



**Universidad de los Andes
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas**

**Cambios en la estructura florística de las morrenas laterales en
el valle de Mucubají**

Autor: J. Eloy Torres S.
Tutora: Teresa Schwarzkopf
Cotutor: Mario Fariñas
Mérida – Venezuela
Abril 2008.

INFORME DEL JURADO NOMBRADO POR EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES PARA CONSIDERAR EL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO DEL BACHILLER

JESÚS ELOY TORRES SALAZAR

En Mérida a los 09 días del mes de mayo del 2008, a las 10:00 a.m. se reunieron los Profesores: Teresa Schwarzkopf, Benito Briceño y Anairamiz Aranguren de la Facultad de Ciencias, miembros del jurado nombrado por el Consejo de la Facultad de Ciencias, para revisar el Trabajo Especial de Grado que sobre el tema: **"Variación en la estructura florística de las morrenas laterales del Valle de Mucubají"**, presentado por el Bachiller JESÚS ELOY TORRES SALAZAR, titular de la Cédula de Identidad N° V- 11.465.687 para optar al título de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Acto seguido se procedió a oír la exposición que sobre el tema arriba mencionado realizó el Bachiller JESÚS ELOY TORRES SALAZAR.

Después del correspondiente interrogatorio, el Jurado procedió a deliberar sobre la calificación del trabajo sometido a su consideración.

Finalmente el Jurado lo declaró aprobado con la Calificación de veinte (20) puntos. Recomendado para su publicación.




Prof. Teresa Schwarzkopf
Tutora



Prof. Mario Farías
Co-tutor



Prof. Benito Briceño
Jurador



Prof. Anairamiz Aranguren
Jurado

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Núcleo "Pedro Rincón Gutiérrez", Edificio "A", Facultad de Ciencias Mérida 5101 - República Bolivariana de Venezuela
Teléfono: (58 - 274) 240 1291 / 240 1292 - Fax: 240 1290 - Web: www.ciens.ula.ve Correo_e: dptbiologia@ula.ve

Resumen

Dada la estructura y la orientación del valle de Mucubají se presentan diferencias climáticas locales, debidas entre otras cosas al efecto de la exposición. El presente trabajo se realizó con el objetivo de comparar la comunidad vegetal presente en las caras internas de las morrenas laterales derecha (exposición Oeste) e izquierda (exposición Este) durante las épocas de sequía y lluvia. La metodología consistió en ubicar unidades de muestreo (30) en ambas morrenas. Parcelas de 5m x 2m se establecieron en puntos con pendiente y altitud similares. En cada unidad de muestreo se realizó un censo florístico y se estimó la cobertura de las especies vegetales mediante 98 unidades de cuadrados puntuales. Así mismo se realizaron mediciones microclimáticas simultaneas en ambas laderas a objeto de comparar las temperaturas en la superficie y en el aire, la humedad relativa del aire y la radiación incidente. Los resultados indican que a nivel del suelo, la morrena derecha alcanzó los valores más altos de temperatura en ambas épocas de medición. Los valores más bajos se registraron durante la época seca en la morrena izquierda. La temperatura del aire durante la época seca alcanza los valores mas altos y bajos en la morrena izquierda. La morrena izquierda recibe la mayor cantidad de radiación incidente en ambas temporadas de muestreo y este resultado esta íntimamente relacionado con el hecho de que la morrena izquierda presenta exposición Este, y la aparición de nubes a comienzos de la tarde. Para la humedad relativa los valores más altos se obtuvieron en la morrena derecha, el flujo de este factor esta muy ligado al flujo de radiación incidente ya que los máximos valores de humedad relativa se alcanzan cuando los valores de radiación son mínimos. También los resultados indican que ambas morrenas presentan riqueza de especies similares aun en épocas diferentes, para la época seca 25 en la morrena derecha (exposición Oeste) y 27 en la izquierda (exposición Este); y para la época húmeda 31 en la morrena derecha y 32 en la izquierda. Los cambios en la composición de especies no son significativos. El análisis multivariado indica una clara estratificación de las parcelas muestreadas en la morrena derecha mientras que para la morrena izquierda el patrón de comportamiento es menos claro como consecuencia de aportes de pequeños afloramientos de agua, por lo que este factor podría estar ocultando el efecto de la exposición.

Agradecimientos

- Este trabajo fue financiado por CDCHT-ULA proyecto: C-1513-07-01-F
- Quiero agradecer en primer lugar a Dios pues sin su guía y ayuda no estaría aquí.
- A mi mamá que siempre se preocupó por que volviera a estudiar, siempre pendiente de mi, siempre tan linda.
- A mi hermano Jaime y mis hermanas Lenys y Mily los quiero mucho, nunca dejen de reír.
- A mi abuela Ana por consentirme tanto, símbolo de fuerza para mi.
- A mi abuela Rosa por enseñarme tanto y cuidarme cada vez que estoy en la montaña, la extraño siempre.
- A mi papá que aunque no estuvo mucho con nosotros se que desde el cielo trata de ayudarnos siempre.
- A la profesora Anairamiz Aranguren, nunca olvidare el día que me invito a trabajar con usted ni todo lo que ha hecho por mí. Gracias por la paciencia.
- A la profesora Teresa Schwarzkopf y al profesor Mario Fariñas, siempre con paciencia y mucha sabiduría.
- A mis amigas Carle, Carla, Doris, Jhaydin, Yolanda, siempre tan lindas y especiales.
- A mis amigos hermanos Juan Carlos, Chande Camacho, Eliécer y Gabriel, Rafael; todavía nos faltan muchos caminos por recorrer.
- A mis sobrinos Gustavito y Fernandito fuentes de alegrías para la familia.
- A Cindy, en todo momento estuviste cerca, siempre tan bonita.
- A mis amigos del ICAE, de la Facultad de Ciencias y también a mis amigos de deporte.

INDICE

Resumen.....	i
Agradecimientos.....	iii
Índice.....	iv
Lista de figuras.....	v
Lista de tablas.....	v
Capítulo I. Introducción.....	1
Capítulo II. Área de estudio	4
2.1 Ubicación.....	4
2.2 Geomorfología.....	5
2.3 Clima.....	6
2.4 Vegetación.....	7
Capítulo III. Objetivos e hipótesis.....	9
Capítulo IV. Materiales y métodos empleados	10
4.1 Toma de datos en el campo.....	11
4.2 Procesamiento de los datos.....	12
4.2.1 Datos ambientales.....	12
4.2.2 Datos vegetación.....	12
4.2.3 Índices de diversidad.....	13
4.2.3 Componentes principales.....	14
Capítulo V. Resultados.....	15
5.1 Datos Ambientales.....	16
5.1.1 Temperatura, Humedad relativa, radiación.....	15
5.1.1.1 Epoca seca.....	15
5.1.1.2 Epoca húmeda.....	18
5.1.1 Contenido gravimétrico de agua.....	19
5.1.1.1 Morrena derecha.....	19
5.1.1.2 Morrena izquierda.....	19
5.2 Patrones de cobertura relativa de las especies.....	20
5.2.1 Morrena derecha.....	20
5.2.2 Morrena izquierda.....	22
5.3 Riqueza de especies.....	23
5.3.1 Morrena derecha.....	23
5.3.2 Morrena izquierda.....	24
5.4 Índices.....	25
5.5. Análisis de Componentes principales.....	28
Capítulo VI. Discusión y conclusiones.....	30
6.1 Factores ambientales.....	30
6.2 Vegetación.....	31
6.3 Análisis de componentes principales.....	32
Capítulo VII. Bibliografía.....	34
Anexos.....	36

Índice de Figuras

Fig.1 Mapa del Estado Mérida. Ubicación del páramo de Mucubají. Tomado de (Pirela, 2006).....	4
Fig.2. Climadiagrama de Mucubají.....	6
Fig.3 Morrenas laterales de Mucubají.....	10
Fig. 4. Esquema de las parcelas realizadas.....	11
Fig. 5 Curso diario de la temperatura promedio del suelo en las morrenas laterales.....	16
Fig. 6 Curso diario de la temperatura del aire (a 1,10m del suelo) en ambas morrenas.....	16
Fig.7 Curso diario de la humedad relativa en las morrenas.....	17
Fig.8 Curso diario de radiación promedio en las morrenas.....	17
Fig. 9 Curso diario de la temperatura promedio del suelo.....	18
Fig.10 Curso diario de la radiación incidente promedio.....	18
Fig.11 Contenido gravimétrico de agua en cada parcela de la morrena derecha.....	19
Fig.12 Contenido gravimétrico de agua en cada parcela de la morrena izquierda.....	20
Fig.13 Porcentaje de cobertura de las especies de la morrena derecha en la época seca.....	21
Fig.14 Porcentaje de cobertura de las especies en la morrena derecha en la época húmeda.....	21
Fig.15 Porcentaje de cobertura de las especies de la morrena izquierda época seca.....	22
Fig.16 Porcentaje de cobertura de las especies de la morrena izquierda época húmeda.....	23
Fig. 17 Análisis de componentes principales para la morrena derecha en las dos épocas de muestreo (1er eje absorbe el 33% y el segundo eje el 20 % de la varianza).....	28
Fig. 18. Análisis de componentes principales para la morrena izquierda en las dos épocas de muestreo (1er eje absorbe el 34% y el segundo eje el 20 de la varianza).....	29

Índice de Tablas

Tabla 1. Valores de contenido gravimétrico de agua en el suelo para las parcelas de ambas morrenas.....	20
Tabla 2. Lista de especies presentes en la morrena lateral derecha en la época seca y húmeda.....	24
Tabla 3. Lista de especies presentes en la morrena lateral izquierda en las épocas seca y húmeda.....	25
Tabla 4. Valores estimados de riqueza de especies, índice de Shannon y de Simpson para las dos morrenas estudiadas.....	26
Tabla 5. Listado de especies con sus formas de vida que se encontraban en la morrena derecha e izquierda en las dos épocas estudiadas.....	27

Capítulo 1 Introducción

El término páramo es tan complejo que es difícil definirlo, pues es un ecosistema, un bioma, un paisaje, un área geográfica, una zona de vida, un espacio de producción, un símbolo, inclusive es un tipo de clima (Hofstede et al., 2003). Los españoles denominaron páramo a las áreas del norte de los Andes que eran altas, frías, inhóspitas, húmedas y con mucho viento, quizás recordando los altiplanos de la península ibérica. Sin embargo el ecosistema páramo, a pesar de su poca extensión, es altamente diverso, no solamente en números de especies y asociaciones vegetales, sino también en el número de formas y tipos funcionales que alberga (Azócar y Fariñas, 2003).

La gran variabilidad presente, así como su complejidad dificulta su definición, ya que presenta diferentes características geográficas, geomorfológicas, climáticas, fisionómicas y florísticas. Azócar y Fariñas (2003) definen el páramo como la región natural de los Andes húmedos ecuatoriales que ocupa el piso altitudinal comprendido entre el límite superior de crecimiento arbóreo continuo ó límite superior de la selva nublada y el límite inferior de las nieves perpetuas.

En Sudamérica, los páramos forman un corredor interrumpido entre la Cordillera de Mérida en Venezuela hasta la depresión de Huancabamba en Perú. En el norte del corredor andino está un complejo grande en la Cordillera de Mérida, este complejo, geológicamente el mas antiguo, está influenciado de un lado por vientos perhúmedos de la Orinoquía y del otro por vientos secos del Caribe, y por su orografía se encuentran una gran diversidad de páramos entre desérticos y perhúmedos en un área relativamente pequeña (Hofstede et al., 2003).

En Colombia, Cuatrecasas (1958), dividió al páramo en tres zonas basadas en la altitud y en la estructura de la vegetación: Superpáramo, transición entre la región de nieves perpetuas y el páramo herbáceo, Páramo herbáceo (páramo propiamente dicho), y el Subpáramo que es la transición entre el herbáceo y el bosque montano. En los Andes de Venezuela, los páramos se han delimitado en dos zonas ecológicas bien diferenciadas: el piso andino, que corresponde a la franja que comprende el rango altitudinal entre 3000-4000 msnm y, por encima de los 4000 msnm y hasta la línea inferior de los glaciares, el piso altiandino (Monasterio, 1980).

El páramo andino está constituido por una vegetación baja y heterogénea en su espectro de formas biológicas. Puede estar dominado localmente por: arbustos, rosetas (acaules y caulescentes), cojines, hierbas, otros, coexistiendo por lo tanto una amplia gama de tipos fisonómicos (Fariñas, 1975).

En Sudamérica, de sus 3000- 4000 especies de plantas vasculares el 60% son endémicas (Luteyn, 1992) representando la más rica flora en géneros y especies de las altas montañas del mundo. Las plantas con flores en el ecosistema páramo, para Venezuela, incluyen al menos 95 familias, 392 géneros y más de 1420 especies (Briceño y Morillo, 2006). En la actualidad, las familias numéricamente dominantes a nivel específico en el páramo son Asteraceae (261 especies), Orchidaceae (200 especies), Poaceae (179 especies), Melastomataceae (49 especies), Bromeliaceae (42 especies), Solanaceae y Ciperaceae (39 especies), Scrophulariaceae (34 especies), Rosaceae (33 especies) y Ericaceae (32 especies) (Briceño y Morillo, 2006).

Por su alta diversidad biológica y su importancia biogeográfica, evolutiva y económica, el páramo es un ecosistema único y las especies que allí habitan son exclusivas y endémicas. Las especies del páramo se han adaptado a ciertas condiciones ecológicas de alta montaña, las cuales marcan su funcionamiento. Estas condiciones incluyen la baja presión del aire y la baja temperatura, la radiación ultravioleta intensa, los cambios rápidos en la insolación, la sequedad fisiológica y el daño físico por granizo y algunas veces por nieve (Sklenar et al., 2005).

El páramo es uno de los ecosistemas de alta montaña más rico en especies del mundo con una gran biodiversidad y endemismo, pero desde el punto de vista ecológico es un ambiente frágil (Sklenar et al., 2005). Además de la especificidad y endemismo de su flora, el ecosistema páramo brinda servicios ambientales como el control del flujo de agua, protección contra la erosión, etc. Sin embargo, ciertas acciones humanas están limitando sus capacidades y las posibilidades de aprovechar dichos servicios. La provisión de agua en cantidad y calidad y el almacenamiento de carbono atmosférico que ayuda a controlar el calentamiento global son dos servicios fundamentales que el páramo brinda a la sociedad en general (Hofstede et al., 2003).

Se presume que la adaptación y evolución de la flora preparamera sometida a condiciones ambientales cambiantes por el levantamiento de los Andes, junto con procesos

de migración y de especiación *in situ* ocurridos durante los últimos 2 millones de años, son las razones fundamentales de la particularidad de la flora de los páramos en la actualidad (Morillo y Briceño 2000).

Desde el punto de vista tectónico, el ambiente de la alta montaña donde se desarrolla el páramo es de origen reciente y surge con las fases pleistocénicas tardías de la orogenia andina (Schubert, 1980). El páramo andino como área geográfica se localiza en el norte de la Cordillera de los Andes, extendiéndose por países de Sudamérica tropical: Norte del Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Monasterio, 1980). Localizado en la franja comprendida entre el bosque montano y el límite superior de las nieves perpetuas (aprox. 3000 a 5000 m.), este ecosistema está distribuido dentro de la zona húmeda de los Andes ecuatoriales entre 11° N y 8° S de latitud, pero se encuentra también en algunas localidades en Costa Rica y Panamá (Sklenar et al., 2005).

El levantamiento de la Cordillera determinó la formación de un ambiente con rasgos climáticos nuevos, en el cual se combinan el ritmo anual isotérmico, típico del trópico, con la incidencia de heladas y nevadas, típicamente extratropical, lo cual determina lo que ha sido llamado "trópico frío" (Monasterio, 1980). En los páramos la temperatura media del aire es constantemente baja, y las variaciones son solamente diurnas que van desde temperaturas congelantes por debajo de 0°C hasta mucho más de 30°C, "donde es verano cada día e invierno cada noche" (Hedberg, 1979). Según la clasificación de Köppen, el clima de la región de páramos de la zona andina venezolana corresponde al tipo H, fríos de alta montaña tropical.

La elevación sobre el nivel del mar probablemente es el factor de control más importante de las diferencias en el clima entre localidades situadas a latitudes similares. En lugares elevados, como montañas o mesetas, los efectos climáticos se originan por la acción de dos factores principales: la altitud y la exposición (Fariñas, 1975).

Las condiciones climáticas de la alta montaña tropical no son homogéneas, existiendo en los altos Andes tropicales diferentes tipos de páramos que difieren tanto por su temperatura como por su precipitación, las cuales varían en función de factores tales como altitud, topografía y exposición (Azócar y Monasterio, 1980 a). Los páramos en el Norte de los Andes de Venezuela y en la Sierra Nevada de Santa Marta al norte de Colombia climáticamente presentan una marcada estación seca debido principalmente a los

vientos alisios del Norte, sin embargo los microclimas locales están fuertemente influenciados por patrones regionales (Sarmiento, 1986).

En general, la variabilidad del relieve, la exposición y los movimientos de aire hacia los fondos de valle, condicionan una diversidad de climas locales y microclimas. Debido a la latitud, la influencia de la exposición se manifiesta, principalmente, mediante diferencias en insolación y radiación incidente, resultando la exposición Este más caliente durante todo el año (Azócar y Monasterio, 1980 b). El clima está condicionado por la orografía y su influencia sobre la radiación incidente, la nubosidad, el gradiente térmico altitudinal los vientos locales y la precipitación (Hofstede et al., 2003).

En este trabajo se estudió la vegetación de paramo en dos laderas de exposición opuesta dentro del valle fluvio-glacial de Mucubají, con miras a caracterizar y comparar su composición y diversidad, así como el efecto de la temporada de lluvias.

Capítulo 2. Área de estudio

2.1 Ubicación

El páramo de Mucubají se encuentra en la Sierra de Santo Domingo, en la Cordillera de Mérida, a partir de 3.500 msnm, a 8° 47' de latitud Norte y 70° 48' de longitud Oeste. Mucubají forma parte del mayor núcleo de páramo existente en Venezuela, (Monasterio, 1980) el núcleo Norte del complejo Sierra Nevada, y dentro de él se encuentra el valle morrénico del mismo nombre (Fig.1).

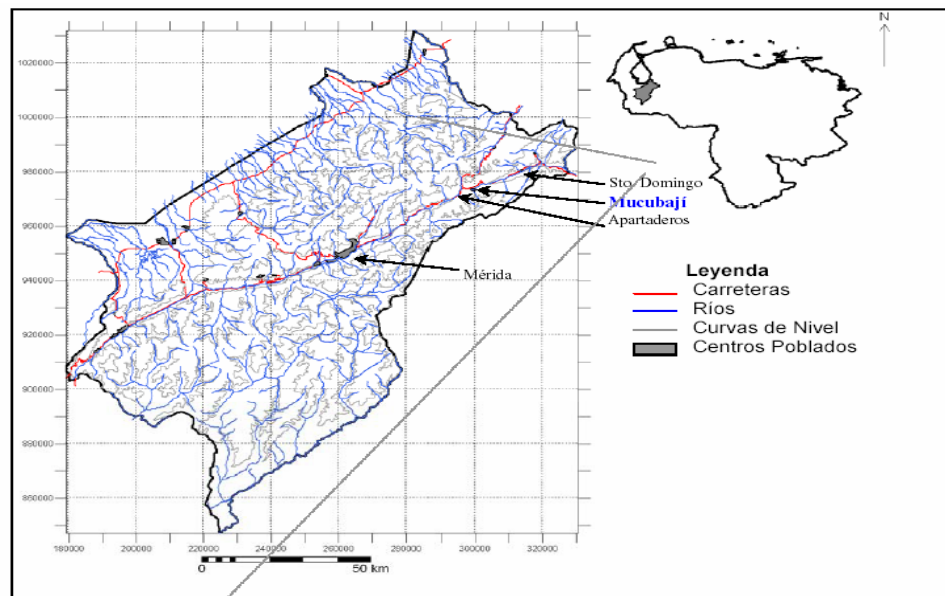


Fig.1 Mapa del Estado Mérida. Ubicación del páramo de Mucubají. Tomado de (Pirela, 2006).

2.2 Geomorfología

Los Andes venezolanos y en especial el páramo, tuvieron su origen a inicios del Pleistoceno de la era terciaria. A partir de entonces, estuvieron sometidos a un intenso proceso de glaciación ocurrido durante el Cuaternario. La evidencia principal de la acción de los glaciares son las morrenas; éstas consisten de cerros alargados, muchas veces en forma de herradura, los cuales cierran la salida de numerosos valles glaciales. Las morrenas son el resultado de la deposición de sedimentos a lo largo y ancho del glaciar (Schubert, 1970).

El complejo morrénico de Mucubají está constituido por dos morrenas laterales y una morrena terminal que bordea la laguna de Mucubají; hacia la parte superior se encuentran los picos más altos de esta Sierra, constituidos por afloramientos rocosos del Precámbrico pertenecientes al grupo Iglesias (Schubert, 1970). El valle morrénico tiene una longitud aproximada de tres kilómetros y presenta tres morrenas de retroceso que cortan perpendicularmente al valle e indican el retroceso glacial, entre éstas se encuentran depósitos de origen fluvio-glacial (Fariñas, 1975). Las morrenas fueron depositadas en la última glaciación andina denominada Glaciación Mérida (Schubert, 1970), y poseen una edad que oscila entre los 18.000 y 10.000 años.

Los suelos del páramo de Mucubají son jóvenes y se han desarrollado sobre material de origen glacial y fluvio-glacial del Precámbrico (Grupo Iglesias). Los suelos se desarrollan sobre depósitos de la era Cuaternaria caracterizados por:

- Till morrénico, conformado por sedimentos heterométricos y no estratificados, característicos de depósitos glaciares encontrados en morrenas laterales y terminales.
- Sedimentos fluvio-glaciales, generalmente formados por terrazas asociadas a la desglaciación en zonas bajo la influencia de los glaciares (Schubert, 1980).

2.3 Clima

Climáticamente Mucubají se encuentra dentro de la zona periglacial andina (Schubert, 1980), influenciado por los procesos debidos al clima de alta montaña tropical. La temperatura media anual se encuentra alrededor de los 5,9°C. La precipitación tiene un patrón biestacional (de tipo llanero), con una media anual de 932mm (Fig.2). Las precipitaciones están concentradas en un período lluvioso entre mayo y octubre, y el período seco se ubica entre los meses de diciembre a marzo, donde abril y noviembre se comportan como meses de transición entre ambos periodos.

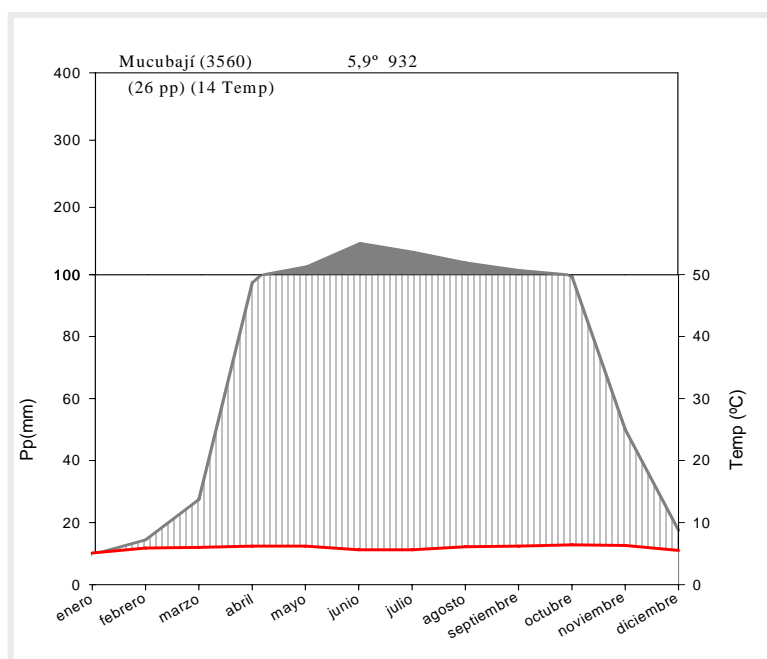


Fig.2. Climadiagrama de Mucubají.

Para la elaboración de este climadiagrama se tomaron en cuenta los datos de la antigua estación de Mucubají, manejada por el MARNR actualizados hasta el año 2000 cuando se desmantelo dicha estación meteorológica, 26 años de registro de la precipitación (Enero 1969- Dic. 1995) y 14 años de registro de temperatura (Enero 1970- Dic. 1983). De allí que este climadiagrama presenta diferencias con los valores reportados por Azócar (1974) ya que sus años de registros tanto para la temperatura (5°C) como para la precipitación (968,8mm) fueron de 9 años (1967-1976).

Este climadiagrama muestra que aunque haya un periodo de menores precipitaciones (Dic-Marzo) no hay déficit hídrico, además, en los meses de abril hasta Octubre hay mayores precipitaciones, lo que trae como consecuencia un exceso de agua en el sistema de acuerdo con el criterio de Gaussen (Walter y Medina, 1971). Sin embargo, Fariñas (1975) usando los datos de Azócar encontró que el contenido de agua en el suelo cae por debajo del Punto de Marchitez Permanente, por lo menos dos veces en un año.

La estructura y la orientación del valle de Mucubají condicionan una serie de diferencias climáticas locales, debidas entre otros factores, al efecto de la exposición. Es bien conocido que en condiciones tropicales la influencia de la exposición se manifiesta fundamentalmente en los contrastes producidos entre las laderas orientadas al Este o al Oeste a través de diferencias en insolación y radiación incidente (Azócar y Monasterio, 1980b). Las morrenas laterales del valle de Mucubají presentan exposiciones diferentes y contrastantes. El lado interno de la morrena izquierda está expuesto hacia el Este mientras que la cara interna de la morrena derecha está expuesta hacia el Oeste. Estudios realizados por Monasterio y Azócar (1980) determinaron que la temperatura media más baja se registra en la morrena derecha (3,2 °C) mientras que la temperatura media más alta se registra en la morrena izquierda (6,1 °C). También estas autoras determinaron que en la morrena derecha el número de heladas es mucho mayor que en la morrena izquierda. Además, la diferencia en temperatura mínima absoluta mensual entre ambas exposiciones alcanzan los 10 °C (febrero). Todas estas variaciones resultan sin duda de primordial importancia en la diferenciación de hábitat y de nichos ecológicos (Azócar y Monasterio, 1980b).

Otro efecto importante que actúa sobre el valle de Mucubají es el ocasionado por los movimientos del aire hacia el fondo del valle lo que favorece el fenómeno de inversión nocturna de temperatura, originando así mesoclimas más fríos en las partes más bajas de las morrenas laterales (Azócar y Monasterio, 1980b).

2.4 Vegetación

Las altas montañas de los Andes se componen de una mezcla de elementos florísticos de orígenes diversos, donde además los cambios climáticos condicionaron, en parte, la aparición *in situ* de nuevos géneros y especies; así la actual flora de los Andes se originó como resultado de procesos evolutivos relativamente recientes (Cuatrecasas, 1979).

La diversidad topográfica y geomorfológica del valle de Mucubají así como las distintas exposiciones de los faldeos morrénicos que determinan una variación en el balance hídrico y microclimático, condicionan importantes cambios en la vegetación en un área relativamente pequeña (Azócar y Monasterio, 1979).

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; sobre las morrenas se localiza el rosetal-arbustal; en tanto que sobre los afloramientos rocosos y en algunos sitios de las morrenas existen bosques dominados por *Polylepis* (Fariñas y Monasterio, 1980).

La vegetación del valle morrénico de Mucubají (rosetal-arbustal) se caracteriza por la importancia que presentan las familias Asteraceae, Poaceae y Cyperaceae (Vivas Arroyo, 1999). La vegetación se presenta en varios estratos, los que totalizan una cobertura cerca del 100%, encontrándose muy poco suelo desnudo (Monasterio, 1980). Un primer estrato entre 50 y 150 cm del suelo, está formado principalmente por especies de *Espeletia* Mutis ex Humb. & Bonpl. (Frailejones) y arbustos siempreverdes de los géneros *Hypericum* L., *Pernettya* Gaudich., *Hesperomeles* Lindl. y *Chaetolepis* (DC.) Miq., entre otros. El segundo estrato, entre 20 y 50 cm del suelo, se encuentra dominado por hierbas pertenecientes a los géneros *Poa* L., *Calamagrostis* Adans. y *Bromus* L.; así como por hierbas de los géneros *Castilleja* Mutis ex L.f., *Orthrosanthus* Sweet. y *Lupinus* L. entre otros. En el tercer estrato inferior a 10 cm, se encuentran pequeñas hierbas de los géneros *Agrostis* L. y *Aciachne* Benth. y otras hierbas de los géneros *Sisyrinchium* L. *Geranium* L. *Lachemilla* (Focke) Rydb. *Bidens* L. *Hypochaeris* L. y *Acaena* Mutis ex L. (Ataroff y Sarmiento, 2003). Estos grupos de especies parecen corresponder con los tipos fisonómicos propuestos por Azócar (1974).

Nuestros páramos están siendo intervenidos cada vez con mayor intensidad. La frontera agrícola ya está dentro de parques nacionales, estos parques nacionales sirven de

refugio a especies vegetales y animales endémicas y en peligro de extinción. Por lo tanto, el conocimiento de nuestra flora paramera en toda su extensión y su relación con el medio ambiente puede ser de gran utilidad en el abordaje de problemas relacionados con la acción del hombre, como contaminación, intervención y otros.

En el Libro Rojo de la Flora Venezolana (Llamozas et al., 2003) se menciona que el género *Espeletia* es vulnerable a los efectos del pastoreo, al cultivo de tubérculos y hortalizas y a la quema, en base a lo mencionado por Berry (1987). Este autor resalta que los frailejones enanos (por ejemplo *Espeletia schultzei*, *E. batata*, *E. floccosa*) dependen del viento para su polinización por lo tanto requieren de comunidades grandes y densas para producir suficientes semillas y garantizar la regeneración de la comunidad.

Mucubají es el área (de acuerdo a las estadísticas de INPARQUES), que tiene mayor afluencia anual de turistas superando incluso al teleférico y aumentando cada año (Rincón et al., 2007). En algunas ocasiones esta afluencia genera focos de contaminación y de erosión ya que muchos de los turistas usan el servicio de caballos para recorrer el parque. El pastoreo también es frecuente en el valle ya que siempre hay ganado vacuno y equino caminando en busca de comida y agua lo que genera mayor erosión en los sitios frecuentados por estos animales e impacta a la vegetación. Mucha información interesante sobre todo lo relacionado al valle fluvio glacial de Mucubají puede encontrarse en la pagina <http://www.mucubaji.com>.

Capítulo 3. Objetivo e Hipótesis

El presente estudio tuvo como objetivo central comparar en una comunidad vegetal de páramo, ubicada en las caras internas de las morrenas laterales del valle fluvio-glacial de Mucubají, el efecto que pueden ejercer las exposiciones Este y Oeste sobre la composición y cobertura relativa de las especies de dicha comunidad; así como también el efecto de la estacionalidad.

Dado que Pirela (2006) encuentra diferencias en la estructura florística del páramo de Mucubají en diferentes posiciones geomorfológicas y épocas del año, y en vista de que se han registrado diferencias importantes en la temperatura media entre laderas con

exposición Este y Oeste, probablemente como consecuencia de cambios en el régimen hídrico y térmico, es de esperar que también se manifiesten diferencias en la estructura florística por la exposición y la estacionalidad.

En consecuencia, se proponen las siguientes hipótesis:

1. Las diferencias de temperatura reportadas, producto de la insolación diferencial entre laderas con exposición Este y Oeste ejercen un efecto importante sobre las especies de plantas en el páramo, por lo tanto las comunidades de plantas en morrenas laterales con estas exposiciones en un mismo valle mostrarán diferencias en su riqueza, en su cobertura y en su diversidad.
2. Dado que las diferencias estacionales en precipitación y temperaturas mínimas son apreciables, y dado que las especies anuales y perennes presentan diferentes estrategias de sobrevivencia a la época desfavorable, en consecuencia, la riqueza, la cobertura de las especies sufren cambios estacionales apreciables.

Capítulo 4. Materiales y Métodos

4.1 Toma de datos ambientales en el campo

Dado que se presume que las variaciones climáticas locales encontradas en el valle de Mucubají resultan de primordial importancia en la diferenciación de hábitats y de nichos ecológicos (Azócar y Monasterio, 1980b) el muestreo estuvo orientado a captar la variación de la vegetación con respecto a la exposición.

Se establecieron dos sitios de muestreo para buscar diferencias en la composición florística y la cobertura de las especies en ambas comunidades (de acuerdo al sentido del movimiento del glaciar), uno en la morrena lateral izquierda MI (con exposición Este) y otro en la morrena lateral derecha MD (con exposición Oeste) (Fig. 3).

(a)



(b)



(c)



Fig. 3 Panorámica del Valle de Mucubají (a) y detalle de las morrenas estudiadas (b) Derecha y (c) Izquierda.

Para buscar diferencias en el contenido de agua en ambas laderas, se estimó el contenido gravimétrico de agua en el suelo de ambas morrenas sólo en la época húmeda. Para ello se tomaron 60 muestras en envases especiales para este fin (4,5 cm de diámetro y 3 cm de alto) sellados en el campo para evitar pérdidas de agua. Estos envases fueron

pesados en el laboratorio antes de ir al campo. Luego de tomadas las muestras se pesaron en fresco (peso húmedo), se secaron en una estufa por 72 horas (40°C) hasta peso constante para estimar el peso seco (peso seco).

Con la finalidad de obtener información de algunas variables ambientales como la temperatura, la humedad relativa, la radiación incidente, se colocó una microestación (data logger) en cada una de las morrenas laterales. Los sensores se instalaron a lo largo de una varilla, La temperatura se midió tanto a ras del suelo como a 1,10 m del suelo, el sensor para la humedad relativa se colocó a la misma altura que el de la temperatura del aire y el sensor de radiación se instaló en el extremo de la varilla (1,2 m aproximadamente). Los sensores registraron cada cinco minutos estas variables ambientales durante seis días de muestreo en el mes de Marzo (época seca) y seis días en el mes de Octubre (época de lluvias).

4.2 Muestreo de la Vegetación

Se ubicaron 30 unidades muestrales, (UM), rectangulares de 5m x 2m (tamaño de parcela recomendado por Fariñas (1975) y usado por Pirela (2006)), en cada cara interna de ambas morrenas tratando de conservar pendiente y altitud similares. De esta manera se evitan los cambios relacionados con la erosión, y con el impacto diferencial de la inversión nocturna de temperatura reportada para el valle en diferentes alturas dentro del mismo. De este modo se resalta el efecto ejercido por la exposición.

En total fueron 60 UM, 30 en cada exposición del valle interno. En cada UM se estimó la cobertura a través del método del cuadrado puntual (Greig-Smith, 1964) y se realizó el censo florístico. Dentro de cada unidad de muestreo se realizaron 98 cuadrados puntuales y en cada punto se registraron las especies que tocaron la varilla, el número de veces que una especie toca la varilla en cada unidad de muestreo es un estimado de su cobertura (Greig-Smith, 1964). En la Fig. 4 se muestra un esquema de la forma aproximada en que se colocaron cada un de los cuadrados puntuales dentro de las UM siguiendo un muestreo regular. La parcela se dividió en 7 líneas en las que se colocaban 14 cuadrados puntuales en cada una de esas líneas para evitar el pisoteo y el deterioro de la vegetación.

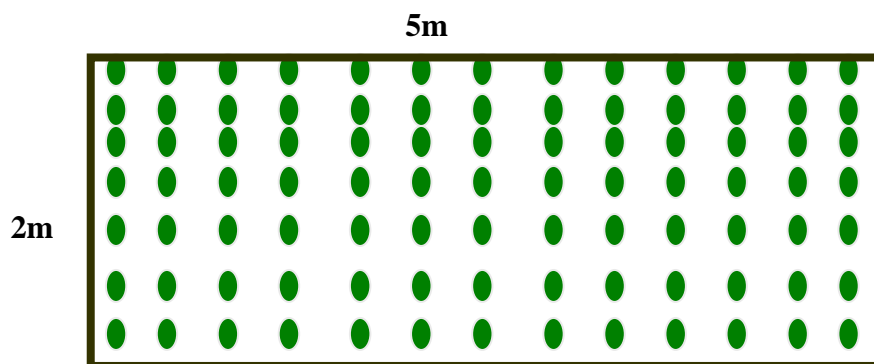


Fig. 4. Esquema de las parcelas realizadas.

Todas las especies registradas fueron identificadas *in situ* a través de reconocimiento visual directo, y aquellas que no se lograron identificar en campo fueron colectadas y depositadas en el herbario MER perteneciente a la Universidad de los Andes. La determinación final fue realizada por el Profesor Benito Briceño del departamento de Biología en la Facultad de Ciencias, antes de ser depositadas en el herbario.

Finalmente, para determinar los cambios florísticos entre la época seca y húmeda se realizaron dos muestreos: uno en Marzo del 2007 y el otro en Octubre del 2007. Las parcelas fueron marcadas y geo-referenciadas mediante el empleo de un sistema de geoposicionamiento global (GPS), con la finalidad de facilitar su localización y garantizar el muestreo en el mismo lugar en las dos fechas mencionadas.

4.3 Procesamiento de los datos

4.3.1 Datos ambientales

Con los valores de temperatura, humedad relativa y radiación se calcularon los promedios por hora y diarios. Se construyeron gráficas de ciclos diarios de estas variables a objeto de comparar los patrones de las variables medidas en las dos posiciones topográficas.

Se determinó el contenido de agua del suelo de cada morrena usando la ecuación (Brady y Weil, 1999):

Contenido gravimétrico de agua en el suelo (θ_m)

$$(\theta_m) = (\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) / (\text{Peso seco})$$

4.3.2 Datos de vegetación

4.3.2.1 Cobertura

A través del método del cuadrado puntual se obtuvo un estimado de la cobertura de las especies en cada parcela y por ende un estimado de la cobertura de las especies existentes en la zona estudiada de ambas morrenas. Estos valores de coberturas se utilizaron para construir gráficas para analizar la estructura florística de cada morrena, mediante los métodos que se describen a continuación.

Las especies con coberturas mayores al 10 % se llamaron abundantes (A), las especies con coberturas comprendidas entre 10 y 2 % se denominaron intermedias (I), y se denominaron especies raras (R) aquellas con coberturas menores al 2 %.

4.3.2.2 Índices de diversidad

Los datos de cobertura obtenidos a través de los censos de vegetación permitieron calcular la riqueza e índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson) usando las siguientes ecuaciones (Pool, 1974):

Riqueza = número de especies presentes en cada morrena = S

$$\text{Shannon-Wiener } H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \cdot \log p_i)$$

$$\text{Simpson } D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

Donde: p_i = proporción de individuos de la especie i

s = número total de especies

El índice de Shannon o Shannon-Wiener se usa comúnmente en ecología y otras ciencias afines para medir la biodiversidad. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Este índice le da similar

importancia a la cantidad de especies presentes (riqueza de especies), y su abundancia o importancia.

Simpson cuantifica la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita pertenezcan a una misma especie. En la medida que la heterogeneidad incrementa por un aumento en la uniformidad la riqueza de especies, disminuye la probabilidad de que dos individuos sean de la misma especie y el valor de C será menor. Si todos los individuos son de una misma especie, entonces $C = 1$ y si cada individuo pertenece a una especie diferente, se tiene que $C = 1/S$.

La característica fundamental del índice de Simpson es su sensibilidad a los cambios en las especies abundantes, por lo cual debe ser utilizado con precaución en los casos donde es necesario medir cambios de diversidad en función de la aparición de especies raras.

Se estimó el índice de similitud florística de Sorensen para determinar la similaridad entre las dos morrenas en ambas épocas de estudio.

$$I_s = 2C / A+B$$

C= Número de especies comunes entre A y B

A= Número de especies en la comunidad A.

B= Número de especies en la comunidad B

Se estimó la diferencia entre los índices de diversidad de ambas exposiciones mediante la prueba t-student, de acuerdo con Zar (1984).

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{S_{H'_1 - H'_2}}$$

Donde H' = Índice de Shannon-Wiener y

$$S_{H'_1 - H'_2} = \sqrt{S^2_{H'_1} + S^2_{H'_2}}$$

$$S^2_{H'} = \frac{\sum p_i \log^2 p_i - (\sum p_i \log p_i)^2 / n}{n^2}$$

4.3.2.3 Análisis de componentes principales

Los resultados fueron organizados en matrices para analizar con técnicas de análisis multivariado las tendencias o patrones en los datos de vegetación ya que el ACP trata de reducir la dimensionalidad para buscar patrones estructurales.

De acuerdo con Fariñas (1996) el análisis multivariado es el nombre genérico que se les da al conjunto de técnicas que permite estudiar muchas variables en un gran número de individuos. Éstas son técnicas de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Dentro de este tipo de método se encuentra el análisis de componentes principales (ACP), el análisis de correspondencia linealizado (ACL) y el análisis canónico de correspondencias (ACC).

En este trabajo se empleó el análisis de componentes principales (ACP) pues se están comparando comunidades similares. Las variables generadas por este análisis son una combinación lineal de las variables originales, y además son independientes entre sí. Un aspecto clave en el ACP es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada *a priori*, sino que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (habrá, pues, que estudiar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones).

En nuestro caso se realizó el ACP con una matriz de varianza covarianza que permitió mantener la estructura interna de los datos. Este análisis se hizo para la morrena derecha y para la morrena izquierda a partir de los datos de las coberturas de las especies obtenidos en los censos de la época seca y húmeda.

Capítulo 5. Resultados

5.1 Datos ambientales

5.1.1 Temperatura, Humedad Relativa, Radiación

5.1.1.1 Época seca

En la figura 5 se muestra el curso diario de la temperatura promedio del suelo en las morrenas durante los días de medición, 6 días en ambas épocas (Marzo, Octubre). El valor más alto en la morrena derecha (18,2°C) se alcanza alrededor de las 11 a.m al igual que en la morrena izquierda (16°C). Los valores más bajos son registrados para ambas morrenas a las 6 a.m, 1,3°C en la morrena derecha y 0,3°C en la morrena izquierda.

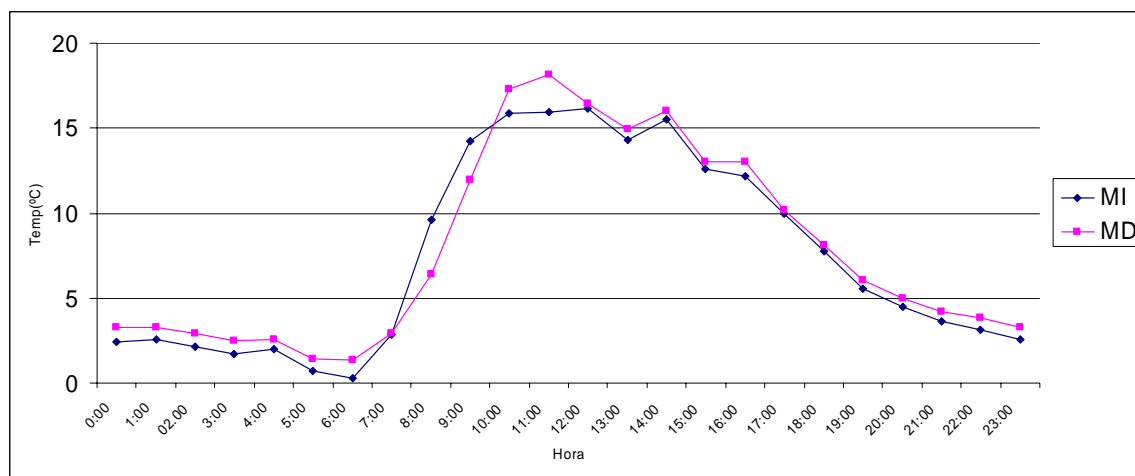


Fig. 5 Curso diario de la temperatura promedio a ras del suelo en las morrenas laterales durante 6 días de Marzo. MI: morrena izquierda; MD: morrena derecha.

La figura 6 muestra los valores de temperatura promedio del aire (a 1,10 m del suelo) en las morrenas durante los días de muestreo. A las 11 a.m. se registra el valor más alto para la morrena derecha (16,7 °C) y a las 10 a.m. para la morrena izquierda (19,3 °C). Los valores más bajos se registran a las 6 a.m. en la morrena derecha 1,4 °C y en la morrena izquierda 1 °C.

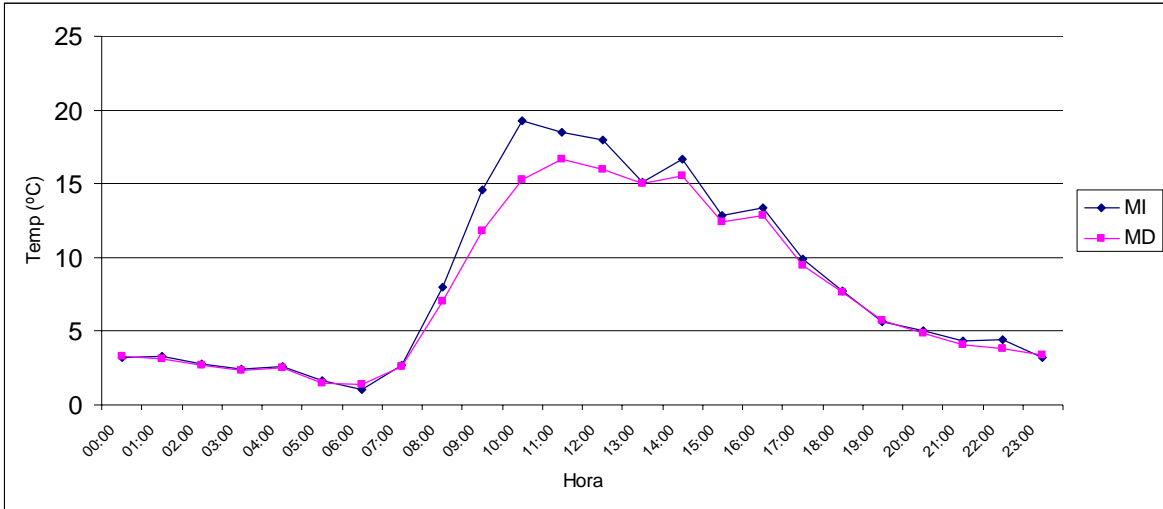


Fig. 6 Curso diario de la temperatura del aire (a 1,10 m del suelo) en ambas morrenas durante 6 días de Marzo. MI: morrena izquierda; MD: morrena derecha.

Los valores de humedad relativa medidos se muestran en la figura 7. Durante la noche y comienzo de la mañana se alcanzan los valores máximos para la humedad relativa (100%) en ambas morrenas. El valor más bajo en la morrena derecha (63,1%) se registró a las 2 p.m., mientras que en la morrena izquierda (46,2%) se registró a las 10 a.m.

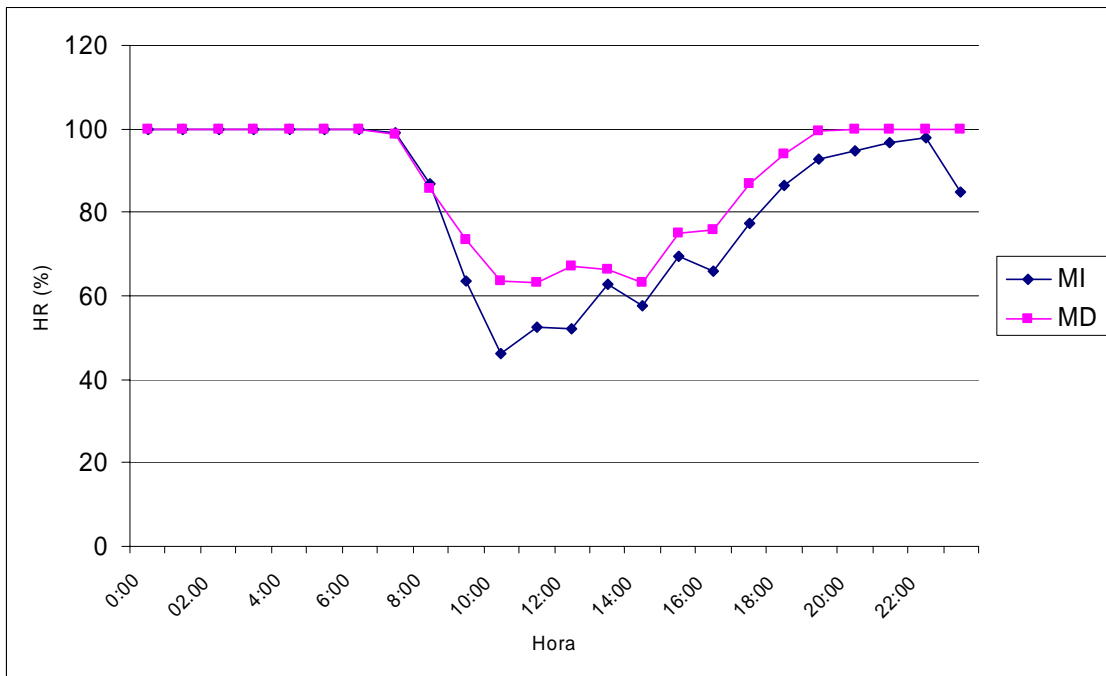


Fig.7 Curso diario de la humedad relativa en las morrenas durante 6 días de Marzo. MI: morrena izquierda; MD: morrena derecha.

La figura 8 representa los valores de radiación promedio en las morrenas para los días de marzo en que se trabajó. A las 11 a.m. se registró el valor más alto en la morrena derecha (1235,8 watt/m²) y a las 12 p.m. en la morrena izquierda (1369 watt/m²).

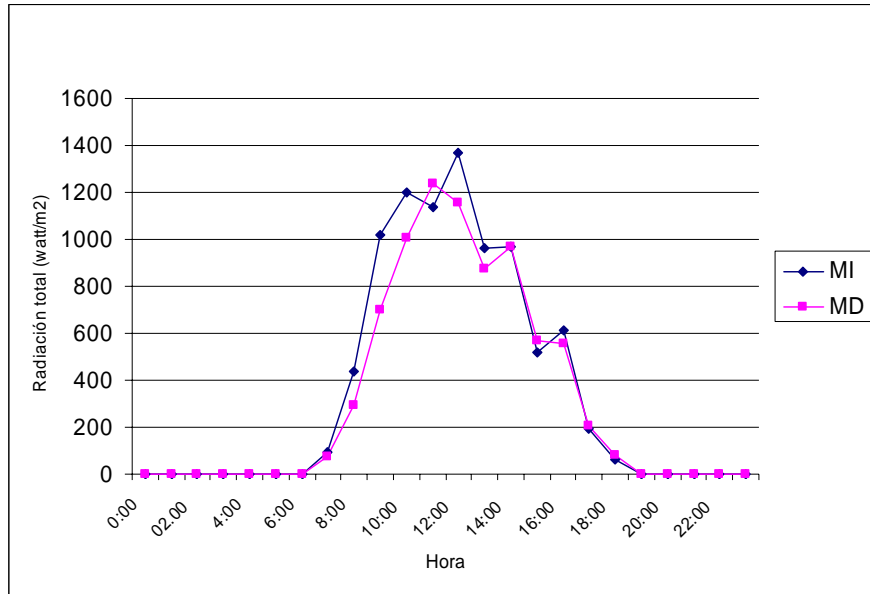


Fig.8 Curso diario de radiación promedio en las morrenas, tomada a 1,1 m del suelo.
MI: morrena izquierda; MD: morrena derecha.

5.1.1.2 Época húmeda

La figura 9 muestra el ciclo diario de la temperatura promedio del suelo en las morrenas. Los valores más bajos se registraron a las 3 a.m en la morrena derecha (3,8 °C) y a las 11 p.m en la morrena izquierda (3,6 °C). El valor más alto en la morrena derecha (26,3 °C) fue registrado a las 3 p.m. y en la morrena izquierda (24,4 °C) a las 11 a.m. Se observa en la gráfica también dos picos de máximos en la morrena derecha desplazados, debido tal vez a la presencia de nubes en la zona.

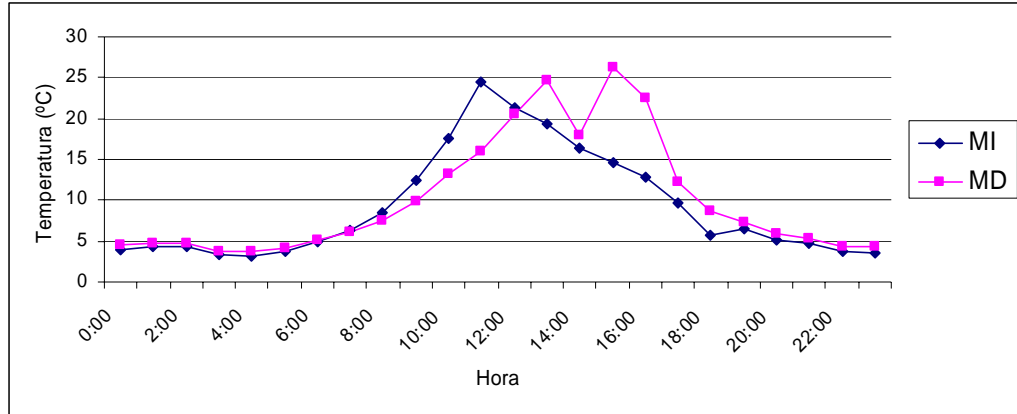


Fig. 9 Curso diario de la temperatura promedio a ras del suelo durante 6 días de Octubre.
MI: morrena izquierda; MD: morrena derecha.

Los valores de la radiación incidente promedio durante los días de muestreo se muestran en la figura 10. A las 11 a.m el valor más alto se registró en la morrena derecha (1344 watt/m²) y también en la morrena izquierda (1616,2 watt/m²). El valor más bajo (1,3 watt/m²) se registró durante la noche y parte de la madrugada en las dos morrenas.

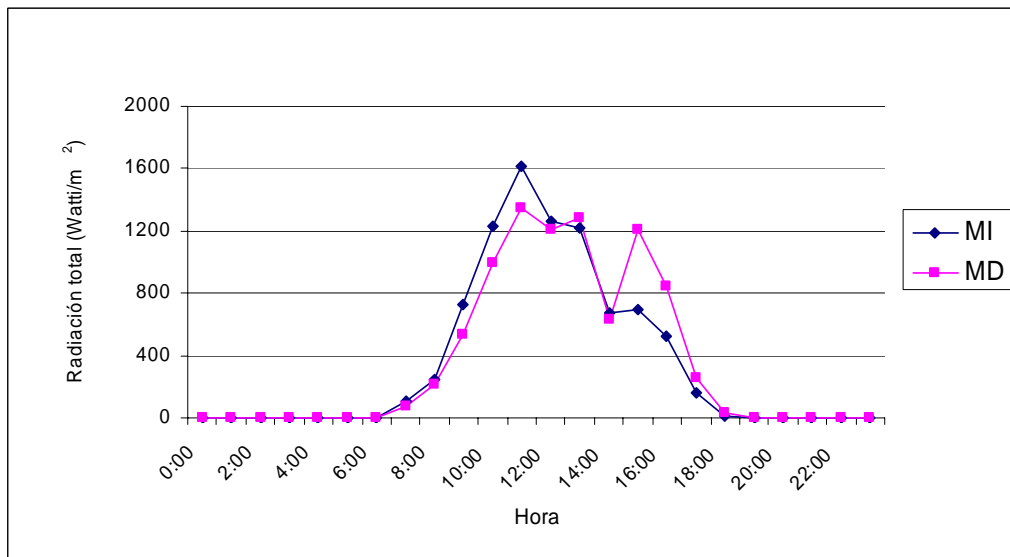


Fig.10 Curso diario de la radiación incidente promedio durante 6 días de Octubre.
MI: morrena izquierda; MD: morrena derecha.

Para la época húmeda no se pudieron obtener los valores relacionados a las medidas de temperatura del aire ni de humedad relativa debido a fallas de los equipos en el campo.

5.1.2 Contenido gravimétrico de agua

Se muestran en la tabla 1, (a y b) los valores del contenido gravimétrico de agua en cada parcela de las morrenas estudiadas. En la morrena derecha el valor máximo se encontró en la parcela 8 (1,1) y el mínimo en la parcela 14 (0,17). En ninguna otra parcela se encontraron valores por arriba de 1 y los valores más cercanos a éste están en las parcelas 26 (0,83), 16 (0,78). Los demás valores están comprendidos entre 0,3 y 0,6.

Mientras, en la morrena izquierda el valor máximo se encontró en la parcela 27 (1,3) y el mínimo en la parcela 6 (0,4). En esta morrena se encontraron otras parcelas (4) con valores por encima de 1. También en otras parcelas (9) se encontraron valores cercanos a 1.

Tabla 1.a. Valores de contenido gravimétrico de agua en el suelo (θ_m) para las 30 muestras tomadas en la morrena derecha

No. Parcela	θ_m	No. Parcela	θ_m	No. Parcela	θ_m
1	0.5	11	0.6	21	0.6
2	0.4	12	0.6	22	0.6
3	0.4	13	0.6	23	0.6
4	0.5	14	0.2	24	0.5
5	0.6	15	0.7	25	0.5
6	0.5	16	0.8	26	0.8
7	0.5	17	0.4	27	0.6
8	1.1	18	0.5	28	0.5
9	0.5	19	0.6	29	0.4
10	0.5	20	0.5	30	0.6

Tabla 1.b. Valores de contenido gravimétrico de agua en el suelo (θ_m) para las 30 muestras tomadas en la morrena izquierda

No. Parcela	θ_m	No. Parcela	θ_m	No. Parcela	θ_m
1	0.9	11	0.7	21	1.1
2	1.2	12	0.8	22	1
3	0.9	13	0.9	23	0.7
4	0.7	14	0.7	24	0.6
5	0.5	15	1.1	25	0.7
6	0.4	16	0.9	26	0.9
7	0.4	17	1	27	1.3
8	0.5	18	0.7	28	0.8
9	0.8	19	0.8	29	0.9
10	1	20	0.7	30	1

Para el contenido gravimétrico de agua en el suelo también se realizó un análisis estadístico, tanto paramétrico (ANOVA) como no paramétrico (KRUSKAL WALLIS), y en ambos se rechaza la hipótesis nula de que ambas morrenas son iguales en relación a este factor. Los resultados indican que la morrena izquierda tiene un 82% de contenido de agua contra un 55,3% de la morrena derecha.

5.2 Patrones de cobertura relativa de las especies.

5.2.1 Morrena derecha

En la figura 11 se observa el porcentaje de cobertura de cada una de las especies presentes en la morrena lateral derecha durante la época seca. Las especies con mayor cobertura son *Espeletia schultzei* (34,2%), *Hypericum laricifolium* (23,5%) y *Ortachne erectifolia* (20,2%). En esta época el suelo desnudo representa el 10 % de la cobertura, valor que refleja las condiciones de sequía propia de esta época del año.

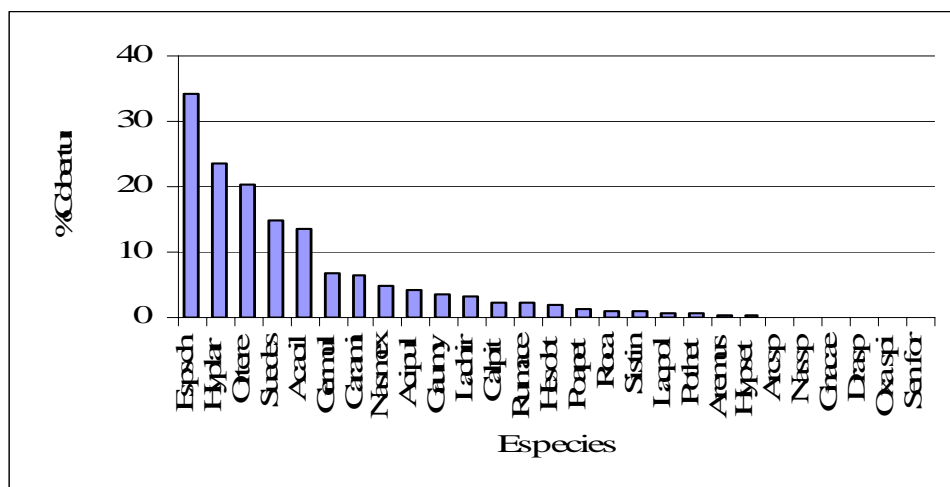


Fig.11 Porcentaje de cobertura de las especies de la morrena derecha en la época seca. Sumatoria de cobertura total (147%).

En la época húmeda (Fig. 12) las especies que cubren el mayor porcentaje de suelo siguen siendo *Espeletia schultzii* (48,2%), *Hypericum laricifolium* (24,4%) pero aparecen como importantes *Acaena cylindrostachya* (21,81%) en lugar de *Ortachne erectifolia* (11,6). El suelo descubierto disminuye su importancia (14,58 % a 8,09%) ya que en la época de lluvias hay un activo crecimiento vegetal relacionado a la mayor disponibilidad de agua para el crecimiento.

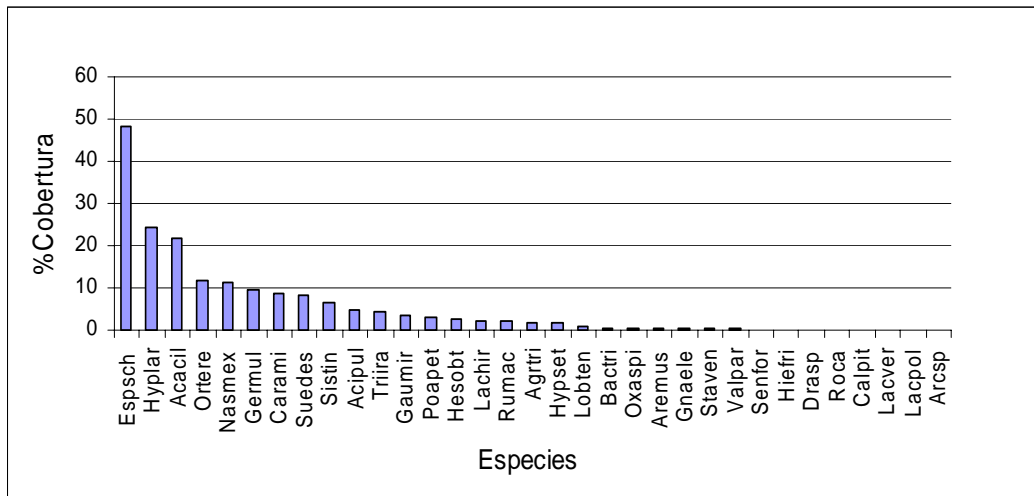


Fig.12 Porcentaje de cobertura de las especies en la morrena derecha en la época húmeda.

Sumatoria de cobertura total (182%).

5.2.2 Morrena izquierda

En la figura 13 se observa el porcentaje de cobertura de cada una de las especies presentes en la morrena lateral izquierda durante la época seca. Las especies con mayor cobertura son *Espeletia schultzii* (42,3%), *Hypericum laricifolium* (25,9%), *Ortachne erectifolia* (19,4%), *Nassella mexicana* (12,5%) y *Carex amicta* (11,3%). El porcentaje de suelo descubierto es bajo (8,1 %) debido tal vez a la presencia de parches de humedad a lo largo de la morrena lo que proporciona condiciones favorables para el crecimiento de las plantas.

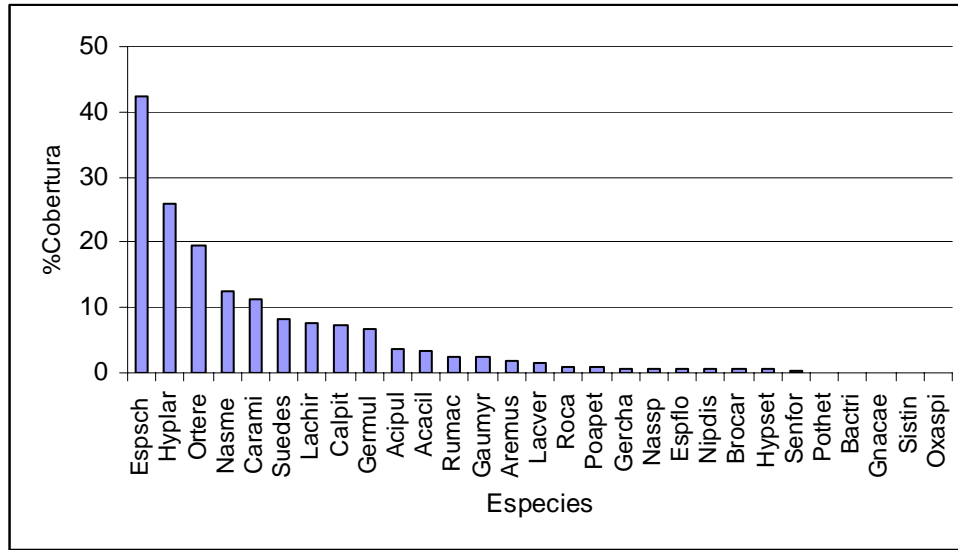


Fig.13 Porcentaje de cobertura de las especies de la morrena izquierda en la época seca. Sumatoria total de cobertura (162%).

En la época húmeda (Fig.14) las especies que cubren el mayor porcentaje de suelo siguen siendo *Espeletia schultzii* (45,2%), *Hypericum laricifolium* (33,4%), *Ortachne erectifolia* (14,7%) y *Carex amicta* (12,4%). El suelo descubierto disminuye aun más su porcentaje de cobertura (5,8 %) debido, además de la presencia de parches húmedos, a la mayor disponibilidad de agua en la época de lluvias. Se observa también un incremento en el porcentaje de cobertura de algunas de las especies y la aparición de otras debido a mejores condiciones para su crecimiento y desarrollo.

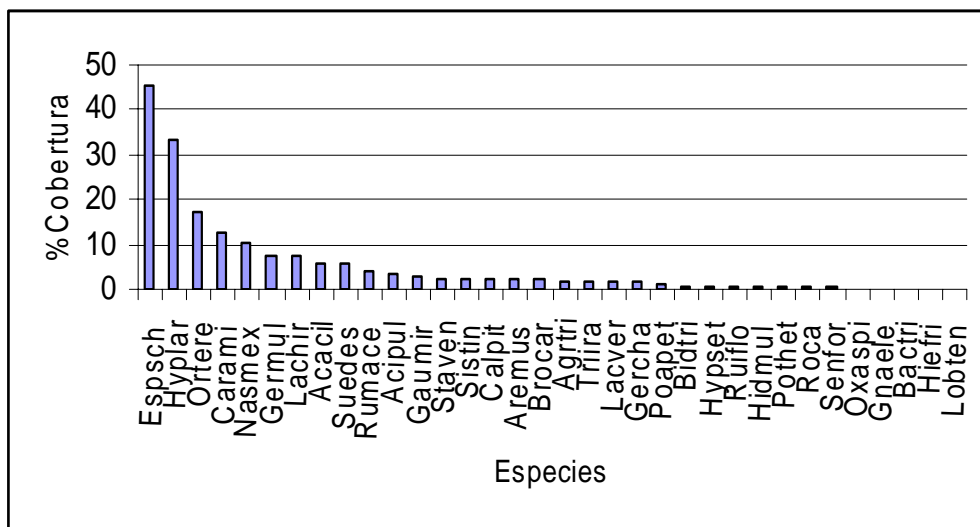


Fig.14. Porcentaje de cobertura de las especies de la morrena izquierda en la época húmeda. Sumatoria total de cobertura (179%).

5.3. Composición y Riqueza de especies

5.3.1 Morrena derecha

La riqueza de especies en la morrena lateral derecha varía un 24%, en la época seca (25) y en la época húmeda (31). La mayoría de las especies son comunes en ambas épocas (24), sin embargo hay especies que aparecen sólo en una de ellas, seca (1), y otras solo en la húmeda (7). Tabla 2.

5.3.2 Morrena izquierda




La riqueza de especies presentes en la morrena lateral izquierda en la época seca (27) y húmeda (32) varía un 18,5%. En ambas épocas hay 27 especies en común y aparecen 5 especies nuevas en la temporada de lluvias.

En el anexo 1 se muestra el listado de géneros y especies colectadas en este trabajo de investigación conjuntamente con el autor, las siglas empleadas en las matrices y la exsiccata con el que se ingresaron al herbario MER.

En la tabla 2 se presenta el listado de especies en cada morrena, el porcentaje de cobertura en cada época y su forma de vida. Esta tabla permite visualizar los cambios estacionales en las morrenas y las diferencias entre morrenas en cuanto a cobertura y riqueza. Nótese la presencia de 8 especies de arbustos en la morrena derecha con respecto a 3 especies de arbustos en la morrena izquierda.

Tabla 2. Listado de especies con sus formas de vida (F.V) y porcentajes de cobertura encontradas en ambas morrenas en las dos épocas estudiadas. MD: morrena derecha, MI: morrena izquierda. A: abundante, I: intermedia, R: rara.

	Especie	F.V.	MD		MI	
			É. seca	É. húmeda	É. seca	É. húmeda
1	<i>Acaena cylindrostachia</i>	Hie	13,7 A	21,8 A	4,3 I	5,9 I
2	<i>Aciachne acicularis</i>	Hie	4,3 I	4,9 I	3,6 I	3,2 I
3	<i>Agrostis trichodes</i>	Hie		1,6 R		1,9 R
4	<i>Arcitophylum sp</i>	Arb	0,1 R	0,1 R		
5	<i>Arenaria musciforme</i>	Hie	0,3 R	0,5 R	1,8 R	2,2 I
6	<i>Bacharis tricuneata</i>	Arb	2,3 I	0,6 R	0,13R	0,14R
7	<i>Bidens triplinervia</i>	Hie				0,9 R
8	<i>Bromus carinatus</i>	Hie			0,5 R	2,2 I
9	<i>Calamagrostis pittieri</i>	Hie		0,14R	7,4 I	2,2R
10	<i>Carex amicta</i>	Hie	6,3 I	8,6 I	11,2A	12,4 A
11	<i>Draba sp</i>	Arb	0,03R	0,14R		
12	<i>Ruilopesia flocosa</i>	Ros			0,6 R	0,8 R
13	<i>Espeletia schultzei</i>	Ros	34,2 A	48,2 A	42,3A	45,2A
14	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	Arb	3,4 I	3,3 I	2,3 I	2,8 I
15	<i>Geranium chamaense</i>	Hie			0,6 R	1,5 R
16	<i>Geranium multiceps</i>	Hie	7 I	9,4 I	6,8 I	7,6 I
17	<i>Gnaphalium caeuroleocanum</i>	Hie	0,07R	0,5R	0,1 R	0,2 R
18	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Arb	2 I	2,6I		
19	<i>Hieracium frigidum</i>	Hie		0,2R		0,07R
20	<i>Hypericum laricifolium</i>	Arb	23,5 A	24,4 A	26 A	33,3A
21	<i>Hypochoeris setosa</i>	Hie	0,2 R	1,6 R	0,5 R	0,9 R
22	<i>Lachemilla hirta</i>	Hie	3,3 I	2,4 I	7,6 I	7,4 I
23	<i>Lachemilla polylepis</i>	Arb	0,8 R	0,1 R		
24	<i>Lachemilla verticillata</i>	Hie		0,13R	1,4 R	1,53R
25	<i>Lobelia tenera</i>	Hie		1 R		0,07R
26	<i>Nassella mexicana</i>	Hie	4,9 I	11,2 A	12,5A	10,6A
27	<i>Nassella sp</i>	Hie	0,1 R			
28	<i>Niphogeton dissecta</i>	Hie			0,5R	0,7 R
29	<i>Ortachne erectifolia</i>	Hie	20,2 ^a	11,6 A	19,4A	17,4A
30	<i>Oxalis spiralis</i>	Hie	0,03R	0,6R	0,03R	0,3R
31	<i>Poa petrosa</i>	Hie	1,3R	2,9 I	0,8R	1,3R
32	<i>Potentilla heterosepala</i>	Hie			0,14R	0,6R
33	<i>Rumex acetosela</i>	Hie	2,1 I	2 I	2,3 I	3,8 I
34	<i>Senecio formosus</i>	Hie	0,03R	0,2R	0,3R	0,34R
35	<i>Stachys venezuelana</i>	Hie		0,3R		
36	<i>Syssirinchium tinctorium</i>	Hie	0,9R	6,7 I	0,07R	2,3 I
37	<i>Trisetum irazuense</i>	Hie		4,3 I		1,2 R
38	<i>Valeriana parviflora</i>	Arb		0,24R		

	Solo en morrena derecha
	Solo en morrena izquierda
	Solo en época húmeda

Donde: F.V = forma de vida

Hie = hierba

Arb = arbusto

Ros = roseta

Las especies con coberturas mayores al 10 % se llamaron abundantes (A), las especies con coberturas comprendidas entre 10 y 2 % se denominaron intermedias (I), y se denominaron especies raras (R) aquellas con coberturas menores al 2 %.

Por otra parte es importante resaltar que en este trabajo se encontraron 38 especies vasculares, de las cuales 19 especies son constantes en las morrenas y en las épocas del año. Además, seis especies sólo aparecen en la morrena izquierda, y seis especies sólo aparecen en la morrena derecha, y 6 especies sólo aparecen en la época húmeda.

5.4 Diversidad

En la tabla 3 se resumen los valores estimados de riqueza de especies, los índices de diversidad de Shannon y Simpson y el índice de similaridad de Sørensen.

	Morrena Seca	Derecha Húmeda	Morrena Seca	Izquierda Húmeda
Riqueza	25	31	27	32
Shannon	1,04	1,10	1,06	1,13
Simpson	0,27	0,40	0,34	0,40

Tabla 3. Valores estimados de riqueza de especies, índice de Shannon y de Simpson para las morrenas y períodos de estudio.

Los valores de similitud entre morrenas evaluados para las dos épocas fueron de:

$$S_{ID} \text{ para la época seca} = 0,85$$

$$S_{ID} \text{ para la época húmeda} = 0,76$$

Es decir, que las morrenas comparten un 85 % de las especies en la época seca y un 76% en la época húmeda, por lo que son comunidades muy parecidas entre sí y sólo hay pocas especies que están en una pero no están en la otra (Tabla 2).

5.5 Análisis de Componentes Principales

El ACP que permite la comparación de la vegetación de las dos morrenas no indica una separación de las unidades de muestreo de acuerdo con la exposición en ninguna de las épocas, por lo cual no se presenta en esta sección. En la figura 15 se muestra el ACP correspondiente a las unidades de muestreo de la morrena derecha, en el ordenamiento se observa una tendencia a separarse de las unidades de muestreo tomadas durante la época seca (SDP) de las tomadas durante la época húmeda (HDP).

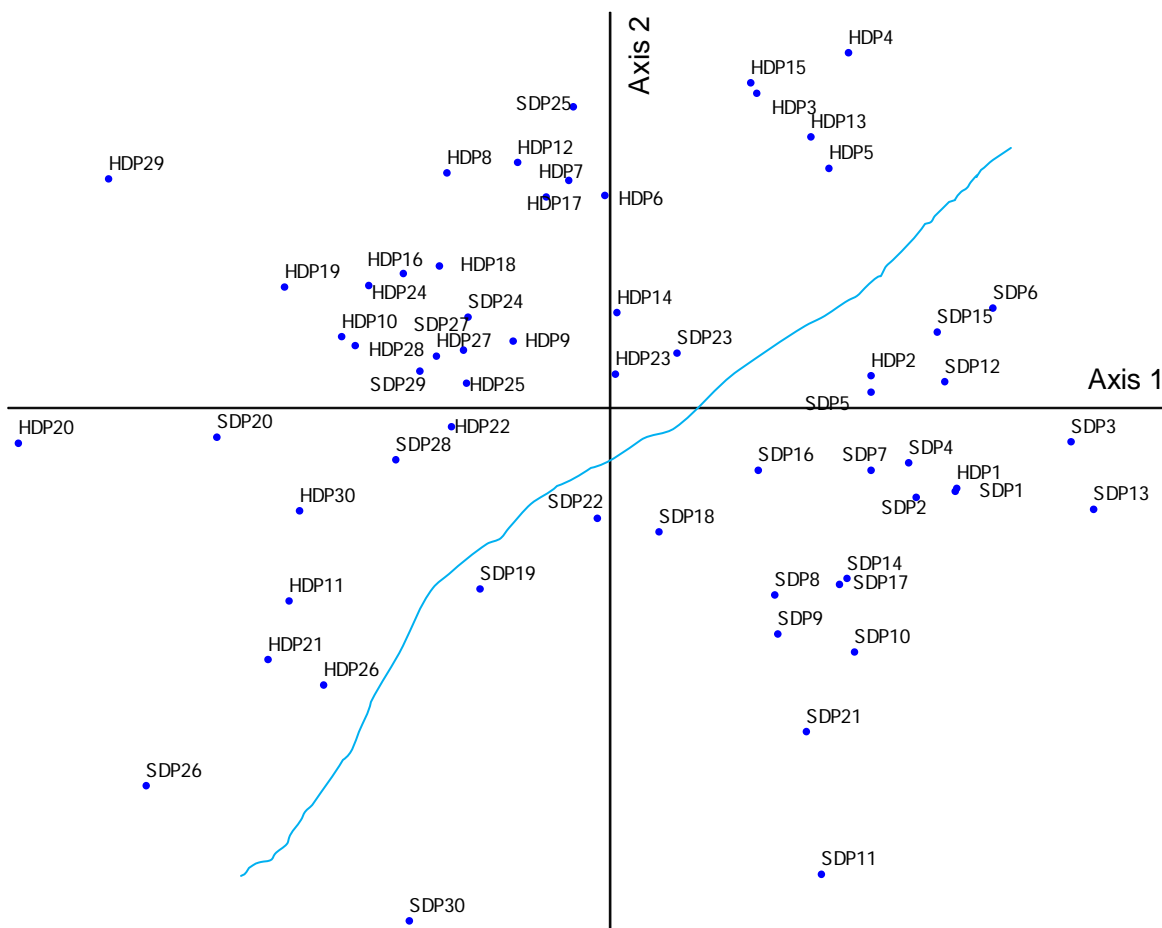


Fig. 15. Análisis de componentes principales para la morrena derecha en las dos épocas de muestreo (1er eje absorbe el 33% y el segundo eje el 20 % de la varianza para un total de 53%).

En el cuadrante inferior derecho (2^{do} cuadrante) aparecen la mayor parte de las parcelas muestreadas en sequía. Lo opuesto se observa en el 1^{er} cuadrante, donde la gran

mayoría de las parcelas corresponden a la época húmeda. Esto sugiere que la cobertura de las especies en la morrena derecha es sensible a las lluvias y, en este caso como se observó en la Fig. 11 y 12 las especies más abundantes cambiaron su cobertura.

En la figura 16 se observa como se desplazan o varían las unidades muestrales entre épocas en la morrena derecha, nótese que la mayoría de los vectores señalan que son desplazamientos largos, es decir que hay variaciones notables entre una época y otra.

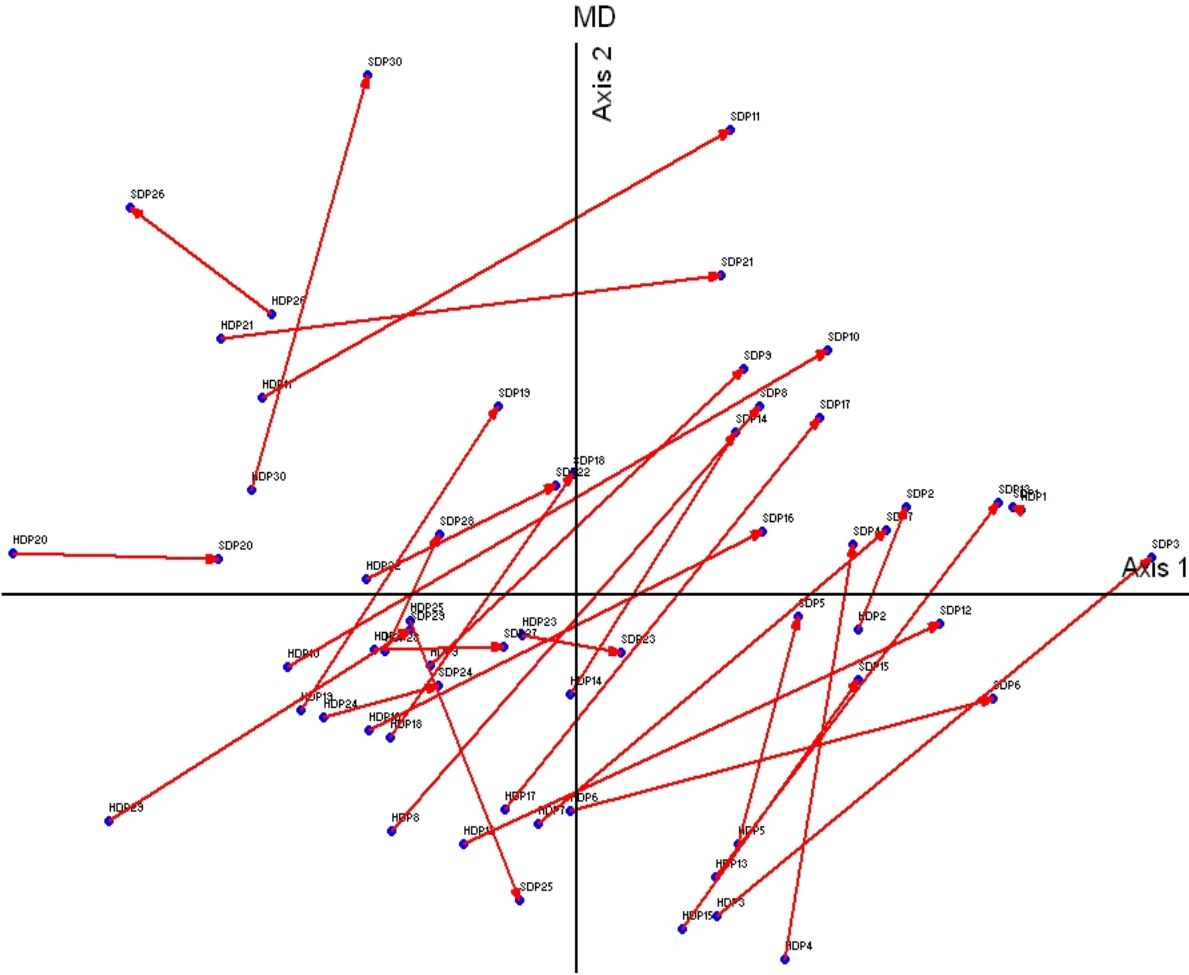


Fig.16. Desplazamiento de las unidades muestrales entre épocas para la morrena derecha.

Por el contrario, en el análisis de la morrena izquierda se observa que no hay una separación evidente entre las diferentes épocas de muestreo (Fig. 17). En esta figura resalta como la mayor parte de las parcelas quedan en el mismo cuadrante aunque hayan sido muestreadas en épocas diferentes.

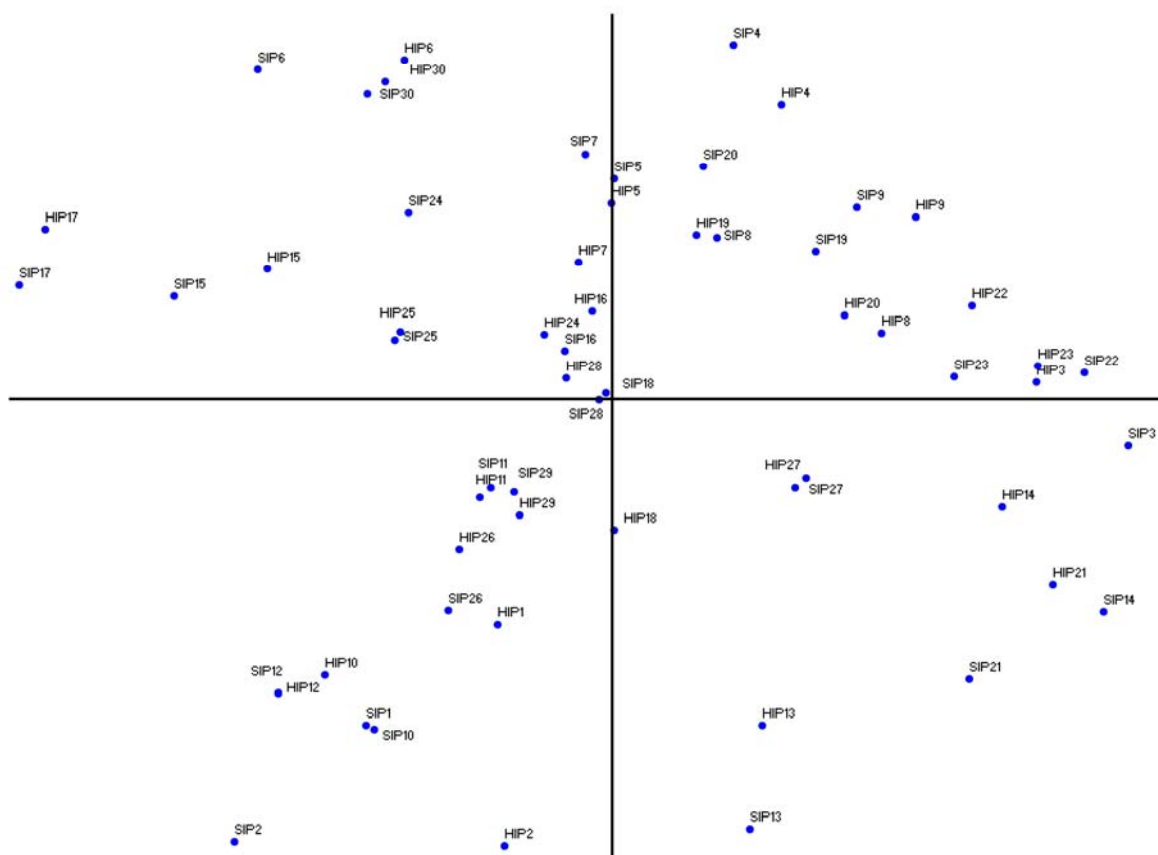


Fig. 17. Análisis de componentes principales para la morrena izquierda en las dos épocas de muestreo (1er eje absorbe el 34% y el segundo eje el 20 % de la varianza).

La cobertura de las especies que conforman cada parcela en la morrena izquierda no responde a la temporada de lluvias o de sequía, ya que en el análisis no se segregan claramente. Este hecho pareciera guardar relación con los resultados de las Fig. 13 y 14, los cuales muestran que las especies de coberturas intermedias y las abundantes son las mismas entre épocas. Esto, además, podría estar relacionado con el hecho de que en la morrena derecha hay 9 especies que no están en ambas épocas, de las cuales una presenta cobertura

intermedia, mientras que en la morrena izquierda sólo 5 especies, todas de baja cobertura, son exclusivas de una época (tabla 2).

En la figura 18 se observa como el desplazamiento de las UM entre épocas en la morrena izquierda es poco o mínimo, es decir, las variaciones entre épocas no son tan notables.

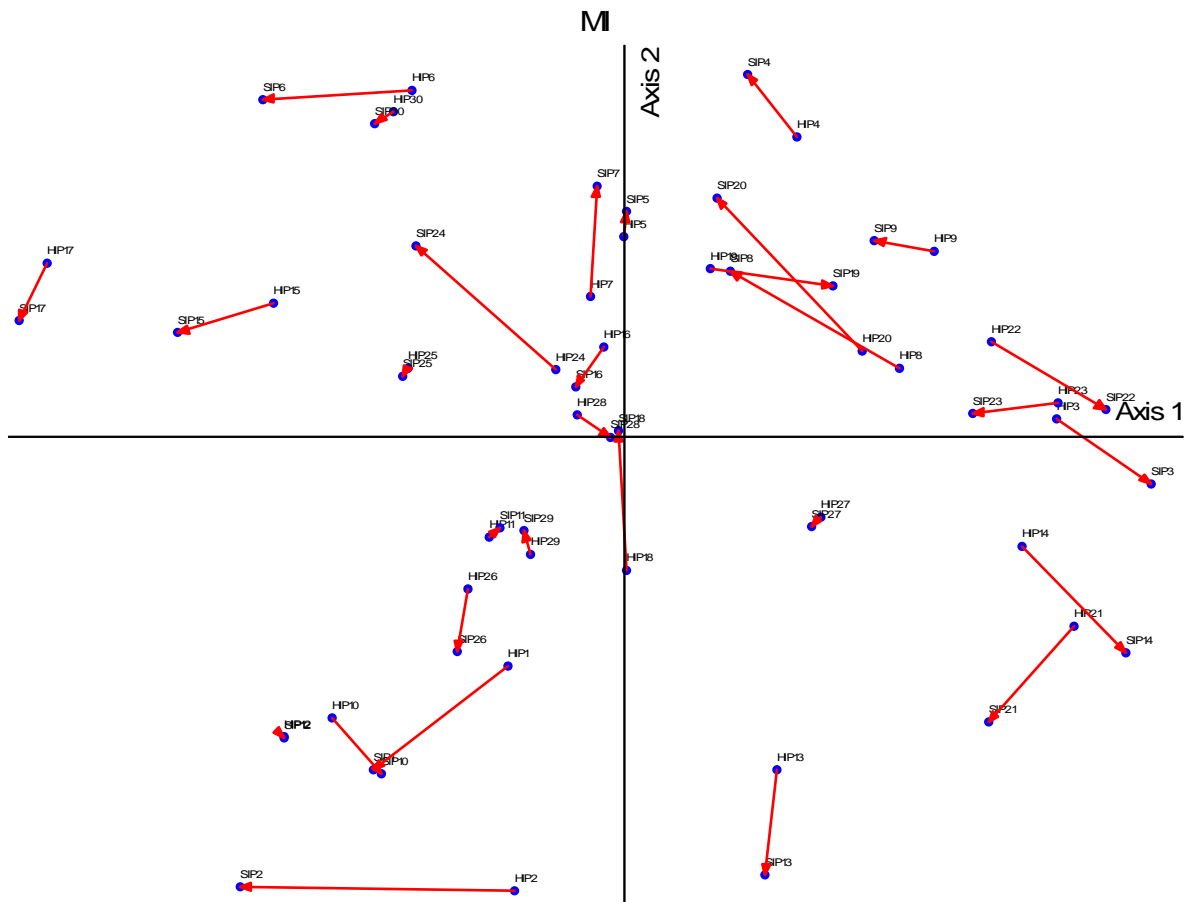


Fig. 18. Desplazamiento de las unidades muestrales entre épocas para la morrena izquierda.

Capítulo 6. Discusión y Conclusiones

Cabe mencionar que el objetivo primordial de este trabajo está directamente relacionado con la vegetación, y los datos obtenidos de los factores ambientales se usaron sólo para tener una idea de cómo pueden actuar y variar dichos factores en la zona así como para compararlos con los obtenidos por otros investigadores (Azócar, 1974; Azócar y Monasterio 1980a; Fariñas y Monasterio, 1980; Fariñas, 1996).

A ras del suelo, la morrena derecha alcanzó los valores más altos de temperatura en ambas épocas de medición. Los valores más bajos se registraron durante la época seca, en la misma morrena, valores cercanos a temperaturas congelantes. Los estudios realizados por Azócar y Monasterio (1980b) determinaron que durante la época seca ocurren la mayor cantidad de heladas en la zona por lo que las temperaturas promedio alcanzan sus valores más bajos en esta época. Los valores más altos de temperatura en la época seca fueron registrados en la morrena izquierda, concordando con los resultados obtenidos por Azócar y Monasterio (1980b) quienes determinan que las temperaturas medias más altas se registran en la morrena izquierda. Según estas autoras, la temperatura en la superficie del suelo sigue el mismo curso que la temperatura del aire, aunque la mínima es mayor en unas décimas de grados y durante la mayor parte del ciclo diario la temperatura del aire es menor que la temperatura del suelo.

Los factores ambientales indican que la morrena derecha presenta temperaturas mayores a nivel del suelo que la morrena izquierda, a diferencia de la temperatura del aire. Este resultado aparentemente contradictorio posiblemente se debe al hecho de que en la morrena derecha la mayor cobertura de arbustos evita la pérdida de calor del suelo fundamentalmente como consecuencia del bloqueo a la pérdida de radiación de onda larga. La morrena izquierda es más caliente a nivel del aire durante la época seca que la derecha debido en gran parte a la exposición y a la presencia de nubes en la zona durante horas de la tarde que afecta la acción de la radiación sobre la morrena derecha. Según Azócar (1979), en la estación de lluvias las morrenas alcanzan temperaturas semejantes, mientras que en la época seca las temperaturas mínimas más bajas son siempre en la morrena derecha y las más altas en la morrena izquierda.

La morrena izquierda recibe la mayor cantidad de radiación incidente en ambas temporadas de muestreo. Este resultado está íntimamente relacionado con el hecho de que la morrena izquierda presenta exposición Este, lo que implica que recibe la energía solar más temprano y de manera más intensa que la morrena derecha ya que ésta recibe de forma más directa la radiación en horas de la tarde y por lo general aparecen nubes en la zona que la bloquean. Azócar (1979) concluye: “la comparación de la radiación solar en las dos morrenas indica que en días nublados los valores son semejantes, pero en días relativamente claros existen diferencias, siendo en la morrena con exposición Este donde se recibe la mayor cantidad de radiación”.

La humedad relativa se logró medir sólo durante la época seca debido a factores ya mencionados. Sólo se observan cambios durante el día en esta variable ya que durante la noche su valor se hace casi constante. Los valores más altos se obtuvieron en la morrena derecha, el valor de este factor está muy ligado al flujo de radiación incidente ya que los máximos valores de humedad relativa se alcanzan cuando los valores de radiación son mínimos. En relación a la humedad relativa (Azócar, 1979) encuentra que los valores promedio de este factor se mantienen muy altos durante todo el año, sin embargo en los días muy claros y de mucha insolación de la época seca se han reportado valores bajos.

Dado que la intensidad y patrones estacionales de pastoreo vacuno y, especialmente, equino no parece ser diferente, de acuerdo a observaciones personales, se asume que las diferencias entre morrenas debidas a este impacto son mínimas.

A pesar de las diferencias de temperatura, humedad relativa y radiación entre las morrenas laterales, no se observaron diferencias significativas en la riqueza de especies, así como tampoco en lo que respecta a la diversidad. Tampoco el ordenamiento de las especies, basado en su cobertura, muestra una diferencia entre las unidades de muestreo de acuerdo con su exposición. Como consecuencia de lo anterior, se rechaza la primera hipótesis, según la cual las diferencias en insolación y temperatura entre las exposiciones Este y Oeste son suficientes para generar diferencias importantes en la riqueza, diversidad y cobertura de las especies. Sin embargo, no se deben perder de vista algunas diferencias notables en cuanto a la composición. Si bien el método de muestreo utilizado no garantiza la detección de todas las especies de baja cobertura y las diferencias en composición encontradas

pueden ser atribuidas a éste, llama la atención la mayor presencia de especies y la cobertura generalmente superior de arbustos en la morrena derecha.

En la época húmeda se observó que en general las especies tienden a aumentar sus coberturas, unas pocas disminuyen y también aparecen otras. Pero este aumento ocurre de forma más evidente en la morrena derecha debido a que durante la época seca esta zona refleja restricciones relacionadas con el factor hídrico y al comenzar el periodo de lluvias dicha restricción desaparece o se minimiza. Por el contrario, la morrena izquierda parece no sufrir muchas variaciones durante el cambio de época debido a que esta zona presenta varios parches de humedad por lo que presumimos que la disponibilidad de agua entre épocas no varía mucho, lo cual se manifiesta en cambios más ligeros en la cobertura de las especies vegetales. De hecho, la morrena izquierda presenta zonas de humedad (parches), en diferentes partes que podrían estar aportando entradas extras de agua al sistema, mientras que la morrena derecha presenta una zona húmeda en la parte inferior nada más. Cabe destacar que en el muestreo se evitaron estos parches más húmedos.

A pesar de la similitud en la riqueza y diversidad, las diferencias en la presencia de las especies de baja cobertura y las diferencias en la cobertura en general entre épocas, en la morrena derecha son consistentes pues segregan claramente las UM entre época húmeda y época seca en el ACP. El análisis de componentes principales de la morrena derecha refleja que su vegetación reacciona en forma positiva hacia algún factor ambiental (muy posiblemente el volumen de la precipitación) durante la época húmeda pues aumenta la cobertura de muchas de sus especies. El ACP separa en el primer eje las parcelas de la época seca de la época húmeda por lo que el primer eje podría estar relacionado con un gradiente hídrico. Esto coincide con lo determinado por Fariñas (1975) quien concluye que la variación mayor de la vegetación en la zona de Mucubají la produce un gradiente hídrico causado por los drenajes presentes. Para la morrena izquierda también se observan cambios en su cobertura de las especies entre épocas, pero estos cambios ocurren de forma muy discreta, de hecho, el ACP en este caso no separa de forma evidente las parcelas entre épocas, por el contrario, la mayoría quedan ubicadas muy cerca de otra aun siendo de épocas diferentes.

Lo anterior lo podemos explicar de la siguiente manera; la morrena derecha presenta una zona húmeda o parche de humedad sólo en la parte inferior, es decir, cerca del valle, y

durante la época seca no recibe ningún tipo de aporte hídrico por algún afloramiento. Al comenzar la época húmeda la presencia de agua permite a las especies un mejor desarrollo. Por su parte, la morrena izquierda presenta parches de humedad en diferentes partes durante ambas épocas por lo que la disponibilidad de agua en esta zona no produce grandes cambios en la especies en diferentes épocas. En consecuencia, se acepta parcialmente la hipótesis, según la cual la vegetación experimenta cambios apreciables en riqueza, diversidad y cobertura entre periodos lluviosos y de sequia. Al respecto, solamente la cobertura presenta cambios apreciables y sólo bajo condiciones en las cuales no existen aportes de agua diferentes a la precipitación.

Estas diferencias de aportes hídricos tal vez es el factor que está actuando con mayor fuerza sobre las especies vegetales en la zona de estudio y resultó ser más determinante en la configuración de la vegetación que la exposición. Esto es confirmado por los resultados obtenidos al comparar la vegetación en época húmeda y seca, donde si se ponen de manifiesto diferencias en la vegetación.

Si bien no hay diferencias significativas en la diversidad entre épocas ni entre morrenas, los cambios observados en la composición y cobertura de las especies, particularmente las especies raras (de acuerdo al criterio de Rabinovich), indican que la detección de estas especies en los muestreos puede depender de la humedad del suelo y de la época del año. Estas diferencias son menos importantes cuando el suelo recibe aportes de agua adicionales a la precipitación directa. Por otra parte, en los lugares más secos o sin aportes extras de agua, las diferencias en coberturas de las especies intermedias son apreciables.

La aparente desaparición de especies entre la época seca (Tabla 2) en la mayoría de los casos esta relacionada con la disminución del follaje, puesto que la mayoría de las especies son perennes. Esto indica que la época húmeda es la mas apropiada para optimizar la captación de las especies que pierden el follaje o detienen su actividad vegetativa en la época seca.

Si analizamos los resultados de este estudio en el contexto de posibles cambios climáticos, encontramos que si bien la baja sensibilidad de la comunidad vegetal (páramo) a los cambios de temperatura indicaría una cierta resiliencia de este sistema, la mayor sensibilidad de la comunidad se observa ante cambios en la disponibilidad de agua. Cabe

destacar que este estudio se realizó en la altitud media de esta comunidad (3500 msnm), por lo que las diferencias de temperatura debidas a la exposición no son suficientes para producir cambios apreciables en la comunidad vegetal. Es muy probable que las diferencias climáticas debidas a la exposición tienen mayor impacto en altitudes mas cercanas a los ecotonos superior e inferior del páramo. Por otra parte habría que destacar en este contexto la mayor sensibilidad de las especies raras o de baja cobertura y sus consecuencias sobre la biodiversidad del sistema. En este sentido, sugerimos un estudio más detallado de este grupo de especies, mediante métodos que garanticen su detección y permitan estudiar su dinámica frente a los cambios climáticos.

Capítulo 7. Bibliografía

- Ataroff, M. & Sarmiento, L. 2003. Diversidad en Los Andes de Venezuela. I. Mapa de unidades ecológicas del estado Mérida. CD-ROM. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Mérida. Venezuela.
- Azócar, A. 1974. Análisis de las características de diferentes hábitats en las formaciones de páramo. Trabajo de ascenso. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes. Mérida. Venezuela.
- Azócar, A. y M. Monasterio 1979. Variabilidad ambiental en el páramo de Mucubají. pp. 149-156. En M.L. Salgado-Laboriau (Ed.) El Medio Ambiente Páramo. Ediciones CIET-IVIC/MAB-UNESCO. Caracas. Venezuela.
- Azócar, A. y M. Monasterio. 1980a. Características ecológicas del clima en el páramo de Mucubají. pp. 207-223 En M. Monasterio (Ed). Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela.
- Azócar, A., Monasterio, M. 1980b. Estudio de la variabilidad meso y micro climática en el páramo de Mucubají. pp. 225-262. En: Monasterio, M. (Ed.). Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Editorial de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Azócar, A., Fariñas, M. 2003. Páramos. pp. 716-733. En: Aguilera, M., Azócar, A., González-Jiménez, E. (Eds.). Biodiversidad en Venezuela. Tomo II. FONACIT-Fundación Polar, Caracas, Venezuela.
- Brady, N., Weil, R. 1999. The Nature and Properties of soils. Prentice Hall, 3^{era} edición. New Jersey.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Voluntad, Bogotá. Colombia.
- Cuatrecasas, J. 1979. Comparación fitogeográfica de páramos entre varias cordilleras. pp. 89-97 En M.L. Salgado-Laboriau (Ed). El Medio Ambiente Páramo. Editorial Arte. Mérida. Venezuela.
- Fariñas, M. 1975. Análisis de la vegetación del páramo, ordenamiento y correlación con factores edáficos-climáticos. Trabajo de Ascenso. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes.
- 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.
- Fariñas, M. 1996. Análisis de la vegetación y de sus relaciones con el ambiente mediante métodos de ordenamiento. Trabajo de ascenso. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Fariñas, M. y M. Monasterio. 1998. Ecología de *Espeletia schultzii* WEDD (Asteraceae) en el valle fluvio-glacial de Mucubají, Mérida, Venezuela. Actual, Biología 20 (68): 5-11.
- Greig-Smith, P. 1964. Quantitative Plant Ecology. 2nd edition. Butterworths, London. 256 pp.
- Hedberg, I., Hedberg, O. 1979. Tropical-Alpine Life- Forms of Vascular Plants. OIKOS 33: 297-307.
- Hofstede, R., Segara, P., Mena, P. 2003. Los Páramos del Mundo. Global Peatland Initiative. Ecuador. 299 pp.

- Llamozas, S., R. Duno, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber y R. Ortiz. 2003. Libro Rojo de la Flora Venezolana. PROVITA. Fundación Polar. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Conservation International. Caracas- Venezuela.
- Luteyn, J. 1992. Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution and botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden*; v. 84. NY.
- Monasterio, M. 1980. El páramo de Mucubají dentro del cuadro general de los páramos venezolanos. En M. Monasterio (Ed.). *Estudios Ecológicos en los Páramos andinos*. Ediciones de la Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Morillo, G. B, Briceño. 2000. Distribución de las Asteraceas de los páramos Venezolanos. *Acta Botánica Venezuelica*. 23(1): 47-68
- Pirela, M. 2006. Análisis Funcional de la Comunidad de Plantas en tres unidades geomorfológicas del Páramo de Mucubají. Trabajo especial de grado. Universidad de los Andes. Mérida.
- Pool, R. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. McGraw Hill KOGAKUSHA, LTD, Tokyo. 532 p.
- Sarmiento, G. 1986. Ecologically crucial features of climate in high tropical mountains. pp. 11-45. En Vuilleumier, F., Monasterio, M. (Eds.). *High Altitude Tropical Biogeography*, Oxford University Press, Oxford. Inglaterra.
- Schubert, C. 1970. Glaciation of the Sierra de Santo Domingo, Venezuelan Andes. *Quaternaria* (13) 225-246.
- Schubert, C. 1980. Aspectos geológicos de los Andes venezolanos: historia, breve síntesis. El cuaternario y bibliografía. En M. Monasterio (Ed.). *Estudios Ecológicos en los Páramos andinos*. Ediciones de la Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Sklenar, P., J. Luteyn, C. Ulloa, P. Jorgensen y M. Dillon. 2005. *Flora Genérica de los Páramos*. Guía ilustrada de las plantas vasculares. The New York Botanical Garden. New York.
- Vivas, Y. 1999. Flórmula vascular del valle morrénico de Mucubají. Trabajo especial de grado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Walter, H. & E. Medina. 1971. Caracterización climática de Venezuela sobre la base de climadiagramas de estaciones particulares. *Bol. Soc. Venez. Ciencias Nat.* 29 (119-120): 211- 240.
- Zar, J. 1984. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey.
- <http://www.mucubaji.com>
- <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>
- <http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>

Anexos

Anexo 1. Listado de familias, géneros, especies de esta tesis y siglas empleadas en el análisis multivariado. Aparecen las especies colectadas y depositadas en MER con sus exsiccatas.

Familia	Género	Especie	Autor	Siglas empleadas	Exsiccata
Apiaceae	<i>Niphogeton</i>	<i>dissecta</i>	(Benth.) J.F. Macbr.	Nipdis	Aranguren y Torres 61
Asteraceae	<i>Bacharis</i>	<i>tricuneata</i>	(L.f.) Pers	Bactri	Aranguren y Torres 59
Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>triplinervia</i>	Kunth	Bidtri	Aranguren y Torres 43
Asteraceae	<i>Espeletia</i>	<i>schultzii</i>	Wedd.	Epsch	
Asteraceae	<i>Ruilopesia</i>	<i>flocosa</i>	Standl.	Espflo	
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>caeruleocanum</i>	Steyerm.	Gnacae	Aranguren y Torres 46
Asteraceae	<i>Hieracium</i>	<i>frigidum</i>		Hiefri	
Asteraceae	<i>Hypochoeris</i>	<i>setosa</i>	(Wedd.) Rusby	Hypset	Aranguren y Torres 39
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>formosus</i>	Kunth	Senfor	Aranguren y Torres 55
Campanulaceae	<i>Lobelia</i>	<i>tenera</i>	Kunth	Lobten	Aranguren y Torres 54
Caryophyllaceae	<i>Arenaria</i>	<i>muscifformis</i>	Triana & Planch.	Aremus	Aranguren y Torres 45
Clusiaceae	<i>Hypericum</i>	<i>laricifolium</i>	Juss.	Hyplar	Aranguren y Torres 48
Cruciferaeae	<i>Draba</i>	<i>spp.</i>		Drasp	
Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>amicta</i>	Boott	Carami	Aranguren y Torres 52
Ericaceae	<i>Gaultheria</i>	<i>myrcinoides</i>		Gaumyr	Aranguren y Torres 65
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>chamaense</i>	Pittier	Gercha	Aranguren y Torres 49
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>multiceps</i>	Turcz.	Germul	Aranguren y Torres 62
Iridaceae	<i>Syssirinchium</i>	<i>tinctorium</i>	Kunt	Systin	Aranguren y Torres 40
Lamiaceae	<i>Stachys</i>	<i>venezuelana</i>	Briq.	Staven	Aranguren y Torres 50
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>spiralis</i>	Ruiz & Pav. ex G. Don	Oxaspi	Aranguren y Torres 56
Poaceae	<i>Aciachne</i>	<i>acicularis</i>	Laegaard.	Aciaci	Aranguren y Torres 51
Poaceae	<i>Agrostis</i>	<i>trichodes</i>	(Kunth) Roem. & Schult.	Agtrtri	Aranguren y Torres 38
Poaceae	<i>Calamagrostis</i>	<i>pittieri</i>	Hack.	Calpit	Aranguren y Torres 66
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>carinatus</i>	Hook. & Arn.	Brocar	
Poaceae	<i>Nassella</i>	<i>mexicana</i>	(Hitchc.) R.W. Pohl	Nasmex	Aranguren y Torres 47
Poaceae	<i>Ortachne</i>	<i>erectifolia</i>	(Swallen) Clayton	Ortere	Aranguren y Torres 58
Poaceae	<i>Poa</i>	<i>petrosa</i>	Swallen	Poapet	
Poaceae	<i>Trisetum</i>	<i>irazuense</i>	(Kuntze) Hitchc.	Triira	Aranguren y Torres 53
Polygonaceae	<i>Rumex</i>	<i>acetosella</i>	L.	Rumace	Aranguren y Torres 44
Rosaceae	<i>Acaena</i>	<i>cylindristachya</i>	Ruiz & Pav.	Acacyl	Aranguren y Torres 42
Rosaceae	<i>Hesperomeles</i>	<i>obtusifolia</i>	(Pers.) Lindl.	Hesobt	
Rosaceae	<i>Lachemilla</i>	<i>hirta</i>	(L.M. Perry) Rothm.	Lachir	Aranguren y Torres 63
Rosaceae	<i>Lachemilla</i>	<i>polylepis</i>	(Wedd.) Rothm.	Lacpol	Aranguren y Torres 64
Rosaceae	<i>Lachemilla</i>	<i>verticillata</i>	(Fielding & Gardner) Rothm.	Lacver	Aranguren y Torres 57
Rosaceae	<i>Potentilla</i>	<i>heterosepala</i>	Fritsch	Pothes	
Rubiaceae	<i>Arcitophyllum</i>	<i>spp.</i>		Arcsp	
Valerianaceae	<i>Valeriana</i>	<i>parviflora</i>	Miégev.	Valpar	

Se revisaron los nombres y los epítetos específicos en:

<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>

<http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>