censos se dispusieron siguiendo un eje diagonal que sugiere la existencia de un gradiente compuesto (Figura 34).

Para la interpretación de este gradiente representamos en el ordenamiento los valores de algunos atributos como pendiente, altura relativa, saturación de bases, capacidad de campo, punto de marchitez, textura, porcentaje de material mayor de 2 mm en la superficie y de 30-40 cm, altura relativa por pendiente, y posición topográfica tabulada.

Cada uno de los atributos nos sugiere dos sectores de la nube de puntos, relacionados con las unidades geomorfológicas: un sector a la izquierda del plano que agrupa los lugares de mayor altura y pendiente: el otro a la derecha del plano, con los lugares planos y de menor altura (Figura 35). Solamente la posición topográfica y el producto Pendiente por Altura Relativa dan un resultado diferente sugiriendo tres sectores: un grupo superior representativo de los lugares más bajos y de menor pendiente; un grupo intermedio de lugares con características de transición; y un grupo inferior con los lugares más altos y de mayor pendiente (Figura 36).

Al llevar al plano de ordenamiento los valores de saturación de Bases obtuvimos también dos sectores en la nube de puntos, uno con valores altos de saturación y el otro con valores muy bajos; los censos situados en las morrenas eran los más desaturados, pero llamaba mucho la atención la existencia de muestras con valores altos de saturación de Bases situados dentro del sector de la nube de puntos correspondiente a valores muy bajos. Pudimos comprobar que estos lugares más saturados situados sobre morrenas o en la base de éstas tenían o bien agua corriente en superficie o si no se trataba de lugares donde se producía un cambio de pendiente (Figura 37) es decir las muestras presentaron valores de saturación de bases mayores que lo que hubiera correspondido de acuerdo a su posición topográfica, por el aporte extra del agua que desciende de las morrenas trayendo sustancias disueltas o por la disminución de la velocidad del drenaje externo al hacerse menor la pendiente favoreciendo así la infiltración.

La relación detectada entre saturación de Bases y drenaje, nos llevó a considerar la relación de saturación de Bases con textura y con % de material mayor de 2 mm, tomando

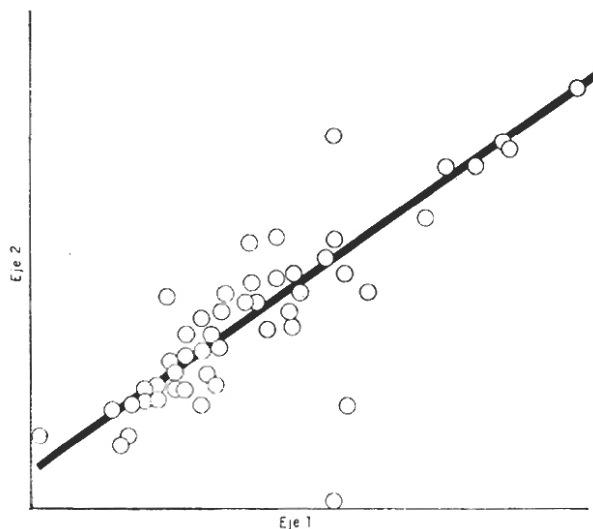


FIGURA 34: El ordenamiento de las muestras superficiales de suelo produce un gradiente resultante.

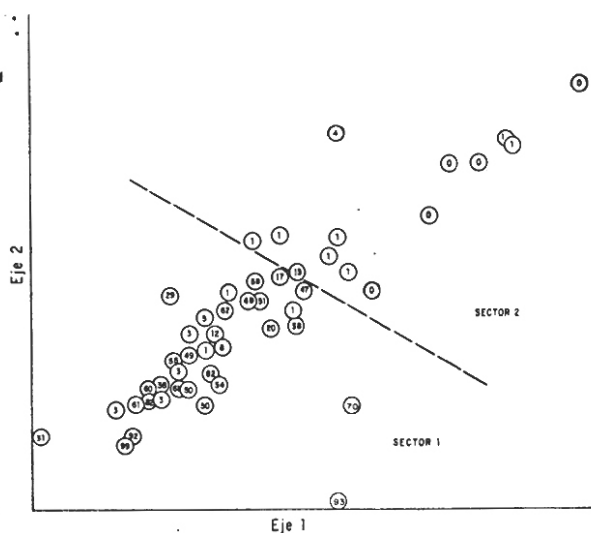


FIGURA 35: La altura relativa de los censos al ser sustituida sobre el ordenamiento, produce dos sectores claros de la nube de puntos, a la izquierda los censos de sitios altos, y a la derecha los censos de sitios bajos.

la textura y el contenido de material grueso como indicadores de drenaje. La sustitución de esos valores sobre el ordenamiento confirmó la relación ya que la sección correspondiente a lugares desaturados presentó texturas medias, es decir, desde Arenoso-Franco hasta Franco-Arcilloso arenoso; de igual manera esos mismos lugares presentaron valores altos de material mayor de 2 mm. Por otra parte en el sector derecho del ordenamiento, donde los valores de saturación de bases eran mayores, las texturas fueron pesadas y faltaba el material mayor de 2 mm (Figuras 38 y 39).

La confirmación de la relación entre desaturación y drenaje externo e interno nos permite emitir una hipótesis interpretativa del ordenamiento de suelos.

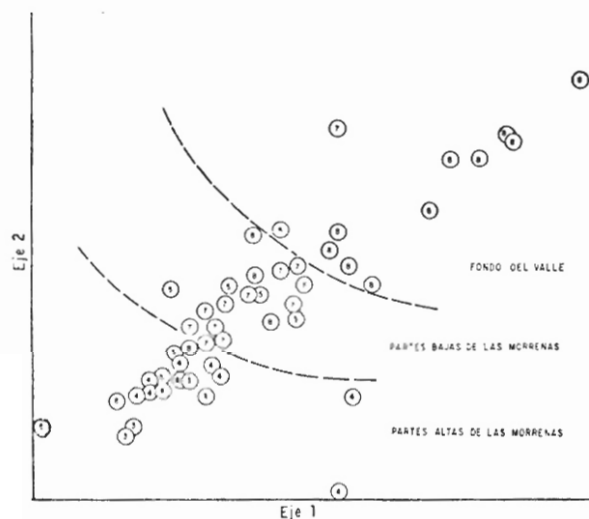


FIGURA 36: La posición topográfica de los censos muestra tendencia a producir tres sectores de la nube de puntos, uno corresponde a las partes altas de las morrenas, otro a las partes bajas de las mismas y el tercero a los censos del fondo del valle.

Posición topográfica:

- (3): Cumbre de la morrena;
- (4): Ladera de la morrena, parte alta;
- (5): Ladera de morrena; parte media;
- (6): Escalón en la morrena;
- (7): Ladera de la morrena, parte baja;
- (8): Sitio plano (fondo del valle).

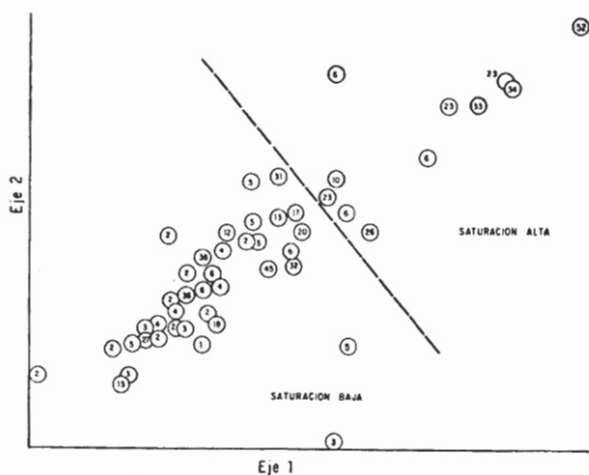


FIGURA 37: El porcentaje de saturación de bases, también identifica dos sectores en la nube de puntos, uno a la izquierda con valores muy bajos y otro a la derecha con valores más altos. Los valores altos dentro del sector de la izquierda corresponden a casos especiales explicados en el texto.

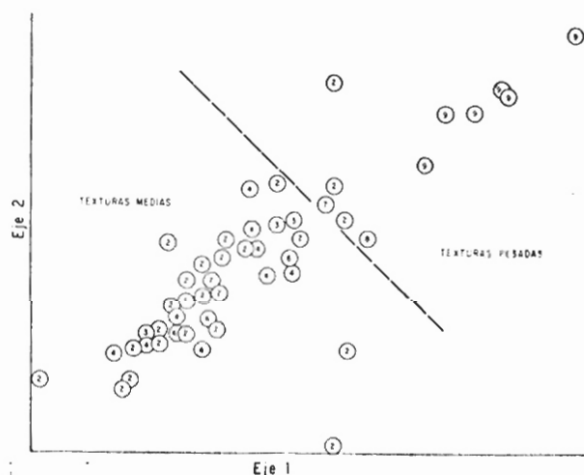


FIGURA 38: Las muestras de suelo se pueden dividir en dos grandes grupos de textura: a la izquierda las texturas medias y a la derecha las texturas pesadas. Textura:

- (1): Arenoso-franco;
- (2): Franco-arenoso;
- (3): Franco-arcillo-arenoso a Franco-arenoso;
- (4): Franco;
- (5): Franco a Franco-arcillo-arenoso;
- (6): Franco-arcillo-arenoso;
- (7): Franco-Arcilloso;
- (8): Franco-Limoso;
- (9): Turboso.

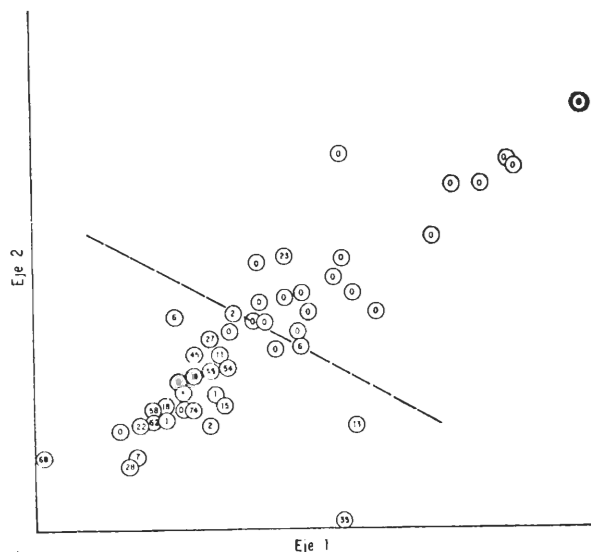


FIGURA 39: De acuerdo al % de material mayor de 2 mm, las muestras se dividen en dos grandes grupos: uno a la izquierda con valores altos y otro a la derecha donde falta este material.

INTERPRETACION DEL ORDENAMIENTO DE LOS SUELOS

De acuerdo al ordenamiento de las muestras superficiales de suelo hay un marcado y evidente gradiente hídrico que se manifiesta a través del drenaje de los lugares muestreados; independientemente de la posición topográfica hay sitios bien drenados y sitios mal drenados; de los sitios potencialmente bien drenados existen algunos que van a estar saturados de agua, por lo menos estacionalmente, por el aporte extra que representan las pequeñas corrientes que descienden de la morrena.

Los censos se ordenan en forma continua siguiendo una cierta secuencia topográfica; la mayoría de los sitios mal drenados van a estar en posición topográfica baja, donde son menores las pendientes; además las texturas pesadas y la falta de material mayor de 2 mm, van a favorecer el encharcamiento; en estos lugares existe saturación de agua permanente y un horizonte Gley altamente impermeable que inter-

fiere con el drenaje y es causa de que los censos del fondo del valle, con humedad permanente, presenten valores altos de saturación de bases, principalmente de calcio. Existen otros censos del fondo del valle y de bases de morrena que sufren saturación estacional y se encuentran en la zona central del ordenamiento a manera de transición; son lugares bien drenados que reciben el aporte de agua de drenaje externo y el agua infiltrada que aflora cerca de la base de las morrenas, esto mantiene los suelos saturados durante la época de lluvias.

Los sitios mejor drenados, localizados en el extremo izquierdo e inferior del ordenamiento, corresponden a las morrenas. Ellos presentan buen drenaje externo condicionado por la pendiente y buen drenaje interno condicionado por la granulometría de los sedimentos sobre los cuales se desarrollaron los suelos en las morrenas; la infiltración disminuye debido a la pendiente, pero además hemos encontrado un horizonte hidromórfico (Gley) compacto e impermeable de color gris amarillento hacia anaranjado con moteado rojo y naranja, situado entre 20 cm y 70 cm, que causa un desplazamiento lateral del agua de infiltración; es decir, el agua penetra en el suelo hasta el horizonte mencionado y luego de saturarlo se desplaza lateralmente hasta la base de la morrena donde aflora y produce un cambio drástico de las condiciones hídricas de los sitios situados por debajo de la cota de afloramiento.

La presencia de un horizonte Gley moteado cerca de la superficie hace que los suelos de las morrenas, a pesar del buen drenaje que presentan, se mantengan saturados de humedad durante la época de las precipitaciones. Cuando éstas disminuyen se encuentran menos saturados y mejor aireados, por lo que aparece una hidromorfía con características de oxidación en sus colores de gris amarillento hasta rojizo.

Este complejo de topografía, geomorfología y drenaje, produce una serie de condiciones en los suelos del lugar que determinan la presencia de diferentes comunidades vegetales, la que reflejan a su vez gradiente hídrico ya detectado anteriormente en los resultados de los ordenamientos de vegetación.

RESUMEN

En el presente trabajo se analizó la vegetación del páramo en una localidad de la Sierra de Santo Domingo (Edo. Mérida), mediante un estudio a gran escala de la variación local en las comunidades vegetales, las que parecen reflejar diferentes condiciones de habitat debidas a factores edáficos y mesoclimáticos ligados a su vez a la geomorfología y al relieve.

El área estudiada en el Páramo de Mucubají, se encuentra a 3.500-3.800 m de altura y cuenta con información macro, meso y microclimática, así como geológica, geomorfológica, topográfica y florística.

Se realizó un muestreo a lo largo de tres transectas paralelas que abarcan en una distancia de algunos cientos de metros, el espectro total de las condiciones ecológicas con respecto al conjunto de condiciones ambientales consideradas. En cada transecta se tomaron muestras de 10 m² dispuestas regularmente. En total se censaron 162 cuadrados, registrando en cada uno

la composición florística total y la cobertura mediante 50 puntos al azar. La matriz de datos (162 censos por 74 especies) fue analizada mediante la técnica de ordenamiento simple en dos ejes, utilizando los datos de cobertura y los datos de presencia/ausencia tomados de la lista florística de cada censo.

A partir de los resultados de los ordenamientos y de su confrontación con los datos ambientales a mediana escala tomados en los mismos censos y con los datos de microclima tomados del estudio de Azócar y Monasterio, se propone la existencia de dos gradientes ambientales importantes, uno hídrico el otro térmico.

Se organiza un muestreo ecológico superpuesto al de vegetación, donde se toman principalmente factores edáficos; se obtienen 50 muestras superficiales (0-10 cm) correspondientes a 17 perfiles, que son analizadas química y físicamente. Los resultados obtenidos se someten a un análisis de ordenamiento que se compara con los ordenamientos de vegetación, mostrando ambos tipos de análisis una gran correspondencia global.

APENDICE UNO
 TABLA DE FRECUENCIA PORCENTUAL DE LAS ESPECIES CENSADAS
 EMPLEADAS EN LOS ORDENAMIENTOS

Especie	(buen drenaje) Ladera de Morrena	(intermedio) Base de Morrena	(mal drenaje) Fondo del Valle
<i>Oxalis spiralis</i> R. et P.	16	0	0
<i>Baccharis tricumata</i> Pers	15	0	0
<i>Arenaria jhanii</i> Bl.	10	0	0
<i>Lobelia tenera</i> H. B. K.	9	0	0
<i>Draba lindenii</i> Planch	9	0	0
<i>Lachemilla hirta</i> Perry	6	0	0
<i>Hypericum laricoides</i> Gleas	100	50	0
<i>Espeletia schultzii</i> Wedd	96	39	0
<i>Parodiella erectifolia</i> (SW) J. R.	94	39	0
<i>Acaena cylindrostachya</i> R. et P.	84	17	0
<i>Aciachne pulvinata</i> Benth	80	39	0
<i>Pernettya elliptica</i> DC.	60	22	0
<i>Castilleja fissifolia</i> L. F.	58	17	0
<i>Rumex acetosella</i> L.	55	17	0
<i>Poa trachyphylla</i> Pilg.	54	28	0
<i>Luzula racemosa</i> Desv.	49	11	0
<i>Hesperomcles pernettyoides</i> Wedd	48	6	0
<i>Hieracium venezuelense</i> A. T.	35	11	0
<i>Gnaphalium paramorum</i> Bl.	20	6	0
<i>Espeletia floccosa</i> Standl.	18	6	0
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	18	28	0
<i>Arcitophyllum caracasenum</i> Standl.	15	6	0
<i>Hintchhubera lanuginosa</i> Cuatr. et A.	15	6	0
<i>Stachys venezuelana</i> Briq	15	6	0
<i>Gnaphalium meridicum</i> Arist.	14	17	0
<i>Acaena elongata</i> L.	11	6	0
<i>Paepalanthus Karstenii</i> Ruhl	9	17	0
<i>Gnaphalium antennarioides</i> DC	9	33	0
<i>Hieracium frigidum</i> Wedd	8	6	0
<i>Azorella julianii</i> Math.	8	22	0
<i>Baccharis prunifolia</i> H. B. K.	6	11	0
<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	5	11	0
<i>Senecio rex</i> (Sandwith) Cuatr.	5	11	0
<i>Rhizocephalum candollei</i> Wedd	4	39	0
<i>Calandrina acaulis</i> H. B. K.	3	6	0
<i>Geranium chamaense</i> Pitt	89	67	14
<i>Calamagrostis effusa</i> Steud	81	50	33
<i>Agrostis hankeana</i> Hitch	75	44	29
<i>Agrostis venezuelana</i> Hitch	73	56	29
<i>Hypochoeris setosus</i> Russ	58	39	39
<i>Carex amicta</i> Boot	48	28	24
<i>Arenaria venezuelana</i> Briq	43	11	24
<i>Trisetum irazuense</i> Hitch	33	11	24
<i>Bidens humilis</i> H. B. K.	28	22	29
<i>Relbunium hypocarpium</i> Hemsl.	25	6	10
<i>Bromus pitensis</i> H. B. K.	18	6	14
<i>Oenothera cuprea</i> Schl.	14	5	17
<i>Werneria pygmaea</i> Gill	1	22	24

Espece	(buen drenaje) Ladera de Morrena	(intermedio) Base de Morrena	(mal drenaje) Fondo del Valle
<i>Senecio formosus</i> H. B. K.	10	6	19
<i>Uncinia hamata</i> Urb.	3	11	10
<i>Sisyrinchium bogotense</i> H. B. K.	34	39	10
<i>Aster marginatus</i> H. B. K.	26	44	33
<i>Halenia viridis</i> Gilg.	24	33	24
<i>Lachemilla verticillata</i> Rothm	9	39	19
<i>Apium leptophyllum</i> F. Muell	9	33	29
<i>Oritrophium venezuelense</i> Cuatr.	8	56	14
<i>Lachemilla aphanoides</i> L.	6	39	10
<i>Bartsia laniflora</i> Benth	6	39	19
<i>Eleocharis stenocarpa</i> Suens	1	39	14
<i>Lucilia radians</i> Cuatr.	1	33	19
<i>Carex bomplandii</i> Kunth	25	22	71
<i>Agrostis trichodes</i> Roem. et Schult	11	72	90
<i>Hypericum brathys</i> SM	4	11	95
<i>Carex acutata</i> Boot	0	0	95
<i>Alterstenia paludosa</i> Schlts.	0	0	5
<i>Calamagrostis bogotensis</i> Hitch	0	33	0
<i>Festuca myurus</i> L.	0	44	0
Scrophularaceae	0	50	0
<i>Geranium lindnerianum</i> Tourcz	8	0	10
<i>Ranunculus praemorsus</i> DC	6	0	10
<i>Carex albolutescens</i> Schaw	4	0	10
<i>Malvastrum acaule</i> Gray	4	0	10
<i>Gentiana nevadensis</i> Gilg	0	28	24
<i>Carex</i> sp	0	17	19

BIBLIOGRAFIA

- AZOCAR, A. y M. MONASTERIO 1980. "Estudio de la variabilidad meso y microclimática en el Páramo de Mucubají". En M. Monasterio (Ed.): *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*. Ediciones de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- ARKIN, H. & R. COLTON 1956. "*Statiscal Methods*". Editor.
- BRAY, J.R. & J.T. CURTIS 1957. "An ordination of the Upland Forest communities of Southern Wisconsin". *Ecol. Monogr.* 27 (4): 325-349.
- CASTILLO, J.B. 1970. "Clasificación de algunos suelos de los Andes venezolanos según el método numérico y la Séptima Aproximación". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba.
- CUATRECASAS, J. 1976. "A new subtribe in the heliantheae (Compositae): *Espeletiinae*". *Phytologia* 35: 43-61.
- FARIÑAS, M. 1975. "Análisis de la Vegetación de Páramo. Ordenamiento y correlación con factores Edáfico-Climáticos". Facultad de Ciencias, ULA, Mérida, 164 p.
- GAUCH, H.G. Jr. & R.H. WHITTAKER 1972. "Comparison of ordination techniques". *Ecology*, 52 (5): 868-875.
- GAUCH, H G Jr. 1973. "A Quantitative Evaluation of the Bray-Curtis Ordination" *Ecology*. Vol. 54, N° 4.
- GODRON, M. y Col. 1968. "Code pour le relevé métrique de la végétation et du milieu". Centre National de la Recherche Scientifique. Montpellier.
- GOLDSMITH, F.B. 1973. "The vegetation of exposed sea cliffs at south stack, Anglesey. I. The Multivariate Approach". *J. Ecol* 61 (3): 787-818.
- MONASTERIO, M. 1980. "Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela". En M. Monasterio (Ed.): *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*. Ediciones de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- PEREYRA, J. y J.B. CASTILLO 1975. "Manejo de los suelos en los Andes venezolanos". Sociedad Venezolana de la Ciencias del Suelo. 1er. Seminario Nacional de manejo de suelos. Barquisimeto. p. 35. Mimeografiado.
- SCHUBERT, C. 1972. "Cronología glacial tardía y evidencias neotécnicas en los Andes venezolanos nororientales". *Acta Cient. Venezolana*. 23 (Supl. 3): 89-94.
- SILVA, J. y G. SARMIENTO 1976. "La composición de las Sabanas en Barinas en relación con las unidades edáficas". *Acta Cient. Venez.* 27: 68-78.