

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO**

**Caracterización e Interpretación de una  
Toposecuencia de la Selva Nublada  
de la Vertiente Norte de la Sierra  
Nevada, Estado Mérida**

**Ing. Ray J. Manzanilla V.**  
*Tesis presentada como requisito  
parcial para optar al Título de  
Magister Scientiae*

S599.3  
V4M35

**MÉRIDA – VENEZUELA**

**1990**

## INDICE

	Pag.
Lista de Tablas	i
Lista de Figuras	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	v
Summary	vi
Introducción	1
Capítulo I Revisión Bibliográfica	3
Capítulo II Planteamiento del estudio	9
2.1- Objetivos	9
2.2- Hipótesis	9
Capítulo III Materiales y Métodos	11
3.1- Descripción del área de estudio	11
3.1.1- Geología	11
3.1.2- Litología	14
3.1.3- Tectónica	14
3.1.4- Morfodinámica	15
3.1.5- Suelos	16
3.1.6- Vegetación	17
3.1.7- Clima	17
3.2- Parcelas	20
3.3- Métodos de estudio de la vegetación	21
3.4- Métodos de estudio de los suelos	23
3.4.1- Propiedades Químicas	23

3.4.2- Propiedades Físicas	24
3.4.3- Mineralogía	25
3.4.4- Régimen hídrico	25
3.4.5- Evolución pedogenética y Dinámica de la materia orgánica.	25
Capítulo IV Resultados	26
4.1- Vegetación	26
4.1.1- Levantamiento estructural 1	26
4.1.2- Levantamiento estructural 2	30
4.1.3- Levantamiento estructural 3	35
4.2- Suelos	43
4.2.1- Descripción y clasificación	43
4.2.2- Propiedades Químicas	48
4.2.2.1- La materia orgánica del suelo	50
4.2.2.2- Relación carbono/nitrogeno	51
4.2.2.3- El complejo adsorbente	51
4.2.2.4- Variaciones del pH y de la acidez cambiable ( $AL^{3+}, H^+$ )	52
4.2.2.5- Cationes cambiables (Ca, Mg, K, Na) y porcentaje de saturación en bases	55
4.2.3- Propiedades Físicas	57
4.2.3.1- Textura	57
4.2.3.2- Densidad Aparente	57
4.2.3.3- Porosidad	59
4.2.3.4- Conductividad Hidráulica	64
4.2.3.5- Tensión de adsorción del agua en el suelo	65

4.2.4- Caracterización mineralógica	70
Capitulo V Discusión Final	76
Bibliografía	85

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## LISTA DE TABLAS

Tabla #	Texto	Pág.
1	Cálculo del balance hidrico para la estación La Montaña.....	19
2	Resumen de vegetación (DAP > 10 cm).....	39
3	Capacidad de intercambio de cationes y factores asociados.....	51
4	Cationes cambiabtes y porcentaje de saturación en bases para los tres perfiles.....	56
5	Resultados de los analisis físicos.....	58
6	Retención de humedad para tensiones de 0.50,100, 330 (Minicamaras) y 1000 - 15000 mb (ollas de presión).....	64

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## LISTA DE FIGURAS

Figura #	Texto	Pág.
1	Localización del Área de estudio.....	12
2	Perfil longitudinal de la toposecuencia.....	13
3	Temperaturas máximas, medias y mínimas mensuales para la estación La Montaña.....	18
4	Diagrama balance hidrico. Est. La Montaña.....	19
5	Perfil en planta de los sitios de estudio.....	22
6	Perfil estructural. Sector M1.....	27
7	Perfil estructural. Sector M2.....	31
8	Perfil estructural. Sector M3.....	36
9	Fotocroquis de la vegetación sector La Montaña	42
10	Contenido de Carbono Organico.....	49
11	Variación de la acidez cambiante y del pH.....	53
12-20	Curvas de retención de humedad.....	60-62
21	Diagrama de porosidad.....	63
22	Precipitación y tensión de adsorción del agua en el suelo.....	66
23-25	Análisis Mineralógico.....	71-73
26	Relación Cuarzo/Feldespatho.....	74
27	Relaciones Fisiografía - Vegetación.....	78
28	Relaciones Fisiografía-Suelos-Vegetación .....	83

## AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra manera hicieron posible la realización de la presente Tesis y en especial a:

Dr. Wilfredo Franco, profesor asesor, por su valiosa colaboración en la elaboración de este trabajo.

Ing. For. Arturo Osorio; Per. For. Andres Peña, Tecnico Hector Uzcategui e hijo; Baquiano Sr. Lencho, por su desinteresada colaboración en el trabajo de campo.

Profesores Marquez Omaira, Hernandez Edgar, Ochoa Guido y Pereira Jorge por sus acertadas recomendaciones.

Sr. German Diaz por el dibujo de las figuras y al personal del Centro De Estudios forestales de Postgrado por su atención.

Al personal del laboratorio de suelos y geomorfología, de la Escuela de Geografía por su ayuda e interes en el servicio prestado.

Al personal de Gerencia, Tecnico y Obrero del Teleferico de Mérida, por el traslado hasta la estación La Montaña durante la fase de campo.

A mi Esposa e Hijos, quienes con su amor, paciencia y ánimo compartieron conmigo largas horas para ver finalizada esta tesis.

A todos ellos muchas gracias.

RESUMEN



Se estudiaron tres perfiles correspondientes a una toposecuencia en un sector adyacente a la estación La Montaña del sistema teleferico, en la vertiente norte del parque nacional Sierra Nevada del estado Mérida, Venezuela.

El medio climatico en el cual se desarrollan los perfiles poseen las siguientes características: Clima de selva tropical lluviosa de montaña (2339 mm, 19 °C); la vegetación dominante es selva nublada ubicada a 2600 - 2700 msnm. El material parental pertenece a la formación geológica Sierra Nevada, constituida por gneises, esquistos micáceos y anfibolitas.

Desde el punto de vista químico, los suelos se caracterizan por una extrema acidez, valores de materia orgánica bastante altos en los horizontes superiores, con una saturación de bases muy bajas y una capacidad de intercambio cationico alta, aunque variable de un perfil a otro.

El equilibrio entre selva nublada y suelos es precario por lo cual, toda intervención por parte del Hombre de este ecosistema debe ser prudente y local. La alta precipitación, lo escarpado de las vertientes y la susceptibilidad de los materiales a los movimientos en masa, se conjugan para generar un alto potencial de erosión, eficientemente controlado por la vegetación en las condiciones actuales.



## SUMMARY

Three profiles of a toposquence were studied in a sector close to the Telepheric (cable car) station La Montaña, located on the northern hillslope of the Sierra Nevada Park, in the state Mérida, Venezuela.

The climatic characteristics of the area were as follows: Rain Tropical Forest Climate of Mountain (mean 2339 mm, 13°C); the dominant vegetation belongs to Cloudy Forest located at an altitude between 2600-2700 m. above sea level. The soil parent material belongs to the geological formation Sierra Nevada, formed by gneiss, schist, mica and amphibole.

From a chemical point of view, the soils are very acid (pH 4,3-5,1). The organic matter content is very high at the surface soil (17%). The base saturation percentage is very low and the cation exchange capacity high although it is variable in different profiles.

The ecosystem studied is very fragile, because any human disturbance could break this almost perfect equilibrium that exist between the Cloudy Forest and the soil. There exist a high precipitation and very deep slopes, which increase the probability of soil erosion, but actually the wild vegetation acts as a controlling agent.

## .-INTRODUCCION

El piso altitudinal entre 1.500 y 3.000 m.s.n.m constituye en montañas tropicales de climas húmedos o semihúmedos una faja boscosa de estratégica importancia para el abastecimiento de agua, porque sus condiciones climáticas (baja temperatura, baja evapotranspiración y relativa alta pluviosidad) determinan un balance hídrico positivo. En función de ello buena parte de estas áreas de selva de montaña o selvas nubladas se decretan como Parques Nacionales, Reservas Hidráulicas o Zonas Protectoras.

Sin embargo, puede afirmarse que no se conocen aún con mediana exactitud los mecanismos de captación, reserva, uso y transferencia del agua en tales ecosistemas forestales. Se sabe de su enorme importancia como regulador de los regímenes hídricos en las cuencas altas, se han estudiado su composición florística y en algunas áreas sus suelos, pero aún se desconocen múltiples aspectos de las selvas nubladas.

El poder caracterizar suficientemente las relaciones Fisiografía - Suelos - Vegetación en los tres sitios de la Vertiente Norte de la Sierra Nevada en condiciones de Selva Nublada y analizar e interpretar sus diferencias, pretende ser un aporte significativo en el entendimiento del ecosistema Selva Nublada, de la variabilidad de su vegetación, su topografía y sus suelos. De especial significación puede ser la interpretación del régimen hídrico y las propiedades físico - hidrológicas de los suelos, debido a la especial importancia de la Selva Nublada como reserva hidráulica o área de captación hídrica de importantes cuencas andinas y, además, por el escaso número de estudios de

este tipo realizados en el trópico.

Además el estudio hace aportes para el entendimiento de la evolución de los suelos en vertiente en la formación Sierra Nevada, grupo Iglesias, sobre gneises y esquistos micáceos.

Por otra parte, el conocimiento sobre los recursos de un parque nacional puede ser un factor de gran importancia para su consolidación, ya que sirve de base para las actividades de planificación, manejo y control del mismo.

Este trabajo pretende contribuir con el desarrollo de las actividades de investigación dentro del Área del Parque Nacional Sierra Nevada, mediante el estudio de una toposecuencia de tres sitios representativos de un sector aledaño a la estación La Montaña del teleférico. El estudio consistió en la caracterización físico - hidrológica de los suelos durante más de un año, análisis de la evolución pedogenética y de las propiedades químicas y mineralógicas de los mismos, además del inventario y estudio de la vegetación en cada uno de los sitios.

## .- CAPITULO I REVISION BIBLIOGRAFICA

Jenny (1946), introdujo el concepto de toposecuencia, el cual es importante para poder representar el comportamiento de los flujos superficiales y subsuperficiales en suelos con comportamientos hidrológicos diferentes y secuencias altitudinales. Esta secuencia considera cambios morfológicos de la pendiente, permitiendo la agrupación de unidades suelo - pendiente (England y Horton, 1969). Estas unidades se caracterizan por expresar atributos distintos en las propiedades del suelo, tales como: profundidad, estructura, textura, infiltración, drenaje, escurrimiento superficial y capacidad de uso de la tierra.

Según Marquez (1.985) las toposecuencias han sido objeto de una amplia investigación en diversas partes del mundo y en menor cuantía en Venezuela , además indica que la mayor parte de ellas ha respondido más al estudio puntual que al global, y con diversos objetivos.

Norton y Smith (1.930) para el estado de Illinois, USA, encontraron que el efecto más importante en la toposecuencia lo constituye la pendiente que afecta el contenido de humedad en el perfil. Aún cuando aceptan que la cobertura vegetal, la cantidad de precipitación, su distribución e intensidad y las características del sustrato son factores que determinan el desarrollo de los suelos.

Boulvert (1.971) en la República Centroafricana, en condiciones geomorfológicas, climáticas y fitogeográficas similares en varias toposecuencias, determinó que las diferencias

pedológicas marcadas son debido a la posición topográfica y al material parental.

Bocquier (1.973) estudió en el Tchad en Africa dos toposecuencias, llegando a determinar que permaneciendo los factores externos constantes, la distribución de los suelos en el paisaje no es más que una función de la edad, es decir, de la duración de la evolución de estos sistemas, dándole importancia al gradiente climático y en particular al gradiente pluviométrico en regiones tropicales.

Turenne (1.971) estudió la región de Guayana en Venezuela en función de secuencias de suelos en un clima constante y con material homogéneo, sobre el cual se ejerce la diferenciación pedogenética. Este autor determinó que la fluctuación en el nivel de la napa en los perfiles juega un papel importante en la definición de las diferentes etapas pedológicas, según la posición del perfil en relación a los ejes estudiados.

Schargel (1.972) estudió en los Altos Llanos Occidentales de Venezuela una cronosecuencia, la cual muestra que los materiales se han desarrollado en condiciones similares de clima, organismos, relieve y material originario, pero incidiendo durante periodos de tiempo diferentes. De igual manera concluye, que las diferencias en las características de los miembros integrantes son consecuencia de las diferencias en edad.

Ochoa (1.982), caracterizó una cronosecuencia de perfiles establecidos en las formaciones de piedemonte del río Socopó, en los Altos Llanos Occidentales de Venezuela, llegando a determinar que la posición geomorfológica juega un papel

importante en la génesis de los suelos.

Vivas (1974), realizó un estudio hidrológico en base a variables físico - geográficas en una cuenca representativa, con especial referencia a suelos y formas de relieve. Se desarrolla una metodología para interrelacionar las variables suelo, formas de relieve y cubierta vegetal con el comportamiento hidrológico.

Vivas (1975) indica que la interacción entre las formas del relieve, el tipo de suelo, la vegetación natural y el uso de la tierra, constituye una forma adecuada para agrupar áreas según propiedades hidrológicas. Además las unidades suelo - relieve, suficientemente homogéneas, presentan similitudes en el comportamiento hidrológico y difieren considerablemente unas de otras en aporte a la escorrentía.

En este orden de ideas, las clasificaciones de suelos, señala Franco (1987), obedecen a criterios de agrupamientos que varían de acuerdo con el objetivo propuesto. Además expresa, que los suelos mapeados con fines agrológicos o siguiendo criterios pedogenéticos dan un tipo de información de limitada aplicación en estudios ecológicos e hidrológicos. Este autor en 1980, desarrolla una metodología para la clasificación ecológica de sitios en la Reserva Forestal de Caparo, basada en el régimen hídrico del suelo, por ser éste el factor más importante para la vegetación y el uso de la tierra en el área. Las unidades de sitio obtenidas se caracterizan en base al régimen aire - agua del suelo y su definición y delimitación se hace en función de los factores que controlan ese régimen, tales como: textura y estratificación del suelo, grado de saturación en

el sector de enraizamiento y fluctuación del nivel freático, todo ello correlacionado con la posición topográfica relativa en la planicie aluvial.

Hetsch y Folster (1976 , traducido por Franco 1982), propusieron un modelo teórico que relaciona características físicas e hidrológicas del suelo con la pendiente (hidrosecuencia) en la Selva Nublada de "San Eusebio" (La Carbonera), localizada en las ladera nor-occidental de la Sierra de Mérida, Estado Mérida. Este concepto llevó a Valcarcel (1982) al estudio y caracterización de la relación entre la pendiente del terreno y el régimen hídrico del suelo (factor de mayor significado ecológico) en la estación experimental de San Eusebio (ULA). Se consideraron para este estudio las siguientes variables del perfil del suelo:

- a.- Zona de buen drenaje.
- b.- Zona de actividad biológica.
- c.- Profundidad del inicio de la zona - moderadamente compacta.
- d.- Espesor de la zona de saturación.
- e.- Espesor de la zona de movimiento lateral de agua.
- f.- Profundidad del horizonte An.

Una vez definida la relación pendiente - régimen hídrico de los suelos, se formuló una clasificación de sitios para el área, en base a la pendiente, la geomorfología y las variables que resultaron estadísticamente significativas. En base a ello se cartografió toda la superficie de la estación.

Márquez (1985) siguiendo la línea del trabajo de Valcarcel, estudió doce perfiles correspondientes a una toposecuencia trazada en el mismo Bosque Experimental San Eusebio, analizando el efecto de la topografía en el desarrollo de los suelos, encontrando en las partes altas ( forma convexa ) Entisoles e Inceptisoles y en las partes medias ( forma cóncava ) Ultisoles.

Michelena (1984) realizó el estudio y caracterización físico - hidrológica de los suelos y su relación con procesos erosivos en la microcuenca La Virgen en el estado Mérida. Se interpretó el origen y desarrollo de los procesos erosivos mediante la determinación de las propiedades físico - hidrológicas del suelo. Este autor encontró que el comportamiento de los flujos de agua de acuerdo a la pendiente, la profundidad y estratificación de los perfiles de suelo, más el efecto de la inclinación de la pendiente misma y el alto contenido de mica del material, eran los factores más determinantes para crear situaciones de inestabilidad en los periodos lluviosos a lo largo de la vertiente estudiada. La socavación por parte del torrente La Virgen de la base de dicha vertiente, al quitarle base de sustentación, actuó como factor desencadenante del proceso erosivo: deslizamiento - derrumbe en la vertiente.

Tales procesos, muy comunes en los Andes en regiones de altas pendientes sobre material gneis - granítico con estratos de esquistos micáceos, especialmente de la formación Sierra Nevada, son determinantes para las siguientes características de las áreas:

a.- Fisiografía - Topografía.



b.- Morfodinámica (relación actual estabilidad - potencialidad de movimiento en masa de la vertiente).

c.- Distribución y variabilidad de los suelos en:

c.1- Profundidad.

c.2- Evolución pedogenética y régimen hídrico

(Distribución de los flujos de agua, variación durante el año del humedecimiento de los suelos).

La Selva Nublada es un ecosistema forestal con una dinámica de la materia orgánica caracterizada por un relativo alto aporte de hojarasca y una tasa de descomposición y mineralización relativamente lenta, con predominio del proceso de humificación (Franco,1988). La cantidad de sustancias orgánicas sobre y en el horizonte Ah podría estar influenciada por la posición topográfica y el régimen hídrico de los suelos (Hetsch y Folster,1976). Grimm y Fassbender (1981) lograron analizar e interpretar la dinámica de la materia orgánica en el bosque "San Eusebio", para lo cual consideraron 13 parcelas con diferentes características en el relieve, suelos y vegetación. La materia orgánica alcanzó en promedio los siguientes valores (t/ha): vegetación viva 404, madera muerta 24, mantillo 38 y suelo mineral 585 (120 cm de profundidad).

## .-CAPITULO II.- PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 2.1.- Objetivos

- a.- Analizar las relaciones Fisiografía - Suelos - Vegetación en tres sitios de una Toposecuencia entre 2576 y 2703 m.s.n.m., en el sector La Montaña del sistema teleférico del Parque Nacional Sierra Nevada.
- b.- Describir la vegetación boscosa y sus diferencias en los tres sitios.
- c.- Describir, clasificar e interpretar los suelos de los tres sitios, haciendo especial énfasis en los siguientes aspectos:
  - c.1- Régimen Hídrico.
  - c.2- Propiedades Físico Hidrológicas.
  - c.3- Evolución Pedogenética.
  - c.4- Materia Orgánica

### 2.2.- Hipótesis:

- a.- La variación topográfica, bajo las mismas condiciones climáticas, geológicas y de vegetación determina variaciones significativas en el régimen hídrico de los suelos y, por ende, en el comportamiento hidrológico de las vertientes.
- b.- La posición topográfica y el régimen hídrico de los suelos de montaña son factores determinantes para los procesos de evolución pedogenética del

perfil y su desarrollo en profundidad.

c.- La posición topográfica y el régimen hídrico de los suelos de montaña influyen decisivamente en la dinámica de la materia orgánica en el suelo.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## .-CAPITULO III .- MATERIALES Y METODOS

### .1- Descripción general del área de estudio

Geográficamente está ubicada en el Occidente del país, en el Este del Estado Mérida. Específicamente en la vertiente norte del parque nacional Sierra Nevada, en un sector adyacente a la estación La Montaña del sistema teleférico siguiendo el camino que conduce a la estación La Aguada (fig.1). A 18 minutos de recorrido desde la estación se encuentra la entrada del sendero que conduce al área del proyecto Selva Nublada, iniciado en el año 1985 por el Instituto de Silvicultura (U.L.A) y el Botany School (Cambridge. Inglaterra). Esta área se localiza aproximadamente entre los  $8^{\circ} 34' 40''$  y  $8^{\circ} 35' 00''$  de latitud norte y  $71^{\circ} 05' 54''$  y  $71^{\circ} 06' 12''$  de longitud oeste, a altitudes comprendidas entre los 2576 msnm y 2703 msnm con pendientes variables entre 5 y 150 % .Las parcelas del proyecto inicial se ubican en una longitud de recorrido de 1160 m, sobre el filo (Cima) de montaña con dos vertientes claramente diferenciadas en posición Noreste y Suroeste. En la figura 2 se muestra el perfil longitudinal de la toposecuencia y la ubicación de los sitios de estudio del presente trabajo.

#### 3.1.1- Geología

La geología del área de estudio se corresponde con la de buena parte del macizo andino. Los Andes Venezolanos son un sistema alargado de bloques levantados, orientados aproximadamente NE-SW, que separan las cuencas del lago de Maracaibo al NW y Apure - Barinas al SE.

MODIFICADO DE:  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
AREA MERIDA - PICO ESPEJO

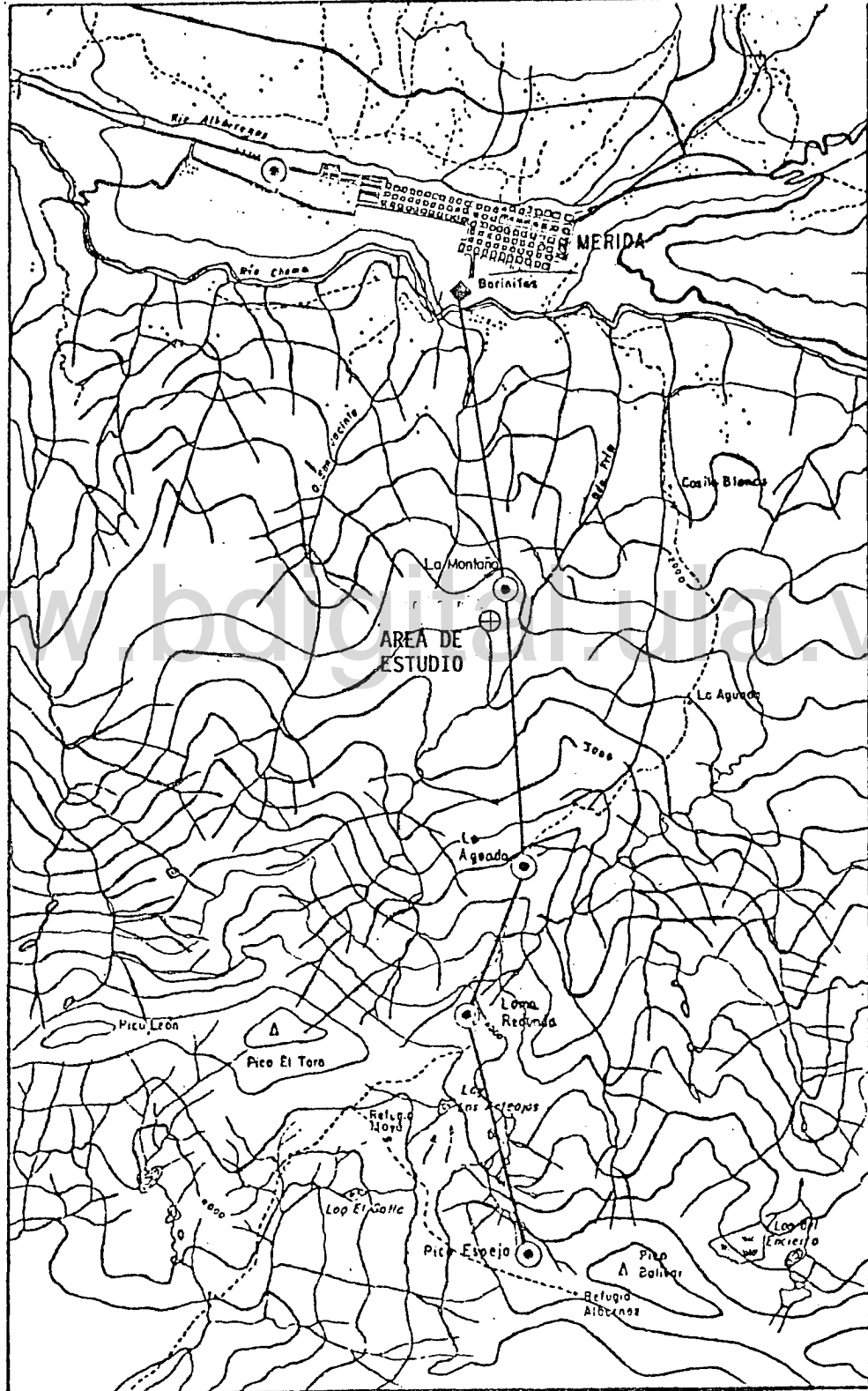
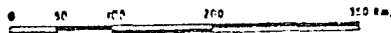


FIG. 1 : LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO. (⊕)



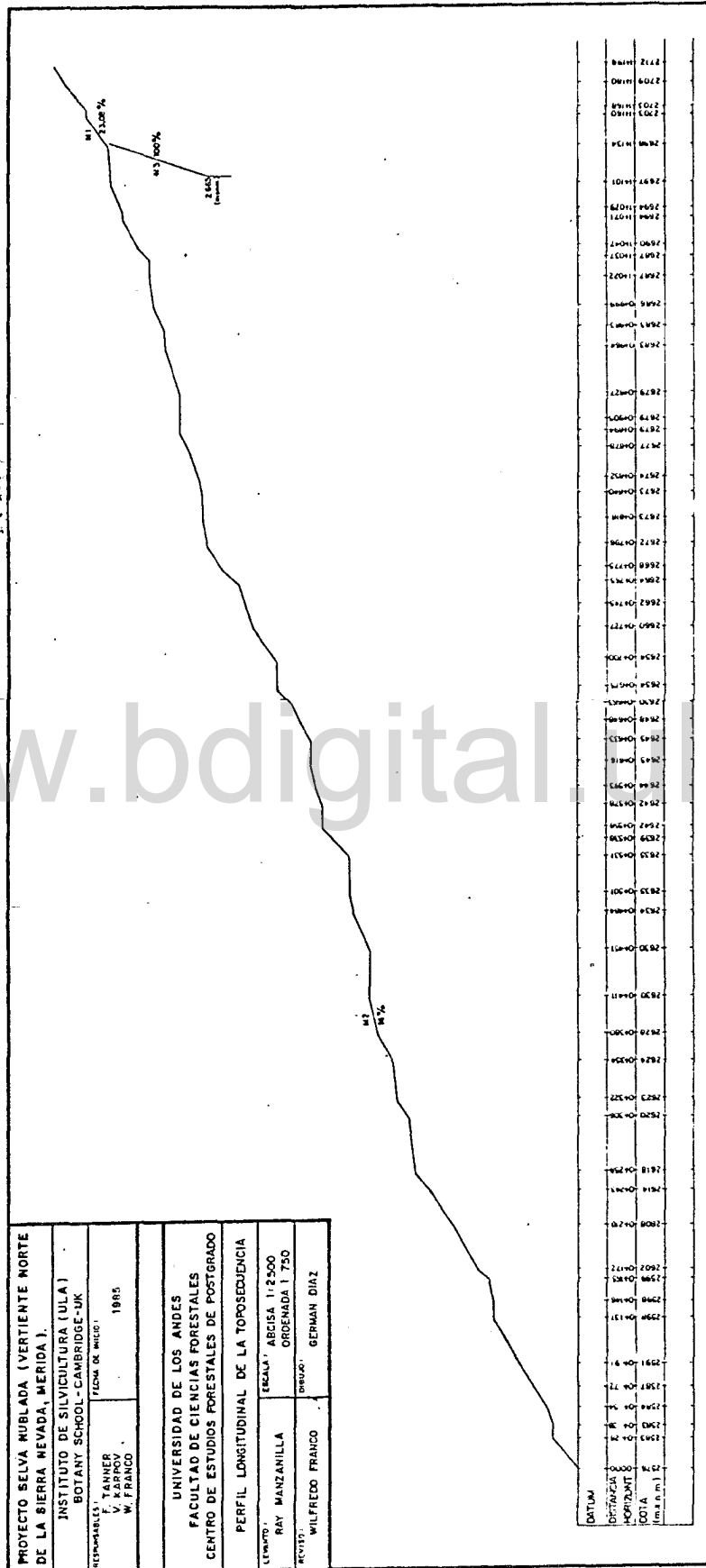


FIG 2: PERFIL LONGITUDINAL DE LA TOPOSECUENCIA

### 3.1.2- Litología

La litología del área corresponde al Grupo Iglesias del Precámbrico (Facies Sierra Nevada), la que se caracteriza fundamentalmente por gneises, esquistos micáceos y anfibolitas. Los esquistos, según Kovisars (1972) son las rocas predominantes de esta formación y presentan una composición predominantemente micácea, cuarzo feldespática; el más común es el esquisto muscovítico, cuarzo feldespático de grano medio. La biotita también es común y constituye en varios casos el componente principal de esquistos bimicáceos.

Los gneises, por su frecuencia constituyen el segundo tipo de roca. Su principal representante es el cuarzo feldespático, micáceo, moteado con biotita y granate.

Gonzalo de Juana (1980) indica que las rocas que constituyen el grupo están expuestas ampliamente en la región central andina, encontrándose gran cantidad de los afloramientos localizados en la Sierra Nevada de Mérida, ocupando los lugares más altos de la misma.

### 3.1.3- Tectónica

Las características estructurales de la vertiente norte de la Sierra Nevada, y particularmente del área de trabajo y sus alrededores, son indicativos de un intenso fallamiento, el que se corresponde con el trazado de la falla de Boconó.

### 3.1.4- Morfodinamica

Señala Zinck (1980) que los tramos altos de los valles andinos, por encima de los 3000 m.s.n.m muestran, rasgos de actividad glaciaria, aunque la extensión actual de los glaciares sea de lo más reducida (hubo un retroceso vertical de 100 a 150 m (80 %) entre 1910 y 1972). Este autor define el valle glaciario como todo el sistema de formas de erosión y de acumulación, que empieza aguas arriba por los circos glaciares y termina aguas abajo con los depósitos periglaciares.

Por debajo de las líneas de cresta en dientes de sierra, conformada por picachos piramidales de agudas aristas y esculpidas por la acción de la gelificación nocturna, existen notables alineaciones de circos glaciares, dispuestos en tresbolillo de ambos lados del eje de cresta formando divisorias. Es común encontrar sucesiones altitudinales de varios circos escalonados. La Sierra Nevada estuvo durante el último período glacial cubierta de glaciares extensos (la presencia de acumulaciones morreñicas a 2600 - 2700 msnm así lo confirman). Hoy en día los glaciares se encuentran alojados en apenas cuatro o cinco grupos de circos entallados en los flancos superiores de los picos más altos de los Andes (Pico Bolívar, La Concha, Humboldt y Bonpland, por encima de los 4700 msnm). La zona de estudio ocupó una porción periglacial con congelamiento durante la noche y descongelamiento durante el día. Esto aceleró la meteorización del sustrato rocoso y promovió una intensa actividad de morfodinámica en las vertientes al ocurrir la fase de retroceso de los glaciares.

Hace aproximadamente 8.000 - 10.000 años antes



del presente, los valles situados por debajo del límite inferior de los glaciares, estaban siendo ahogados por torrenciales aportes laterales, algunos de carácter catastrófico, formando conos de deyección, terrazas y otras acumulaciones, debido al derretimiento de los glaciares. Todo esto llevó a un aumento en el proceso de meteorización y transporte originando una morfodinámica muy activa, definiéndose los topes, crestas y fondos de valle actuales y rejuveneciendo las vertientes más empinadas, donde se va a encontrar la evolución pedogenética mínima; las áreas más planas no afectadas por la remoción muestran la pedogénesis más avanzada (Franco 1987).

#### 3.1.5- Suelos

El reconocimiento de los suelos hecho en el área de estudio por debajo de los 2700 m.s.n.m, permite caracterizarlos en términos generales, como sigue:

a.- Se han desarrollado bajo clima húmedo, frío y vegetación boscosa a partir de gneises y esquistos micáceos.

b.- Son suelos franco arenosos, húmicos, con un alto contenido de humedad durante todo el año, debido a las altas precipitaciones, la baja evapotranspiración y la alta humedad relativa del aire.

c.- Estos suelos de montaña se han desarrollado a partir de mezcla de materiales por deslizamientos, reptación y otras expresiones de la acción coluvial en la zona periglacial durante la última glaciación y su transición al clima actual.

### 3.1.6 - Vegetación

Se trata de la típica condición de selva nublada en su piso más alto.

Hamilton et al. (1977) y Steyermark (1974) coinciden en expresar, que la selva nublada constituye un reservorio genético dotado de una alta diversidad de especies frecuentemente endémicas. Y, además, que la riqueza florística de la selva puede ser también un factor de vulnerabilidad, porque implica que en una determinada superficie hay pocos individuos de una misma especie y que una sobreexplotación de algunas de ellas podría conducir a su extinción local.

Según Flores (1989) la diversidad de especies arbóreas para la zona de estudio es comparativamente menor a las reportadas para otras selvas nubladas de la Cordillera Andina. Entre las especies más características de la zona se tienen: *Podocarpus oleifilus*, *Weinmannia pinnata* y *Graffenrieda latifolia*. Se observa una gran variedad y abundancia de plantas epifitas, pertenecientes a las familias de las Bromeliaceas, Aráceas, Araliáceas y Orquidáceas y plantas hemiepifitas del género *Clusia* sp.

### 3.1.7- Clima

El clima corresponde al tipo de selva tropical lluviosa de montaña (AfC(G)biR) según Koeppen (1948).

En la figura 3 se presenta el comportamiento de la temperatura media mensual e igualmente las máximas y mínimas para la estación La Montaña. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y del mes más frío oscila entre 15°C y 20°C,

característico de los países intertropicales (régimen isotermal menor a 5°C).

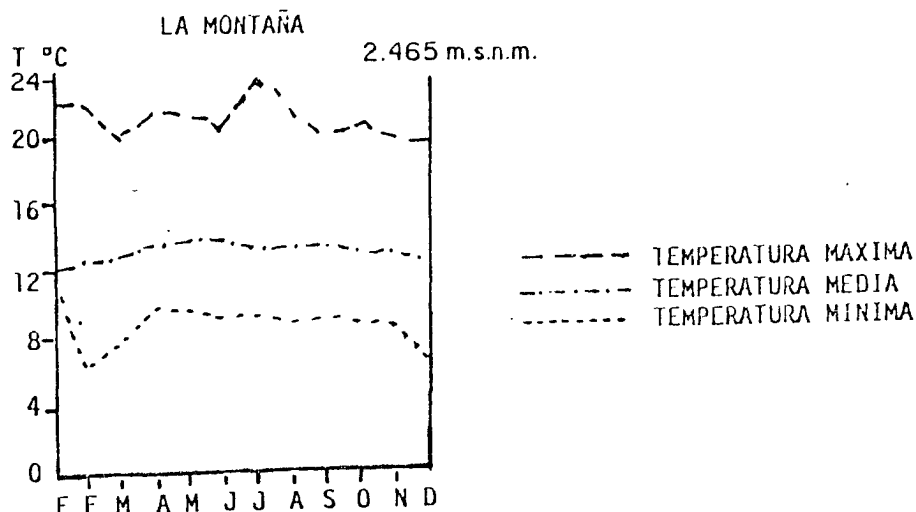


Fig. 3 - Temperaturas máximas, medias y mínimas mensuales para la Estación La Montaña.

Fuente: Abreu (1985)

A partir de la relación entre temperatura y altura, y siguiendo la tipificación aplicada por Andresen y Fonte (1971) la estación La Montaña corresponde al piso térmico Frio con temperaturas medias que oscilan entre 12°C a 14°C. En las parcelas de estudio las temperaturas mínimas del aire variaron de 3 a 9 °C y las máximas de 11,5 a 23 °C durante el periodo de estudio.

En el Tabla 1 y la figura 4, respectivamente, se presentan el cálculo y el diagrama del balance hídrico, en función de los datos promedios de la estación La Montaña; este balance permite extraer la siguiente información:

- De Enero a Diciembre la pluviosidad supera a la ETP, por lo que las condiciones son hiperhúmedas. Ello determina periodos de exceso de agua en sitios de topografía poco inclinada.

- Se clasifica como per húmedo mesotérmico con

LATITUD 08° 33' 50" N  
LONGITUD 71° 06' 52" W  
ALTURA 2460 msnm.

ESTACION/LUGAR La Montaña Mérida

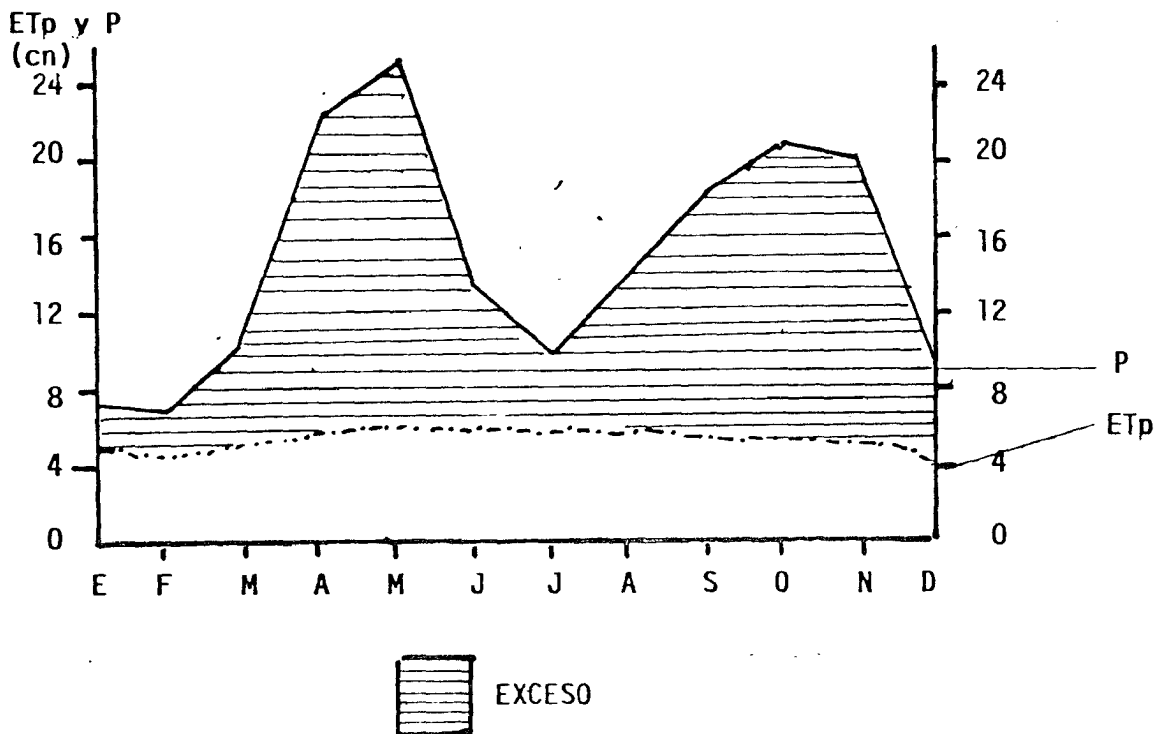
PERIODO	ENE	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1 PRECIPITACION MEDIA EN cm.	61/82	7,9	7,1	10,7	14,0	27,9	14,5	12,5	16,7	20,9	23,4	24,0	11,9	201,5
2 TEMPERATURA MEDIA EN °C	70/82	12,7	12,7	13,1	13,7	13,7	13,9	13,6	13,6	13,8	13,4	13,2	12,6	13,3
3 INDICE CALORICO (I)	148,4	4,00	4,1	4,3	4,6	4,7	4,7	4,4	4,55	4,65	4,45	4,35	4,05	52,85
4 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (SIN CORREGIR) EN cm.	5,0	5,1	5,3	5,7	5,8	5,8	5,5	5,6	5,7	5,5	5,4	5,1		
5 FACTOR FOTOPERIODO (Corrección)	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99		
6 EVAPOTRANSPIRACION (E. T. P.) CORREGIDA EN cm.	5,0	4,6	5,5	5,9	6,3	6,1	5,9	6,0	5,8	5,6	5,3	5,0	67,0	
7 VARIACION DE LA RESERVA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
8 RESERVA (ALMACENAMIENTO)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
9 EVAPOTRANSPIRACION REAL EN cm.	5,0	4,6	5,5	5,9	6,3	6,1	5,9	6,0	5,8	5,6	5,3	5,0		
10 DEFICIENCIA (FALTA DE AGUA)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
11 SUPERAVIT (EXCESO DE AGUA)	2,9	2,5	5,2	18,1	21,6	8,4	6,6	10,7	15,1	17,8	18,7	6,9	134,5	
12 DESAGUE	4,9	2,7	3,85	11,65	19,85	5,0	7,5	8,65	12,9	16,45	18,25	12,8	134,5	
13 COEFICIENTE DE HUMEDAD	$\frac{1-8}{6}$	0,58	0,54	0,94	3,07	3,43	1,38	1,12	1,78	2,6	3,18	3,53	1,38	

INDICE DE ARIDEZ	$I.A. = \frac{100 \cdot P}{E.T.P. (6)} = \frac{100 \cdot 0}{67} = 0,0$	E.T.P. (VERANO) % = $\frac{20,1}{67,0} = 300,1\%$	FORMULA CLIMATICA	$AB_1 'rw_2 a'$
INDICE DE HUMEDAD	$I.H. = \frac{100 \cdot E}{E.T.P. (10)} = \frac{100 \cdot 134,5}{67,0} = 200,7$	E.T.P. ANUAL = 67,0	DESCRIPCION DEL TIPO DE CLIMA	Perhúmedo Meso Térmico
INDICE HIDRICO ANUAL	$I.H.A. = I.H. - 0,61 A = 108,0 - 0,6(0,0) = 108,0$	Con exceso de agua grande en verano		

Tabla 1. Cálculo del balance hídrico para la estación La Montaña

LA MONTAÑA  
ALTURA 2460 msnm



exceso de agua grande en verano, lo que implica un balance hídrico positivo capaz de originar un permanente y alto humedecimiento en los suelos, influyendo en la meteorización, lixiviación y translocación, en aquellos sitios en donde el relieve lo permita. En las áreas de relieve inclinado deben presentarse flujos superficiales y especialmente subsuperficiales muy frecuentemente, alimentando durante todo el año las corrientes de agua de las cuencas altas.

### 3.2- Parcelas

Se seleccionaron tres sitios representativos en el área de estudio del proyecto TANNER, KARPOV Y FRANCO (1985), las cuales se ubicaron siguiendo el sistema simplificado de clasificación fisiográfica reseñado por Pernia (1987), quedando definido de la siguiente manera:

#### A.- MONTAÑAS

##### A.1- VERTIENTES

Un sitio en:

A.1.1- Cima, topografía ligeramente inclinada (16%), el cual se denominó M2.

A.1.2- Cima, topografía inclinada (23%), el cual se identificó como M1.

Y un sitio en:

A.1.3- Ladera, topografía escarpada (100%), el cual se llamó M3.

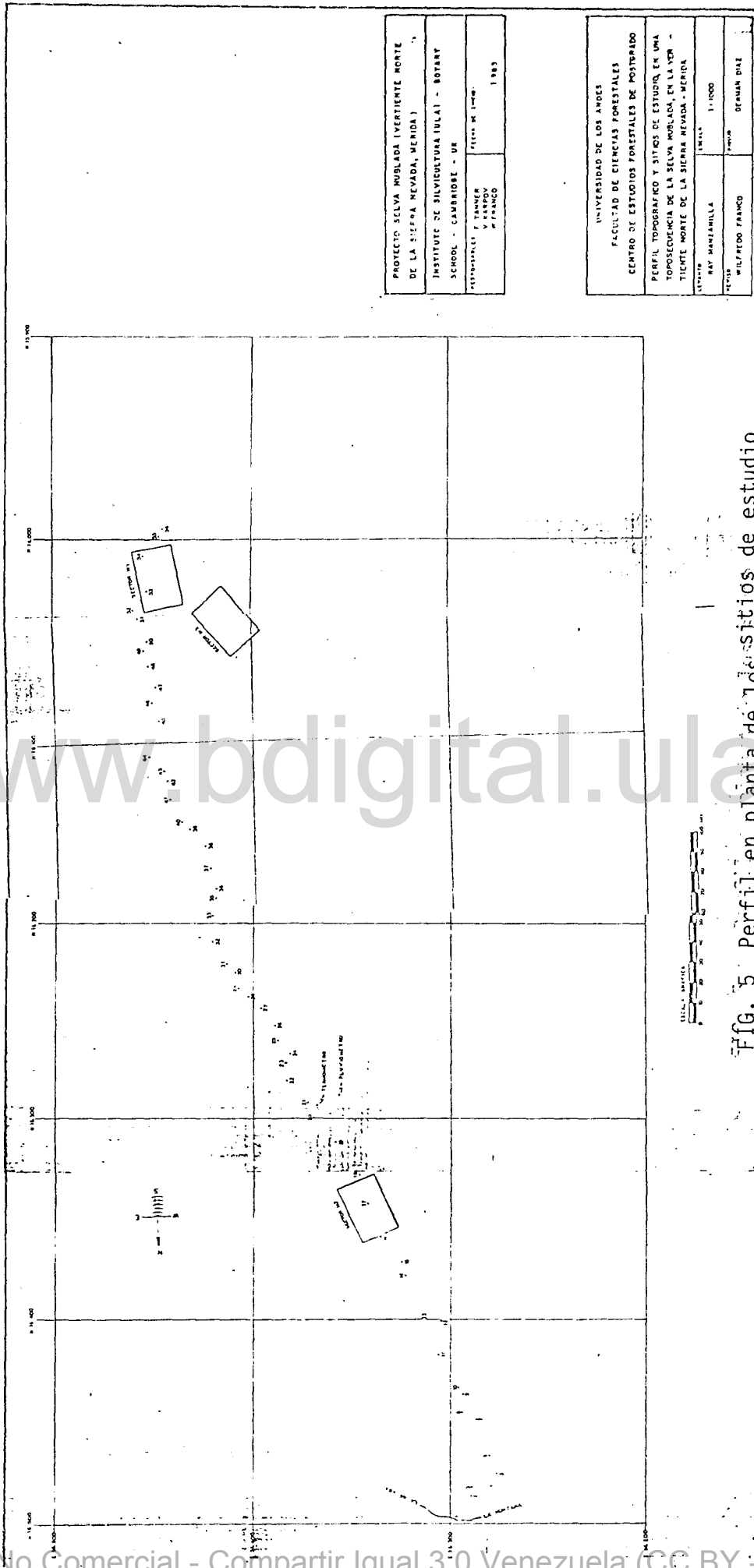
### 3.3- Métodos de estudio de la vegetación.

Esta se estudio de dos maneras:

3.3.1- En cada sitio seleccionado se ubico una parcela (fig.5) de 600 m<sup>2</sup> (20 m \* 30 m). Cada parcela se dividió en seis subparcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 m \* 10 m), y de ellas se tomó la información necesaria para el cálculo de los parámetros fitosociológicos que integran las estructuras horizontal, vertical e interna que caracterizan el bosque.

La información que se recopiló de cada subparcela fue la siguiente:

- a.- Nombre vulgar de cada individuo
- b.- Diámetro a la altura de pecho para todos los individuos con 10 cm o más de DAP.
- c.- Calidad de Fuste (B= buena, R= regular, M= mala)
- d.- Vitalidad medida por el grado de libertad o desarrollo de la copa (1= buena, 2= regular, 3= mala).
- e.- Posición sociológica (S= superior, M= medio, I= inferior).
- f.- Regeneración natural, se consideraron todos los descendientes de árboles comprendidos entre 0,1 cm de altura y 9,9 cm de DAP. Los datos de regeneración fueron tomados en sólo el 1% del área total de la muestra estructural ,distribuidas al azar en seis subparcelas de 1 m \* 1 m . Se consideraron tres categorías de tamaño para el



Ffg. 5 Perfil en planta de los sitios de estudio

PROYECTO SELVA MBLADA (VERTIENTE MONTE DE LA SIERRA NEVADA, MERIDA)

INSTITUTE OF SILVICULTURE (ULAI) - BOTANY

SCHOOL - CAMBODIE - UE

RESEARCHERS: F. CAMBER AND R. FRANCO

FIELD WORK: 1983

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO

PERFIL TOPOGRAFICO Y SITIOS DE ESTUDIO EN UNA TOPOSECCION DE LA SELVA MBLADA, EN LA VER - TIEMTE MONTE DE LA SIERRA NEVADA - MERIDA

ALTIMETRIA: 1:10,000

RAY: MANIZANILLA

FECHA: WILFREDO FRANCO

ELABORADO: GERMAN DIAZ

levantamiento de la regeneración natural:

Categoría I, entre 0,1 m y 1 m de altura.

Categoría II, entre 1,1 m y 3 m de altura.

Categoría III, entre 3,1 m y 9,99 m de DAP.

g.- Elaboración de los perfiles estructurales gráficos de vegetación.

3.3.2- Fotointerpretación del área de estudio y sus alrededores a objeto de elaborar un fotocroquis con diferenciación de bosques y topografía. Para ello se utilizaron fotografías aéreas de la misión # 010473 identificadas con los números 040,041,042,063,064,065 a escala 1 : 12500.

#### 3.4- Métodos de estudio de los suelos

En cada parcela se hizo una caracterización de la topografía y de los suelos. Para ello se hizo la apertura de una calicata y se tomaron muestras disturbadas y sin disturbar (en cilindros Upland), de cada horizonte a objeto de analizar:

##### 3.4.1- Propiedades químicas

Estas se determinaron en el laboratorio de suelos del Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos Naturales Renovables. A continuación se enumeran las propiedades químicas determinadas para cada perfil:

a.- ph en H<sub>2</sub>O y KCl, relación 1:1, utilizando el método del potenciómetro.

b.- Capacidad de intercambio catiónico por el método de saturación con acetato de amonio 1N, ph 7.

c.- Bases intercambiables: los cationes Ca, Mg, K y



Na fueron extraídos con acetato de amonio 1N a pH 7 y determinados por medio de espectrofotometría de emisión y absorción atómica.

- d.- Aluminio intercambiable mediante extracción con KCl-1N ( Yuan, 1959).
- e.- Carbono orgánico, según el método de Walkey y Black ( Soil Conservation Service, 1967).
- f.- Nitrógeno total, método de Micro Kejdahl (MOP 1979).
- g.- Fósforo aprovechable por el método de Bray - Kurtz (1945).

www.bdigital.ula.ve

#### 3.4.2- Propiedades Físicas

Para cada perfil se determinaron las siguientes propiedades:

En el Laboratorio de Suelos del IGCNR

- a.- Textura, método de Bouyoucos (MOP, 1975)
- b.- Gravosidad

En el Laboratorio de Suelos del Instituto de Silvicultura

- c.- Densidad aparente
- d.- Retención de humedad (curvas pF), para valores de pF entre 0 y 4,2.
- e.- Conductividad hidráulica en suelo saturado.
- f.- Porosidad (diagrama de poros).

#### 3.4.3- Mineralogía

La caracterización mineralógica se llevo a cabo para los tres perfiles y por horizonte en la fracción arenosa, mediante la utilización del microscopio de polarización. Una descripción detallada de las técnicas es presentada por Malagón (1979-1980). Estas determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Geomorfología del IGCNR.

#### 3.4.4- Régimen Hidrico

Con el objeto de caracterizar los suelos desde el punto de vista hidrológico se realizaron mediciones de tensión de adsorción del agua en el suelo. Para ello se instalaron 14 tensiómetros en cada parcela (6 a 20 cm., 4 a 45 cm., y 4 a 90 cm. de profundidad). Estos fueron leídos semanalmente por el lapso de un año (21/10/88 - 21/10/89), a objeto de poder detectar las posibles diferencias entre los suelos de cada parcela y, además, realizar la caracterización de los regimenes de humedad con la ayuda de las curvas pF.

#### 3.4.5- Evolución Pedogenética y Dinamica de la Materia Orgánica.

En base a la descripción morfológica y a la interpretación de los análisis de laboratorio se hicieron inferencias sobre los niveles de desarrollo de los suelos y la dinámica de la materia orgánica, clasificandose los mismos según la taxonomía de suelos (1975).

## .-CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1- VEGETACION

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los tres levantamientos estructurales realizados en el sector La Montaña (2628 - 2703 msnm).

#### 4.1.1- Levantamiento Estructural 1

Ubicación: Sector M1

Pendiente: 23 %

#### Descripción Florístico-Estructural del Bosque

##### - Perfil:

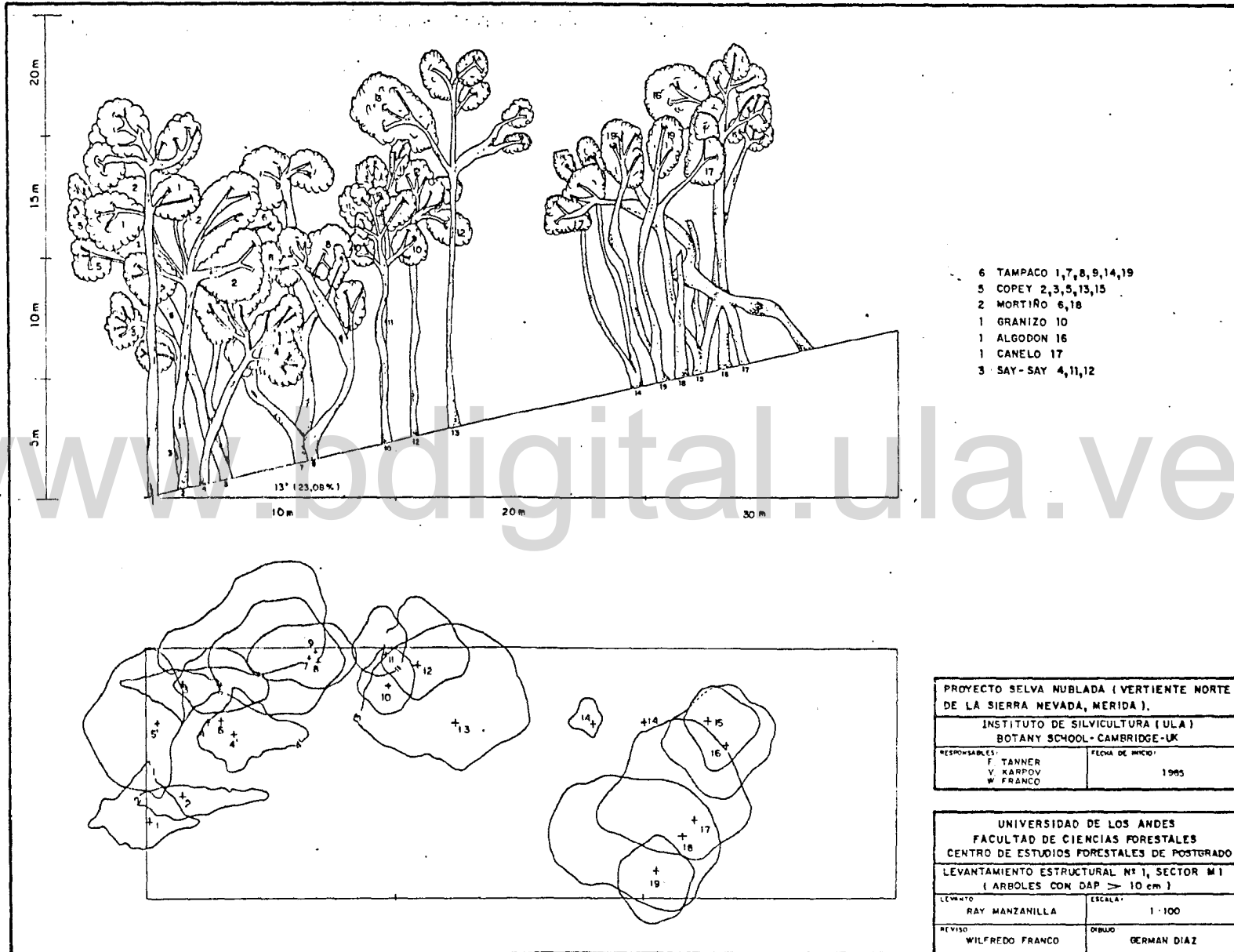
Es un bosque medio muy denso. Se distinguen en él tres estratos: superior, medio, inferior (Ver figura 6).

Estrato	Altura (m)	Especies Dominantes
Superior	15 - 20	Tampaco, Copey, Laurel curó
Medio	10 - 15	Say-say, Laurel curó, Copey, Granizo, Algodón, Tampaco, Aranguren.
Inferior	8 - 10	Tampaco, Say-say, Copey, Laurel curó, Granizo.
Sotobosque (denso)		Guadua especie muy abundante

##### - Coeficiente de Mezcla.

Se encontraron 43 individuos en 600 m<sup>2</sup> de 12 especies lo que arroja un coeficiente de mezcla de 1/3.6 Este valor es indicativo de la alta heterogeneidad de este bosque.

FIG. 6 Perfil estructural. Sector M1



- 6 TAMPACO 1,7,8,9,14,19
- 5 COPEY 2,3,5,13,15
- 2 MORTIRO 6,18
- 1 GRANIZO 10
- 1 ALGODON 16
- 1 CANELO 17
- 3 SAY-SAY 4,11,12

PROYECTO SELVA NUBLADA (VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA, MERIDA).	
INSTITUTO DE SILVICULTURA (ULA) BOTANY SCHOOL - CAMBRIDGE-UK	
RESPONSABLES: F. TANNER V. KARPOV W. FRANCO	FECHA DE INICIO: 1985

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL N° 1, SECTOR M1 (ARBOLES CON DAP > 10 cm)	
LEVANTADO: RAY MANZANILLA	ESCALA: 1:100
REVISO: WILFREDO FRANCO	DIBUJO: GERMAN DIAZ

- Estructura horizontal

Abundancia

Esta es de 731 individuos/ha. La especie más abundante es el Tampaco correspondiéndole el 21% de la abundancia relativa. El grupo Tampaco (21%), Say-say (18,60%), Copey (16,30%) y Laurel puro (11,63%) está representado por 493 individuos, es decir 68 % del total.

Frecuencia

Las especies más frecuentes resultaron ser: Tampaco (18,18%), Copey(27,30%), Mortiño (18,18%) y Say-say (18,18%).

Dominancia

El área basal o dominancia de la muestra resultó en 40,06 m<sup>2</sup>/ha. El Tampaco presenta el 25,90 % del área basal total, seguido del copey con el 24,93 % y el Say-say con el 13,34 %. Estas tres especies representan el 78,33 % de la dominancia total.

Estructura vertical

- Regeneración natural

Los resultados de la regeneración natural por categoría de tamaño son:

Categoría I (0,1cm-1m de altura)= 25000 pies \* ha, siendo el laurel puro el que posee mayor regeneración natural con 13333 pies/ha (53,3%), seguido por el grupo Manteco, Copey y Mortiño con el 13,33 % cada uno de ellos y por último el Pino Aparrado con el 6.7 de regeneración natural..

Categoría II (1,1m-3m de altura )= 5000 pies \* ha, los cuales están distribuidos en 1667 pies/ha para el Manteco, Muji y



Cálculo.

Categoría III(3,1m de altura-9,9cm de DAP)= 1667 pies#ha, correspondiendo todos ellos al Laurel Curó.

- Posición sociológica

El bosque presenta 102, 493 y 136 individuos/ha en los pisos inferior, medio y superior respectivamente. El piso medio constituye el dosel del bosque.

Estructura Interna

Calidad

El 67,44% de los individuos se caracteriza por presentar un fuste regular, le siguen los individuos de mala calidad que constituyen el 18,60% y el 13,95 restante corresponde a los individuos de regular calidad.

Vitalidad

El 72,09% de los individuos se caracteriza por presentar una vitalidad buena y en el 27,91 restante se ubican los individuos de vitalidad regular. La especie que presenta el mayor número de individuos de vitalidad buena, es el Say-say con siete individuos; la de vitalidad regular es el Manteco con dos individuos. No se observó ningún individuo con vitalidad mala.

- Categoría diamétrica

La distribución diamétrica tiende a ser regular, con la mayoría de los individuos concentrados en las categorías que van de 10 - 49,9 cm de DAP, correspondiéndole el 97,67% del total y el resto se presenta en la categoría de 60 - 69,9 cm de DAP.

## 4.1.2- Levantamiento estructural 2

Ubicación: Sector M2

Pendiente: 16%

## Descripción Florístico - Estructural del Bosque

## - Perfil:

Se trata de un bosque bajo muy denso donde se distinguen tres estratos: superior, medio e inferior (Ver figura 7).

Una ligera cantidad de árboles se encuentran en el piso medio, el que junto al piso superior constituye el dosel del bosque.

Estratos	Altura(m)	Especies dominantes
Superior (árboles emergentes)	10 - 12	Manteco, Mortiño Negro, Pino aparrado, Copey
Medio (Dosel)	7 - 10	Tampaco, Copey, Pino Aparrado.
Inferior	< 7	Tampaco, Copey, Granizo
Sotobosque (denso)		Gran abundancia de Guadua sp.

## - Coeficiente de Mezcla

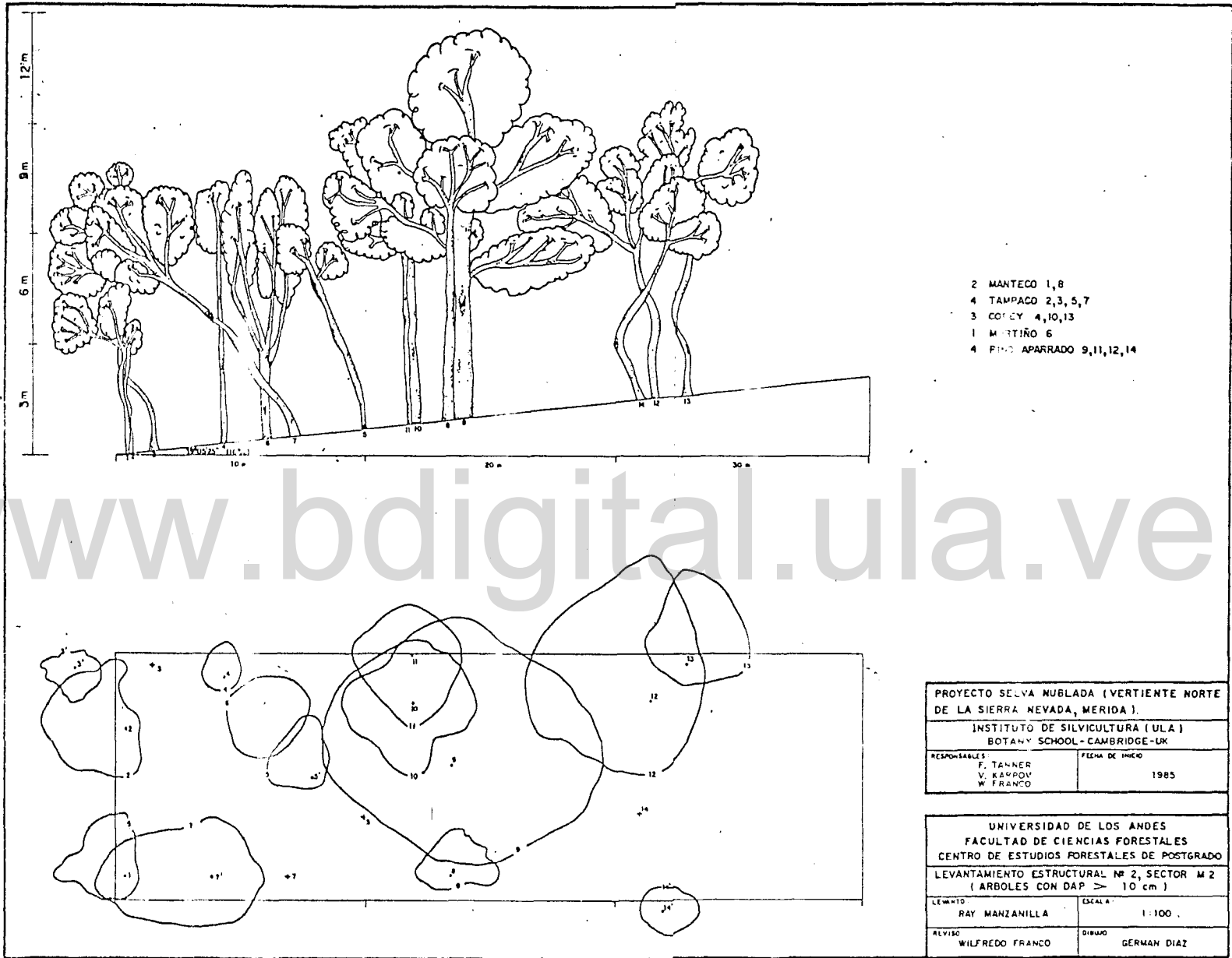
Es de 1/5,6 este valor resulta de un total de 69 árboles/500 m<sup>2</sup> y 7 especies de porte arbóreo.

## - Estructura Horizontal

## Abundancia

La abundancia total es de 663 ind/ha. El Copey es la especie con mayor cantidad de individuos (221),

FIG. 7 Perfil estructural. Sector M2





correspondiéndole aproximadamente el 33,33 % de la abundancia relativa. El Manteco, el Pino Aparrado , el Granizo y el Tampaco son las especies que le siguen con 187 individuos (28,21%), 85 (12,82%), 68 (10,25%) y 68 (10,25%) respectivamente.

#### Dominancia

En conjunto resultó una dominancia 21,36 m<sup>2</sup>/ha. El pino Aparrado representa el 38,90 % del área basal total, seguido del Copey (20,81%), Manteco (19,76%). Estas especies representan aproximadamente el 80 % del área basal total.

#### Frecuencia

La especie que mejor distribución presenta en la estructura horizontal del bosque es el Copey con 33,33 % de frecuencia relativa.

El Manteco junto con el Pino Aparrado ocupan el segundo lugar dentro de las especies que mejor distribución tienen con 22,22 %.

El Tampaco y el Mortiño alcanzan igual valor (11,11 %).

#### - Estructura Vertical

##### - Posición sociológica

En general el bosque presenta una distribución bastante uniforme de la posición sociológica, al presentar 136, 255 y 238 individuos/ha en los pisos inferior, medio y superior respectivamente.

El Pino Aparrado (33,33 %) posee el

porcentaje más alto de posición sociológica en el estrato superior, seguido por el Copey (26,66 %) y el Manteco (20 %).

En el estrato medio domina el Manteco (50 %), le siguen el Copey (29 %) y el Mortiño rosado (7,14 %). En el estrato inferior el Copey posee el 50 %, seguido por el Granizo con 37,5 %

#### - Regeneración Natural

Los resultados de la regeneración natural por categorías de tamaño son:

Categoría I ( 0,1 m - 1,0 m de altura)= 20000 pies/ha

Categoría II (1,1 m - 3 m de altura )= 4000 pies/ha

Categoría III (3,1 m - 9,9 cm de DAP)= 2000 pies/ha

El Manteco es la especie que presenta más regeneración natural (42 %) con 8333 pies/ha; que corresponden a la categoría I, seguido por el Mortiño (33,3%) en la misma categoría.

En la categoría II el Mortiño presenta el 66,7 % (3333 pies/ha) de regeneración natural seguido por el manteco con el 33,3 %.

Para la categoría III el Tempaco presenta el 100 % de regeneración natural.

El Copey y el Pino Aparrado no presentaron regeneración natural en la parcela levantada.

#### - Estructura Interna

El 67,60% de los individuos se caracteriza por tener un fuste regular, le siguen los individuos de buena calidad con el 27,03% y los de mala calidad con el 22%.

El Manteco es la especie con mayor número de individuos de buena calidad, le siguen el Pino aparrado, Mortiño negro, Copey y Tampaco.

#### - Vitalidad

En conjunto el mayor número de individuos corresponde a la vitalidad buena, representada por un 50 %, le siguen los de vitalidad regular con 29 % y el 21 % restante corresponde a los individuos de vitalidad mala. El Tampaco es la especie que cuenta con mayor número de individuos de buena vitalidad, le sigue el Manteco, Copey y Mortiño.

#### - Categoría Diamétrica

El mayor número de individuos están en la categoría 10 - 20 cm, siendo el número de individuos de 408 árboles/ha (61,54 %); disminuyendo el número de individuos hasta la categoría 49,9 - 59,9 cm, no apareciendo más individuos de esta categoría en adelante.

#### 4.1.3- Levantamiento Estructural 3

Ubicación: Sector M3

Pendiente: 100 %

Descripción Florístico Estructural del Bosque

Perfil Estructural

Es un bosque medianamente denso (copas pequeñas y separadas), donde se distinguen los tres estratos superior, medio e inferior (Ver figura 8).

Estratos	Altura(m)	Especies Dominantes
Superior	10 - 20	Tampaco, Manteco, Say-say, Laurel curo, Muji, Laurel baboso, Platanillo.
Medio	5 - 10	Muji, Laurel curo, Granizo Mapora.
Inferior	3 - 5	Manteco, Mapora, Granizo
Sotobosque (muy denso)		Abundante Guadua sp.

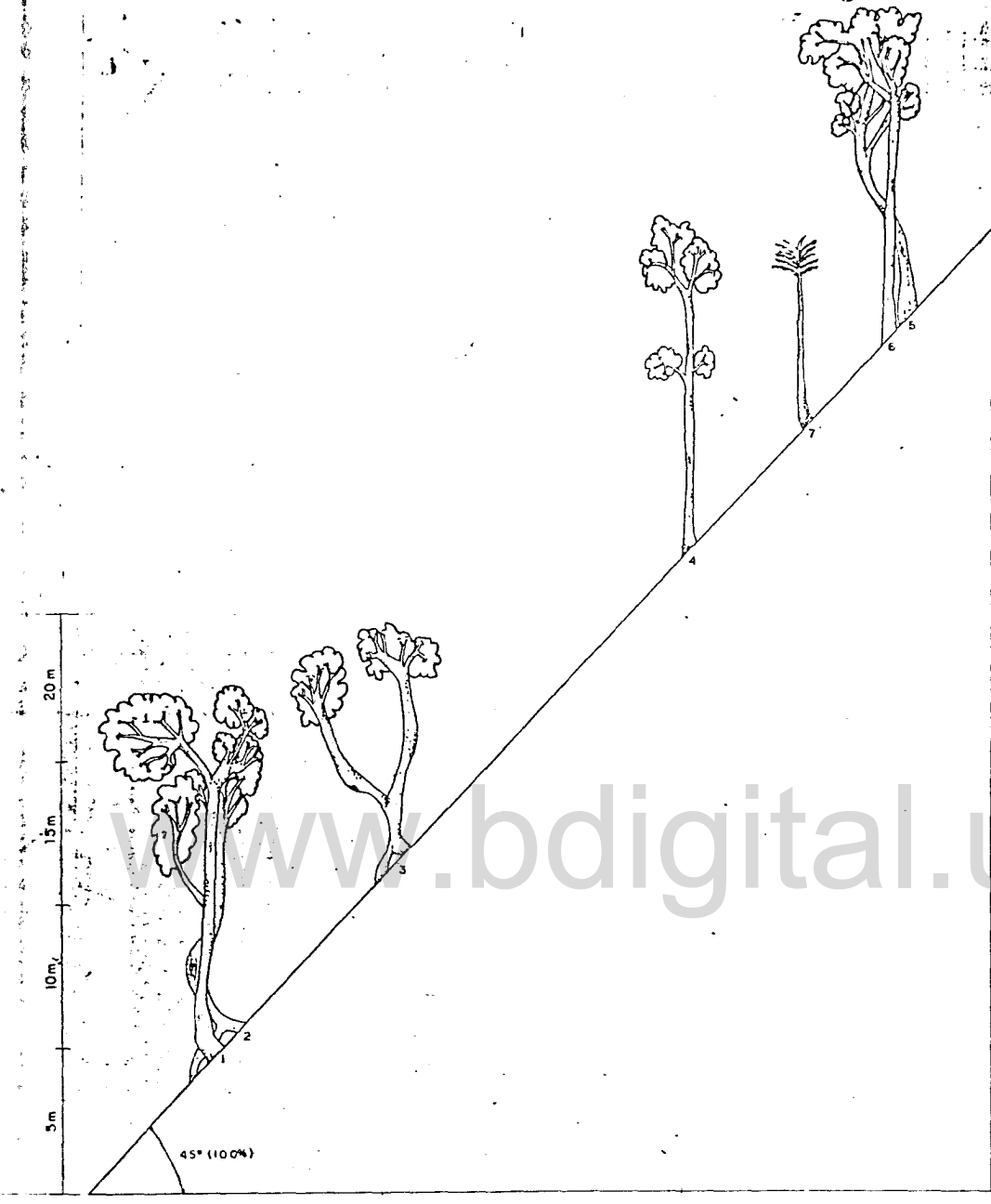
Coefficiente de Mezcla

Se encontraron 29 individuos/600 m<sup>2</sup> de 10 especies. lo que da un coeficiente de mezcla de 1/2,9.

Estructura Horizontal

Abundancia

La abundancia total es de 493 individuos/ha. La especie más abundante es el Granizo al que le corresponde el 27,58% de la abundancia relativa, seguido del



- 1 MANTECO 3
- 2 GRANIZO 2,6
- 2 CANELO 4,5
- 1 LAUREL CURO 1
- 1 MAPORA 7



PROYECTO SELVA NUBLADA (VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA, MERIDA).	
INSTITUTO DE SILVICULTURA (ULA); BOTANY SCHOOL-CAMBRIDGE-UK	
RESPONSABLES: F. TANNER V. KARPOV W. FRANCO	FECHA DE USO: 1965

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO	
LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL N° 3, SECTOR M3 (ARBOLES CON DAP > 10 cm)	
LEVANTADO: RAY MANZANILLA	ESCALA: 1:100
REVISADO: WILFREDO FRANCO	DIBUJADO: GERMAN DIAZ

FIG. 8 Perfil estructural - Sector M3

Laurel curó con 14 %, Manteco y Mapora con el 10 y 5% respectivamente.

#### Frecuencia

Las especies más frecuentes son Granizo (33,33%), Manteco, Laurel curó, Canelo y Mapora con 16,66 % cada una de estas especies.

#### Dominancia

El área basal o dominancia de la muestra es de 19,80 m<sup>2</sup>/ha. El Laurel curó alcanza 34,31% del área basal total, seguido del Granizo (20,37 % ),el Manteco (14,95%) y el Canelo (9,52%). Estas 4 especies representan aproximadamente el 79 % de la dominancia total.

#### Estructura Vertical

##### Regeneración Natural

La distribución de la regeneración natural de todas las especies por categorías de tamaño es la siguiente:

Categoría I (0,1cm - 1m de altura) = 53333 ind/ha

Categoría II (1,1m - 3m de altura) = 10000 ind/ha

Categoría III (3,1 m - 9,9 cm de DAP) = no se observaron

El Laurel curó es la especie que posee más regeneración natural con 31666 pies/ha de los cuales 28333 en la categoría I y 1140 en la categoría II. Sigue en importancia el mortiño con 8333 en la I y 3333 en la II.

#### Posición Sociológica

La distribución de individuos en la estructura vertical es de 170, 153 y 170 en los pisos inferior,

medio y superior respectivamente.

### Estructura Interna

#### Calidad

El 38% de los individuos presenta una calidad de fuste buena, le siguen los individuos de mala calidad que constituyen el 38 % y el 24 % restante corresponde a los individuos que se caracterizan por presentar un fuste de regular calidad.

El Laurel curo es la especie con mayor número de individuos de calidad buena (68 individuos) y el Granizo es la especie con mayor número de individuos con fuste regular (34 individuos) y de peor calidad (85 individuos).

#### Vitalidad.

El 62,07% de los individuos se caracterizan por presentar vitalidad buena, los de vitalidad regular representan 34,5 % y el 3,43 % corresponde a los individuos de vitalidad mala.

El Granizo es la especie que presenta la más alta vitalidad (21,05%), le sigue el Platanillo y la Mapora con el 16% de vitalidad respectivamente.

#### Categorías diamétricas.

El mayor porcentaje de individuos está en la categoría de 10 - 19,9 con 306 individuos (62,07%). Seguido por las categorías de 20 - 29,9 cm y 30 - 39,9 cm con 17,24% cada uno de ellos y el 3,45% restante en la categoría de

40 - 49,9 cm.

A continuación se presenta una Tabla resumen de la vegetación para los tres sitios de la toposecuencia.

Tabla 2. Resumen de vegetación (DAP > 10 cm)

Sitio y # levantamiento	Bosque	CM	# de especies	Abundancia (ind/ha)	especies dominantes	Area basal m <sup>2</sup> /ha
M1 lev. 1 2698-2703 (msnm) P%=23	Medio (20m) muy Denso	1/3,6	12	731	Tampaco Copey Say-Say	40,1
M2 Lev. 2 2628-2630 (msnm) P%=16	Bajo (12m) muy Denso	1/5,6	7	663	Pino aparr. Copey Manteco	21,4
M3 lev. 3 2665-2698 (msnm) P%=100	Medio (20m) medio Ralo	1/2,9	10	493	Laurel curó Granizo Canelo	18,80

Se observa que el bosque disminuye en altura, densidad y área basal hacia los sitios de pendientes o más planas (M2) o muy inclinadas (M3), presentando los mayores valores en sitios de pendientes intermedias (M1). Mientras que la diversidad florística aumenta de los sitios más planos a los más inclinados. En condiciones de pendiente medias (M1) el bosque presenta la mayor dominancia (duplica a los otros sitios), la mayor abundancia, altura media y fustes predominantemente rectos (buena calidad); ( Ver tabla 2 ).

Hacia las pendientes planas (M2), la dominancia, la abundancia y la altura disminuyen sensiblemente y la



composición florística se hace menos heterógena. Los troncos de mala forma, algunos de crecimiento casi horizontal, aumentan, al igual que las raíces gruesas superficiales (sobre el suelo mineral), las que en algunos sectores forman una verdadera trama sobre el suelo.

Hacia las pendientes fuertes (M3), disminuye extremadamente la abundancia, pero los árboles son más altos, disminuye la dominancia pero la heterogeneidad alcanza su máxima expresión (3,9 árboles por cada especie).

El número de especies por parcela (600m<sup>2</sup>) varía entre 7 y 12; Lamprecht (1954) para los bosques del valle de la Mucuy reporta 60 especies para el piso altitudinal entre 2300 y 2500 . Veillón (1965) encontró 80 especies/ha entre los pisos altitudinales 2550 - 2910 msnm, en su estudio de la variación altitudinal de la vegetación en la vertiente nor-occidental de los Andes en Venezuela. Este autor no considera las variaciones edáficas pero señala que "...las considerables variaciones de la calidad del suelo, de su profundidad, su drenaje y humedad edáfica, influyen sobre la vegetación y la repartición de las especies forestales...".

La densidad del bosque en los tres sitios estudiados es bastante alta, coincidiendo con valores reportados para la selva nublada de San Eusebio entre 2.200 y 2900 msnm, donde Bockor (1979) encontró densidades entre 638 y 724 árboles/ha.

La dominancia encontrada aquí para la parcela M1 (23 % pendiente) con 40 m<sup>2</sup>/ha cae entre los valores reportados para San Eusebio y otras selvas nubladas (Bockor encontró entre

33,2 y 45,6 m<sup>2</sup>/ha ). Sin embargo las encontradas en las parcelas M2 (16 % pendiente) y M3 (100 % pendiente) con 21 y 18,8 m<sup>2</sup>/ha son bastante más bajas. Ello puede obedecer a las condiciones más limitantes de estos sitios en cuanto al régimen hídrico en M2 y al desarrollo radical en M3, donde los sistemas radicales por la alta pedregosidad y reducida profundidad del suelo son muy superficiales. La altísima inclinación dificulta el anclaje de los árboles y los mismos, pese a su relativo alto número (493) son bastantes delgados y de copas reducidas, apareciendo el bosque como medianamente denso y en sectores más bien ralo.

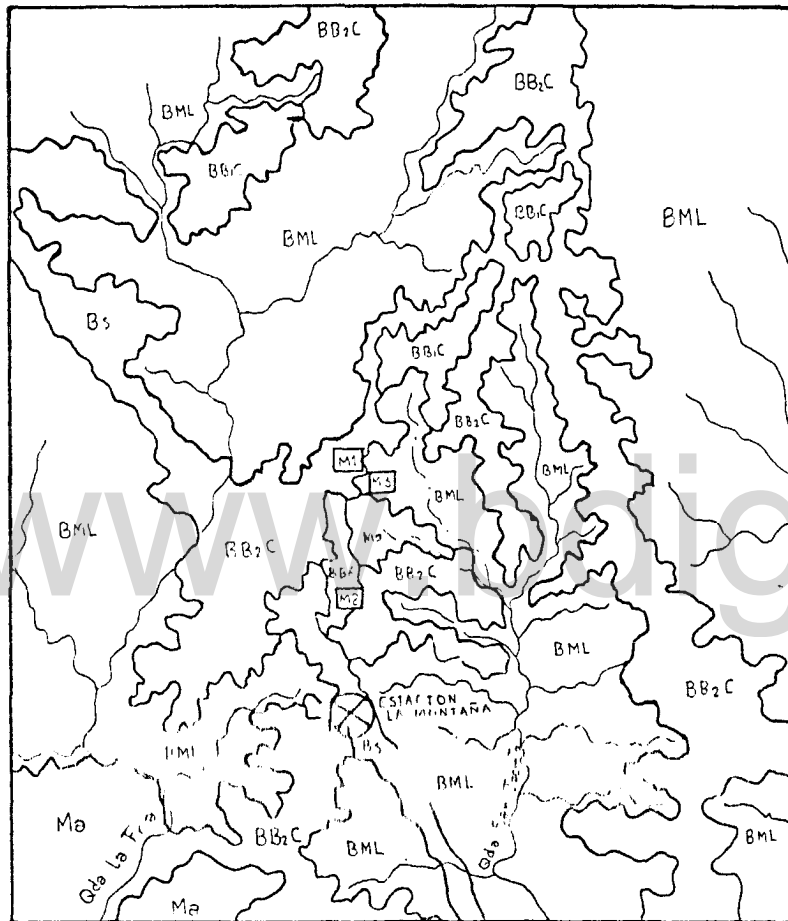
En el fotocroquis realizado mediante fotointerpretación de un área de unas 455,40 ha, (ver fig.9) se encontraron los siguientes resultados:

Vegetación	ha	%
Bosque medio de ladera	316,32	69,45
Bosque bajo uno de cima	14,92	3,28
Bosque bajo dos de cima	80,34	17,64
Bosque secundario	26,04	5,72
Matorral	17,78	3,90

La parcela M1 corresponde al Bosque bajo dos de cima, la parcela M2 al Bosque bajo uno de cima y la parcela M3 al Bosque medio de ladera.

Se observa la predominancia en superficie del Bosque medio de ladera, cuyas características hidrológicas deben ser, por lo tanto determinantes para el comportamiento hidrológico de las microcuencas en la vertiente norte de la Sierra Nevada.

FIG 9: FOTOCROQUIS DE LA VEGETACION DEL SECTOR LA MONTAÑA



	Superficie ha.	%
LIMITE DE VEGETACION		
BOSQUE MEDIO DE LADERA	316,32	69,45
BOSQUE BAJO UNO DE CIMA	14,92	3,28
BOSQUE BAJO DOS DE CIMA	80,34	17,64
BOSQUE SECUNDARIO	26,04	5,72
MATORRAL	17,78	3,90
PARCELA DE ESTUDIO		
CAUCES		

PROYECTO SELVA NUBLADA (VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA, MERIDA).

INSTITUTO DE SILVICULTURA (ULA)  
BOTANY SCHOLL - CAMBRIDGE-UK

RESPONSABLES:

F. TANNER  
V. KARPOV  
W. FRANCO

FECHA DE INICIO:

1985

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO

FOTOCROQUIS DE LA VEGETACION DEL SECTOR LA MONTAÑA

LEVANTO:

RAY MANZANILLA

ESCALA:

1:12.500

REVISO:

WILFREDO FRANCO

DIBUJO:

ANA JULIA MORA

## 4.2.- SUELOS

### 4.2.1.- Descripción y clasificación

A continuación se presenta la descripción de los perfiles para cada uno de los sitios de la toposecuencia.

Perfil M1           Cima P= 23 %    Fecha: 05/10/88

Clasificación: Troponthents típico francoso grueso, mixto, isomésico.

Mantillo: abundante, 5 - 10 cm de espesor (OL,OF y OH). Malla de raicillas en contacto con Ah.

0 - 20 cm: Ah1,Color pardo oscuro (7.5 YR3/2); francoso ;malla extraordinaria de raices muy finas, finas y medias; suelo muy poroso; estructura granular muy fina, fuerte;saturados los agregados pero existe mucho espacio (aire) entre ellos. Se observan granos de arena media y fina, cuarzosos, limpios y mica abundante.

20 - 32 cm: Ah2, Color pardo oscuro (7,5 YR4/6); franco arenoso muy fino;continúa malla de raicillas, menos densa; estructura granular fina, moderada; suelo muy poroso, saturados los agregados. Se observan gránulos limpios de arena media y fina (cuarzo y mica).

35 - 52 cm: Ah3 , Color pardo intenso(7,5 YR4/6); franco arenoso fino a medio; 17 % grava, cuarcítica, angulosa; mica tamaño arena media abundante; ligeramente compacto, estructura blocosa subangular, media,moderada, lig. cerrada; suelo saturado; Raices medias y gruesas se horizontalizan (son frecuentes), las finas aún abundantes se reducen sensiblemente a partir de 45 cm (transición Ah-C1). Limite claro.

52 - 80 cm: C1, Color pardo pálido (10 YR6/3); material sin estructura pero cohesionado por la humedad; franco arenoso medio a grueso; abundante mica muscovita y cuarzo; se reconocen grava gruesa y piedras (gneis) totalmente meteorizados; suelo saturado; raíces finas y medias pocas.

80 - 106 cm: C2, Saprolita del Gneis, a partir de 106 cm aparecen bloques redondeados de gneis muy meteorizado en la superficie. Raíces finas y medias hasta 110 cm (muy pocas).

Interpretación:

Suelo de desarrollo muy incipiente en posición de frecuente actividad morfogenética, pero más estable que M3. Ha logrado desarrollar en la fase actual de estabilidad un grueso epipedón Umbrico, bajo un mantillo forestal de moderada profundidad. Este epipedón yace sobre el horizonte C, de poco espesor sobre la roca y muy rico en grava y pedregosidad.

Suelo de drenaje moderadamente rápido pero de gran capacidad de almacenamiento de agua.

Perfil M2      Cima    P=16 %    Fecha: 12/02/89

Clasificación: Humitropepts típico, francoso, mixto, isomésico.

Mantillo orgánico de 15-20 cm de espesor (OL,OF,OH), profundamente enraizado.

0 - 34 cm: Ah, Color negro (10 YR2/1); franco arcillo arenoso; estructura migajosa, fina, fuerte; raíces gruesas, medias, finas y muy finas, muy abundantes; especialmente de 0-10 cm malla extraordinaria de raicillas con frecuente micorrización externa; material extremadamente poroso, se estima

en más de 90% la acumulación de raíces en este horizonte, muy mojado; granos de cuarzo y mica totalmente limpios abundantes; gran cantidad de materia orgánica parcialmente descompuesta; límite claro pero gradual; en el límite con el horizonte subyacente tendencia a formación de nódulos muy suaves de hierro, presencia de moteo rojo amarillento (5YR 5/8).

34 - 48 cm: AB, Color pardo fuerte (7.5 YR5/6); con moteo rojo amarillento concentrado hacia el límite con el Ah; franco arenoso, gravoso fino, 15 % de esqueleto; estructura blocosa angular fina a media, fuerte; abundantes granos de cuarzo limpio de 1 a 3 mm, meteorizados, suavemente angulosos, micas abundantes de 0,2 a 0,5 mm; material ligeramente compacto; raíces finas moderadamente abundantes, límite difuso.

40 - 80 cm: Bw, Color amarillo parduzco (10 YR6/8); franco arenoso; estructura blocosa angular, media, débil; micas muy abundantes tamaño arena media y gruesa; 25 % de grava fina cuarzosa que aumenta de tamaño hacia abajo; raíces finas y medias pocas; límite gradual pero claro.

80 - 112 cm: B3, Color amarillo parduzco (10 YR6/8); franco arenoso, gravoso pedregoso con 30 % de esqueleto, conformado por trozos de cuarzo y de esquisto micáceo muy meteorizados de hasta 10 cm; estructura incipiente; raíces muy pocas.

112 - 140 cm: C, color amarillo parduzco (10 YR6/8); francoso sin estructura; 70 % del material corresponde a saprolita de granito y esquisto micáceo, raíces ausentes, material moderadamente compacto. Desde 60 cm hacia abajo se abre una grieta de 3 cm de ancho que parece indicar la tendencia al

movimiento en paquete del material hacia la vertiente derecha.

Interpretación:

Perfil desarrollado sobre material coluvial de corto transporte derivado de esquisto micáceo, granito y gneis. En la parte superior del perfil la presencia del bosque y la relativamente lenta descomposición de la materia orgánica han permitido la formación de un grueso mantillo orgánico profusamente enraizado, seguido de un epipedón Umbrico, debajo del cual se ha desarrollado un endopedón Cámbico. Suelo de desarrollo en fase juvenil, sin embargo es el de mayor desarrollo de la toposecuencia.

Entre el Ah y el AB hay reducción en la permeabilidad que origina aumento de la saturación, frecuentemente en el límite entre ambos horizontes.

Existe una extraordinaria concentración de raíces en el horizonte superficial influenciada por la dinámica nutricional del bosque y posiblemente por la saturación periódica a 30 - 40 cm de profundidad. Suelo de drenaje moderado, de enorme capacidad de almacenamiento de agua.

Perfil M3 Ladera P= 100 % Fecha: 10/11/88

Clasificación: Troponthents lítico, francoso grueso, mixto, isomésico.

Mantillo orgánico: moderado, prácticamente sólo OL y algo de F muy irregularmente.

0 - 25 cm: Ah, Color pardo rojizo oscuro (5YR2,5/2); franco arenoso medio a fino; estructura migajosa, muy porosa; raicillas extraordinariamente abundantes; abundante mica;

límite gradual.

25 - 70 cm: AC, color pardo amarillento (10 YR5/4), franco arenoso medio a fino; grava media (hasta 1 cm) de granito muy meteorizado (25%); estructura blocosa angular, media, débil; suelo poroso; raíces finas, medias y gruesas muy abundantes hasta el contacto con la roca (60 cm); lombrices frecuentes de unos 4 cm de largo y 3 mm de diámetro. Contacto claro, irregular y brusco; bloques coluviales (20 - 30 cm) muy meteorizados.

70 - 100 cm: Alterita de granito; muscovita y biotita muy abundantes, feldespatho ya coloreado en parte por óxidos de hierro; cuarzo fracturable; porosa la parte de contacto con AC, donde se presenta flujo subsuperficial; raíces frecuentes (medias y finas) que penetran la alterita.

Interpretación:

Perfil de incipiente desarrollo en una superficie de frecuente actividad morfogenética (deslizamiento/derrumbe, erosión laminar). En la fase actual de estabilidad ha logrado desarrollar bajo bosque un horizonte Ah, muy rico en materia orgánica, pero que yace en material grueso y muy cerca de la roca. Suelo esqueletico de drenaje rápido que obliga a un desarrollo radical muy superficial.



#### 4.2.2.- Propiedades Químicas.

##### 4.2.2.1- La Materia Orgánica del suelo

Los valores de carbono orgánico en los horizontes superficiales (Ah) son muy altos, alcanzando valores promedios entre 9,94 - 10,3 % (más de 17 % de materia orgánica), encontrándose todavía a una profundidad de 50 cm valores de 4,32 % para el perfil 1, 2,2 para el perfil 2 y a 70 cm 2,2 % para el perfil 3 (Fig.10 ). Esta acumulación viene dada por las condiciones ambientales del área. Igual situación encontró Marquez (1985) en el Bosque experimental San Eusebio a 2000 msnm.

En la figura 10 se representa la variación del contenido de carbono orgánico en función de la profundidad para cada uno de los perfiles. En M1, sitio de pendiente intermedia, se observa la disminución gradual desde la superficie hasta 50 cm de profundidad, manteniendo en todo este sector valores muy altos. La relativa poca actividad biológica en estos suelos permite relacionar este comportamiento de los contenidos de materia orgánica con el de las raíces, las que son abundantes de 0 - 50 cm con reducción gradual de arriba hacia abajo. Además de ello, por supuesto, la baja tasa de mineralización determinada por la baja temperatura, la acidez de los suelos y la constantemente alta humedad.

En M2, el lugar de pendiente menos inclinada (y con el mayor nivel de humedecimiento) se observa un alto contenido de Carbono orgánico (el mayor en los tres perfiles) que se reduce abruptamente a los 34 cm de profundidad, para luego reducirse nuevamente a los 50 cm. Ello parece estar

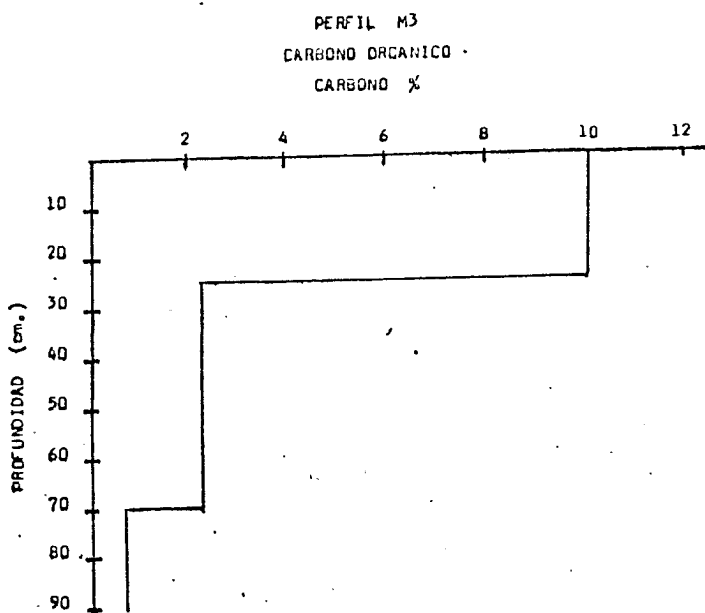
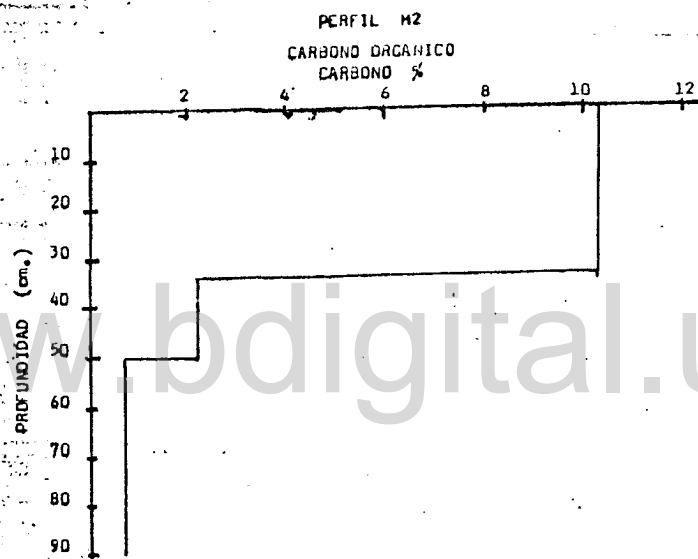
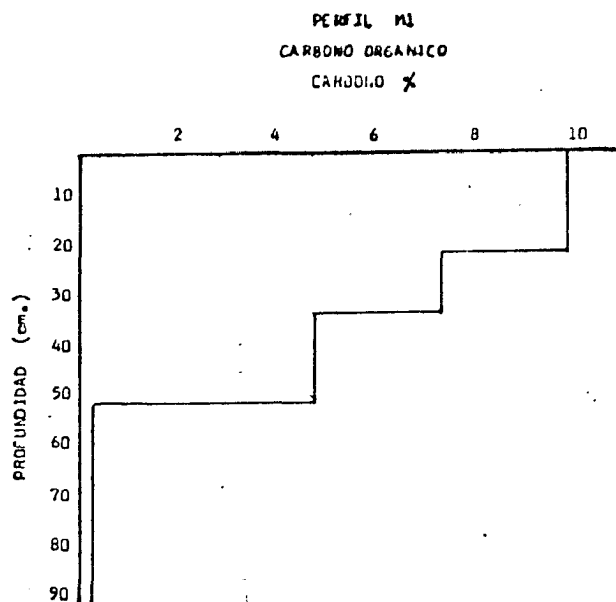


FIG.10 CONTENIDO DE CARBONO ORGANICO

relacionado igualmente con el contenido de raíces finas, el que a su vez está siendo influenciado por el cambio en las propiedades hidrológicas del perfil a ese nivel (aumenta la densidad del suelo y se reduce la permeabilidad). Además se observa una marcada tendencia al desarrollo de las raíces gruesas muy superficialmente y con gran densidad y extensión.

En M3 la reducción drástica ocurre a menor profundidad que en los otros perfiles (a 25 cm de profundidad) pero su magnitud es a niveles equivalentes a los de M2, es decir, en M3 se repite el esquema de M2, pero en M3 el factor que limita el desarrollo radical en profundidad es la pedregosidad (presente ya a partir de 20 cm, con fuerte y rápido incremento hacia los 60 - 70 cm donde aparece la alterita del granito). Por otra parte la tendencia al desarrollo radical superficial extenso (especialmente de raíces gruesas) en estos suelos, aquí parece relacionarse con la alta pendiente. Ante la imposibilidad de profundizar, las raíces se extienden horizontalmente para posibilitar el anclaje. Ello obliga al bosque a reducir el número de árboles posibles de gran porte.

#### 4.2.2.2- Relación Carbono/Nitrogeno (C/N)

La relación carbono nitrogeno varía entre 8,8 y 11,8 en los primeros 34 cm, los que se consideran valores óptimos.

Ochoa, et al (1981) han reportado valores de relaciones C/N de 13,90 para bosques húmedos montañosos, similares a los hallados por Marquez 1985 en San Eusebio. Ello permite acentuar la importancia de la baja temperatura, el excesivo humedecimiento y la alta acidez en los suelos como factores

responsables de la baja tasa de mineralización.

#### 4.2.2.3.- El Complejo Absorbente

Esta constituido por las fracciones minerales y orgánicas en estado coloidal. En este punto será analizada la influencia de esta fracción en la CIC, pH, y cationes cambiabiles.

En la tabla 3 se presentan las variaciones de la capacidad de intercambio catiónico estimada por el método del acetato de amonio 1N a pH 7; igualmente la CIC de la fracción húmica (CIC<sub>fh</sub>), a partir de la siguiente ecuación (Malagón, 1981):

$$\text{CIC}_{\text{fh}} = 2 * (\%M0)$$

Tabla 3.- Capacidad de intercambio de cationes y factores asociados.

Perfil, horizonte y profundidad.	CIC meq/100gr	%M0	%A	CIC <sub>fh</sub> (meq/100gr)	CICe
Ah 0 - 32 cm	29,50	17,09	14,00	34,18	8,21
M1 AC 35 - 52 cm	11,00	8,26	8,00	16,52	2,85
C 52 -106 cm	6,00	0,60	12,00	1,20	1,80
Ah 0 - 34 cm	41,00	17,72	22,00	35,44	8,75
M2 B 34 -112 cm	9,00	3,90	15,00	7,80	2,96
C 112 -140 cm	8,50	1,31	12,00	2,62	3,34
Ah 0 - 25 cm	33,50	17,37	20,00	34,74	10,06
M3 AC 25 - 70 cm	9,25	3,99	8,00	7,98	2,72
C 70 -100 cm	4,50	1,31	8,00	2,62	0,83

A partir de la tabla anterior, se observa que los perfiles 2 y 3 presentan valores muy altos de CIC (41,0 - 33,5 meq/100gr) y el perfil 1 valores altos (29,5 meq/100gr) en los horizontes superficiales. De igual manera la CIC<sub>fh</sub> calculada, expresa la enorme influencia de la materia orgánica en la capacidad de intercambio catiónico total en los horizontes superficiales. Al aumentar la profundidad disminuye esa influencia y la fracción arcillosa aumenta su importancia. Ello explica y forma parte de los especiales mecanismos nutricionales de los bosques tropicales sobre suelos de muy baja fertilidad natural.

Además permite inferir el impacto ecológico y el grave deterioro del suelo al perderse el horizonte Ah por erosión y con ello la casi totalidad de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

#### 4.2.2.4.- Variaciones del pH y de la acidez cambiante ( $Al^{3+}, H^+$ )

En el perfil M1 (fig. 11) el pH es muy ácido para todos los horizontes, incrementándose con la profundidad (4,3 - 4,95). Lo que se relaciona perfectamente con la cantidad de  $H^+$  y  $Al^{3+}$  cambiante presente en cada horizonte. En el horizonte más superficial la cantidad de estos cationes triplica la cantidad presente a partir de 50 cm de profundidad. La mayor concentración de  $H^+$  se explica por la mayor cantidad de materia orgánica, la actividad biológica, la respiración de las raíces y el aporte de  $CO_2$  y  $H_2CO_3$  con el agua de lluvia, todo lo cual conduce a mayores niveles de ácido carbónico y ácidos orgánicos,

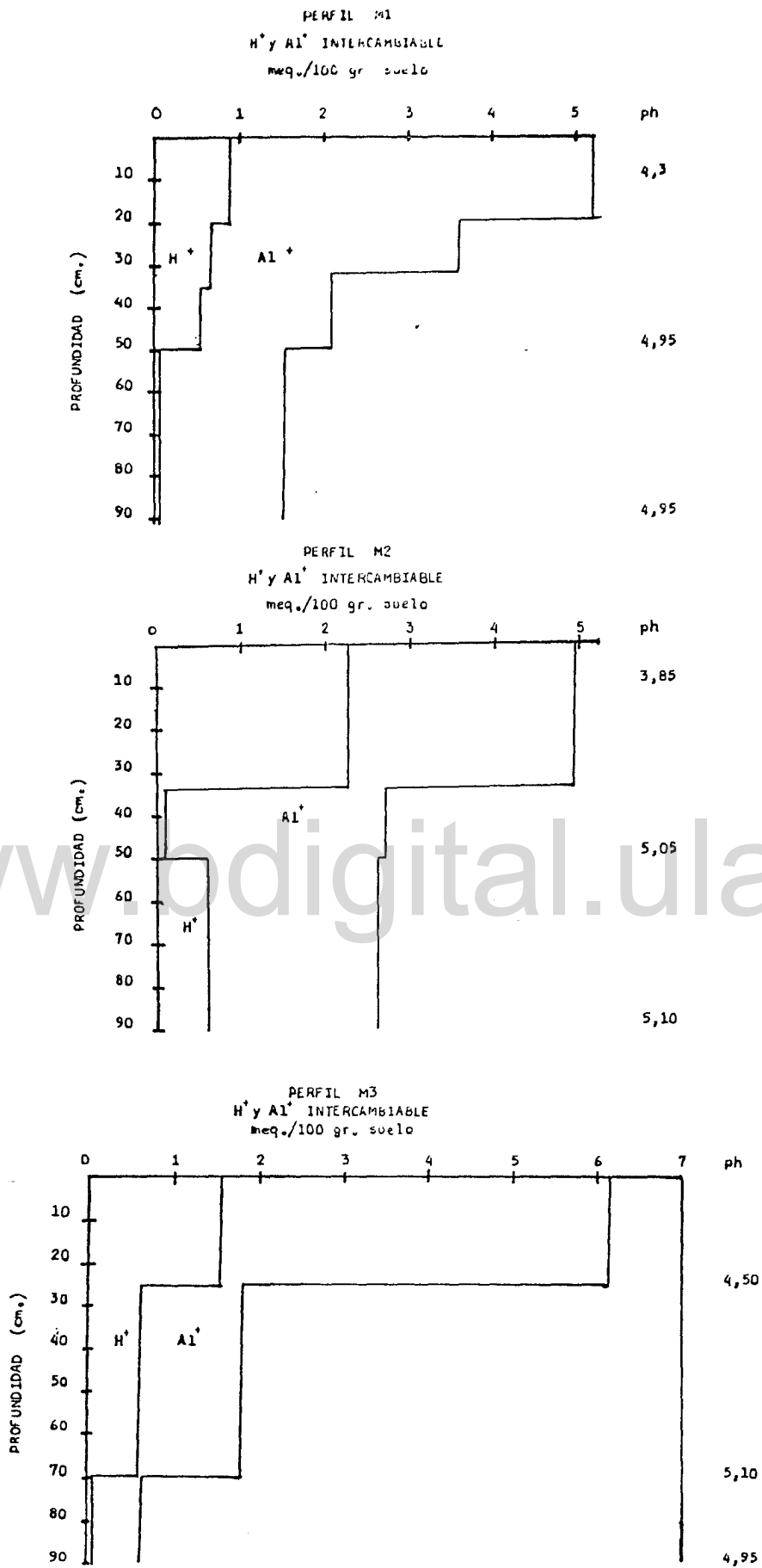


FIG. II VARIACION DE LA ACIDEZ CAMBIABLE Y DEL pH

que al disociar liberan hidrogeniones; además influye la mayor CIC en el horizonte superficial (Franco, 1987). La mayor concentración de  $Al^{3+}$  en los horizontes superficiales de estos suelos pudiera obedecer a tres fenómenos:

a.- La liberación del  $Al^{3+}$  por desintegración de los minerales silicatados, consecuencia de la alta acidez.

b.- La mayor CIC y la menor cantidad de bases cambiables.

b.- La absorción parcial del  $Al^{3+}$  por las raíces y posterior deposición a través de la hojarasca en el suelo, originando su concentración en horizontes de mayor contenido de materia orgánica.

En el perfil M2 se presenta un pH extremadamente ácido en los primeros 32 cm, debido a las cantidades significativamente altas de  $H^+$  en adición al  $Al^{3+}$  cambiante. La acidez es menor en los dos horizontes restantes, a pesar de mantenerse alto el  $Al^{3+}$ . Este comportamiento del  $Al^{3+}$  está en concordancia con el mayor desarrollo pedogenético de este perfil y la presencia del horizonte Bw.

En el perfil M3 el pH varía de 4,5 a 5,1, observándose una gran diferencia y abrupta reducción del  $H^+$  y  $Al^{3+}$  al pasar del horizonte más superficial a los subyacentes, lo que obedece a las razones ya explicadas, pero además a la presencia a partir del segundo horizonte de material rocoso meteorizado pero en menor intensidad, siendo el suelo de menor desarrollo pedogenético de todos. El horizonte C aquí presenta la menor alteración relativa y la consecuente menor cantidad de

acidez cambiabile.

#### 4.2.2.5.- Cationes Cambiables (Ca, Mg, K, Na) y Porcentaje de Saturación en bases.

En la tabla 4 se presentan los cationes cambiiables y el porcentaje de saturación en bases para cada perfil. Se observa que el Mg y el K presentan valores bajos en los horizontes superficiales y por debajo de éstos los contenidos son extremadamente bajos. En lo referente al Ca y Na respectivamente, estos elementos se hallan presentes en muy bajas cantidades en los tres perfiles, con ligeros incrementos en los horizontes superficiales, todo lo cual se puede asociar con la poca cantidad de minerales portadores de estos elementos en el gneis, granito y esquistos micáceos de la formación Sierra Nevada y al ciclaje de nutrientes con la materia orgánica. En los tres perfiles se ve que todos los cationes cambiiables (Ca, Mg, K, Na) disminuyen sus contenidos en función de la profundidad. Marquez (1985) en el estudio de doce (12) perfiles en el Bosque Experimental de San Eusebio reporta el mismo comportamiento. Y además explica que el ecosistema almacena su mayor reserva de nutrientes en el primer horizonte, permaneciendo en el suelo a corto plazo, pues las raíces los absorben de nuevo completando el reciclaje continuo de los mismos. Puede afirmarse que la casi totalidad de las reservas cambiiables de bases están en el horizonte superficial de estos suelos, además de las reservas en la materia orgánica.

En la misma tabla se observa que todo el perfil M2 y los horizontes subsuperficiales de los perfiles M1



y M3, presentan una saturación en bases extremadamente baja, excepto los horizontes superficiales de los dos últimos que poseen valores muy bajos. Además para éstos, a profundidades variables entre 52 y 90 cm hay un aumento de los porcentajes de saturación debido a la meteorización del material parental que contribuye a liberar bases.

En M2, el suelo de mayor humedecimiento se presentan los mínimos valores de saturación en bases.

Tabla 4.- Cationes cambiabiles y Porcentaje de saturación en bases para los tres perfiles.

Perfil, horizonte y profundidad.	Cationes Cambiabiles (meq/100 gr)				Porcentaje de saturación en bases (%)
	Mg	K	Ca	Na	
M1 2700 msnm Ah1-2 0 - 32cm	1,19	0,54	0,23	0,09	7
Ah3 35 - 52cm	0,08	0,08	0,01	0,04	2
C 52 -106cm	0,03	0,11	0,01	0,05	3
M2 2628 msnm Ah 0 - 34cm	0,64	0,75	0,10	0,06	4
Bw/B3 34- 112cm	0,02	0,10	0,00	0,04	2
C 112 - 140cm	0,02	0,08	0,02	0,04	2
M3 2685 msnm Ah 0 - 25cm	1,46	0,66	0,21	0,05	7
AC 25 - 70cm	0,09	0,20	0,00	0,03	3
C 70 - 100cm	0,06	0,07	0,01	0,05	4

#### 4.2.3.- Propiedades Físicas.

Los resultados de los análisis físicos de los suelos estudiados se presentan en la tabla 5.

##### 4.2.3.1.- Textura.

La distribución de partículas por tamaño reveló un predominio de texturas Franco, Franco arenoso y Arenoso franco, lo cual refleja la influencia de materiales parentales relativamente poco pedogenetizados. No ha ocurrido un proceso intenso de neoformación de arcilla, el cual se aprecia en fase inicial en el perfil M2.

Los tres perfiles presentan cierta homogeneidad textural interhorizontes. Predominan los altos contenidos de arena (mayores al 50 %) con un claro aumento con la profundidad. El perfil de textura más gruesa y mayor gravosidad y pedregosidad es el M3 (100 % pendiente) y el de textura más fina es el M2, de menor pendiente y mayor desarrollo pedogenético. De igual forma el M3 es de relativo menor humedecimiento y el M2 el de mayor humedecimiento a lo largo del año.

##### 4.2.3.2.- Densidad Aparente.

Los valores de densidad aparente varían entre 0,30 y 1,20 g/cc, con una marcada tendencia a aumentar con la profundidad ( ver tabla 5).

En superficie se hallaron los valores de densidad más bajos (0,30 - 0,41 g/cc), lo que se relaciona con los altos contenidos de materia orgánica y la alta densidad de raíces finas.

Los máximos valores de densidad de

estos suelos (0,99 - 1,20 g/cc) se asocian con los menores contenidos de materia orgánica; sin embargo se corresponde con los menores valores de los horizontes Ah de los bosques de tierra caliente (Franco, 1982; Diaz y Franco,1988).

Tabla 5.- Resultados de los Analisis Fisicos

Perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Densidad Aparente g/cc	Esqueleto Grueso 2mm	Granulometria %a	%A	%L	Clase Textural
	Ah	0 - 32	0,37	32,14	50	14	36	F
M1	AC	35 - 52	1,03	2,99	65	8	27	Fa
	C	52 -106	1,20	17,73	68	12	20	Fa
	Ah	0 - 34	0,41	18,14	54,4	22	23,6	FAa
M2	Bw-B3	34 -112	0,93	14,34	55,6	15	29,4	Fa
	C	112 -140	0,99	20,34	48	12	40	F
	Ah	0 - 25	0,30	11,99	53,6	20	26,4	Fa
M3	AC	25 - 70	0,81	4,57	69	8	23	Fa
	C	70 -100	1,16	23,01	78,4	8	13,6	aF

#### 4.2.3.3.- Porosidad.

En la interpretación de la porosidad indica Franco (1982), además del valor total de ésta en el suelo, se debe considerar su distribución porcentual en base al tamaño, pues ello determina su funcionalidad en la relación agua/aire del suelo. El mismo autor indica que los macroporos son determinados por la textura y la estructura, mientras que los meso y microporos sólo por la textura.

Las curvas de retención de humedad de los suelos se presentan en las figuras 12 a 20.

En la figura 21 se presentan los diagramas de porosidad (total, macro, meso y microporos) y su variación con la profundidad, en los tres perfiles estudiados.

Pla (1977) citado por Michelena (1984) expresa que cuando los poros con radios mayores de 15 micras ocupan menos del 10 % de la porosidad total pueden presentarse problemas si los aportes de agua al suelo no pueden ser controlados.

En base a la tabla 6 y la figura 21 se determina que los perfiles estudiados presentan una alta proporción de macroporos ( $\phi$  > de 15  $\mu$ ) que drenan por efecto de la gravedad, posibilitando la aireación en el suelo y mesoporos que retienen el agua entre 330 - 15000 mb, constituyendo la reserva de agua disponible en el suelo para las plantas, además microporos que retienen el agua a más de 15000 mb de tensión de adsorción.

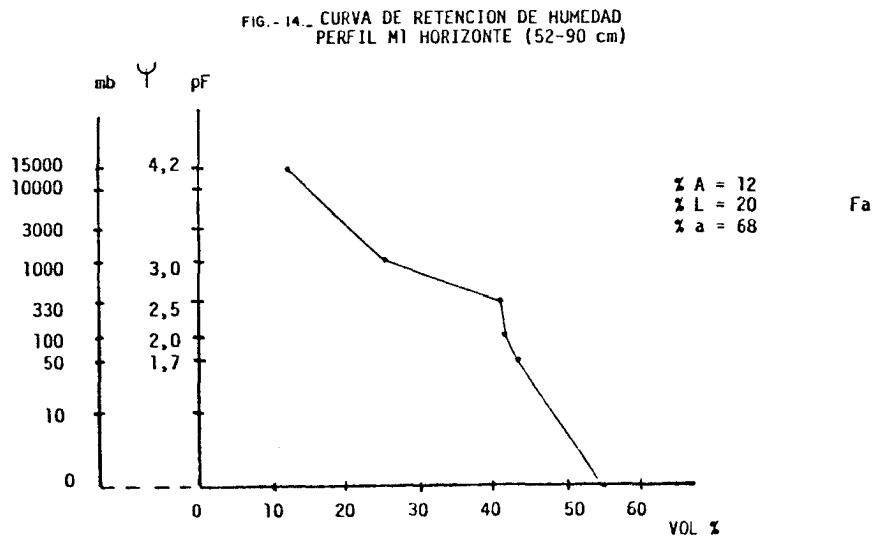
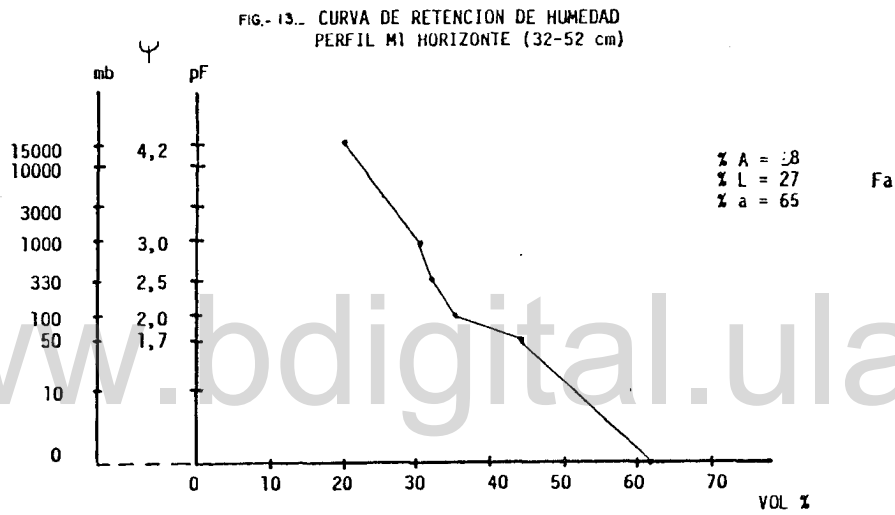
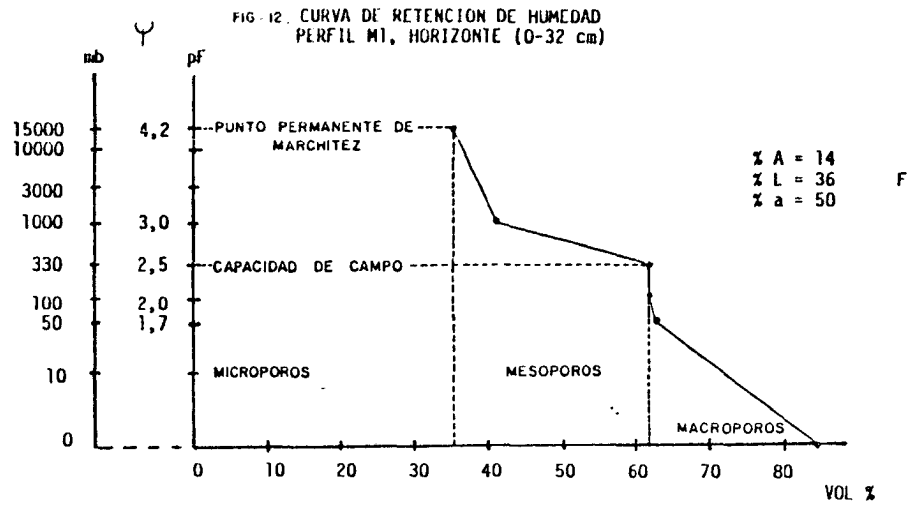


FIG.-15. CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD  
PERFIL M2 HORIZONTE (0-34 cm)

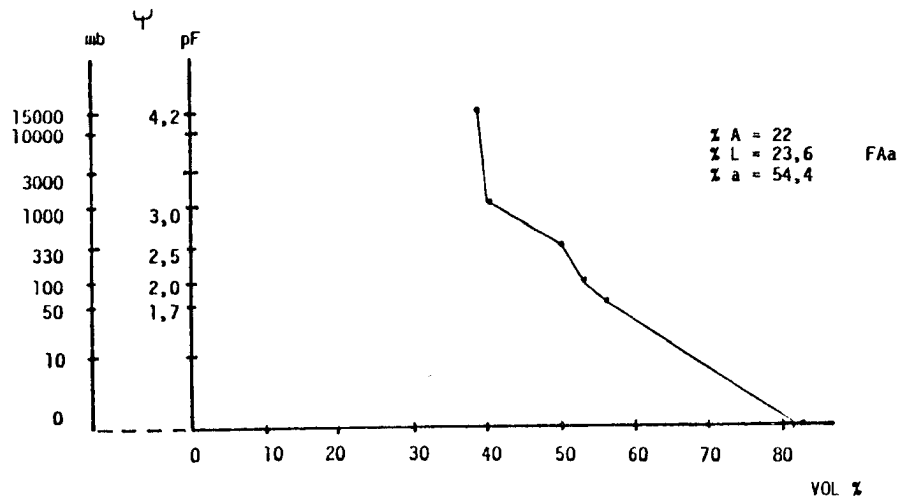


FIG.-16. CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD  
PERFIL M2 HORIZONTE (35-45 cm)

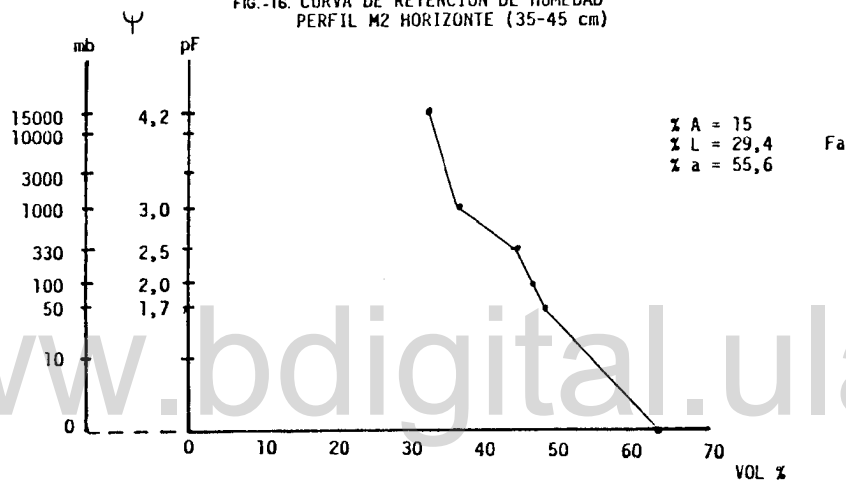


FIG.-17. CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD  
PERFIL M2 HORIZONTE (80-90 cm)

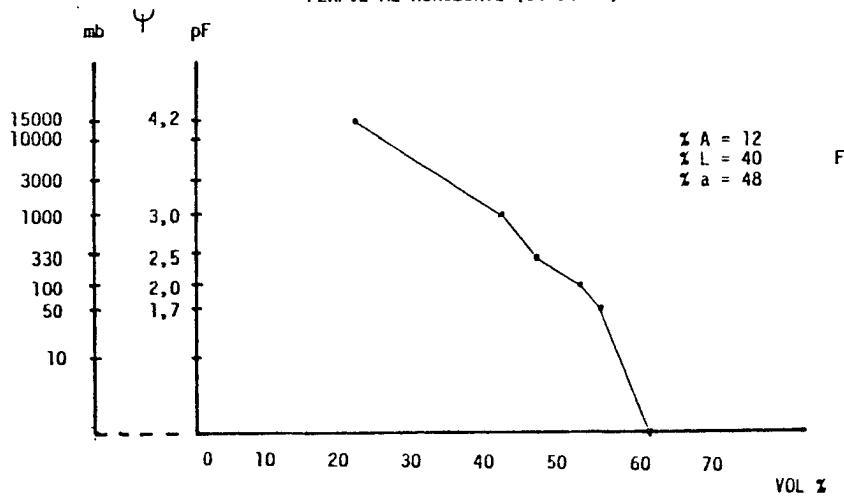


FIG. - 18. CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD  
PERFIL M3 HORIZONTE (0-25 cm)

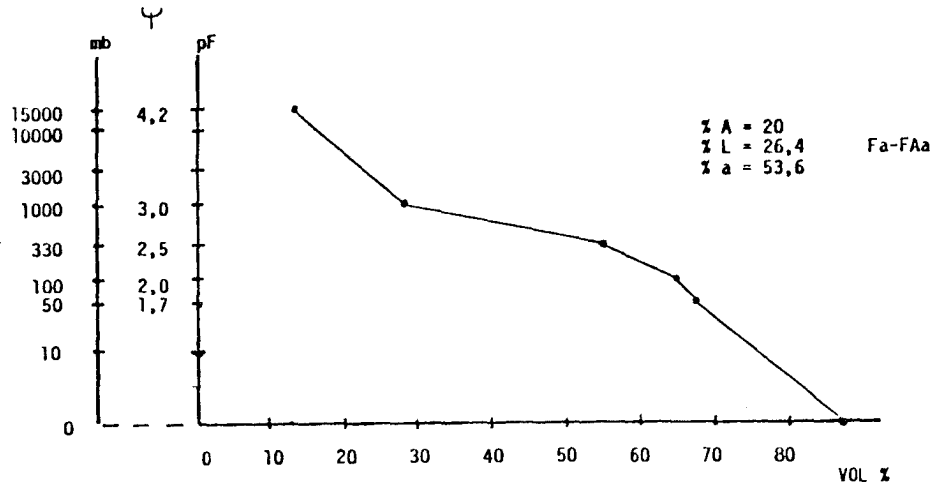


FIG. - 19. CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD  
PERFIL M3 HORIZONTE (25-75 cm)

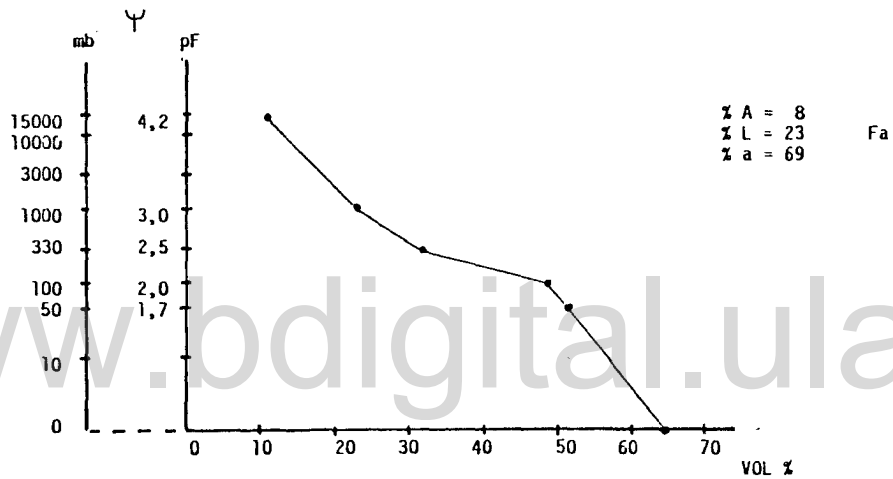
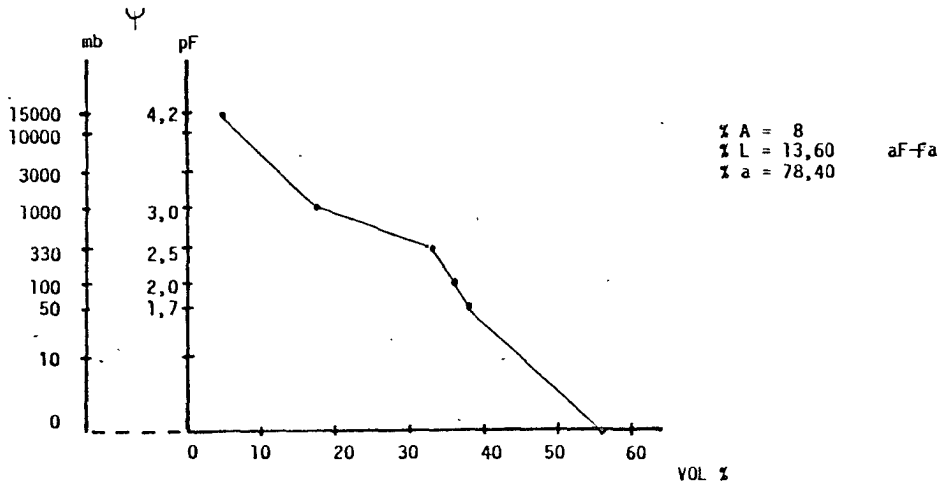


FIG. - 20. CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD  
PERFIL M3 HORIZONTE (70-100 cm)



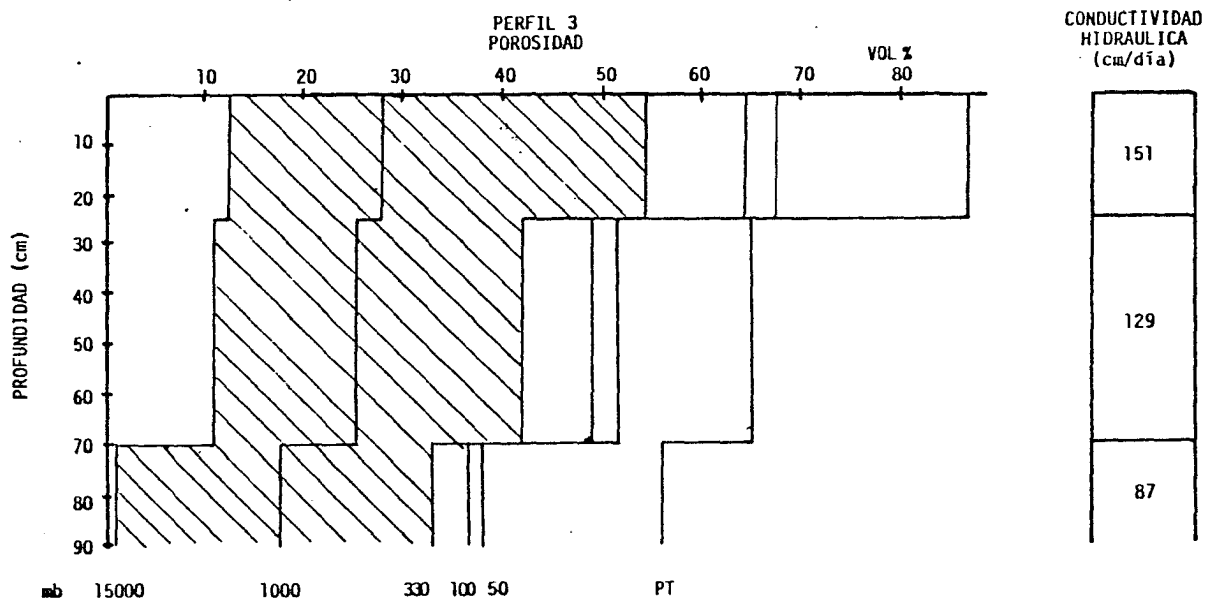
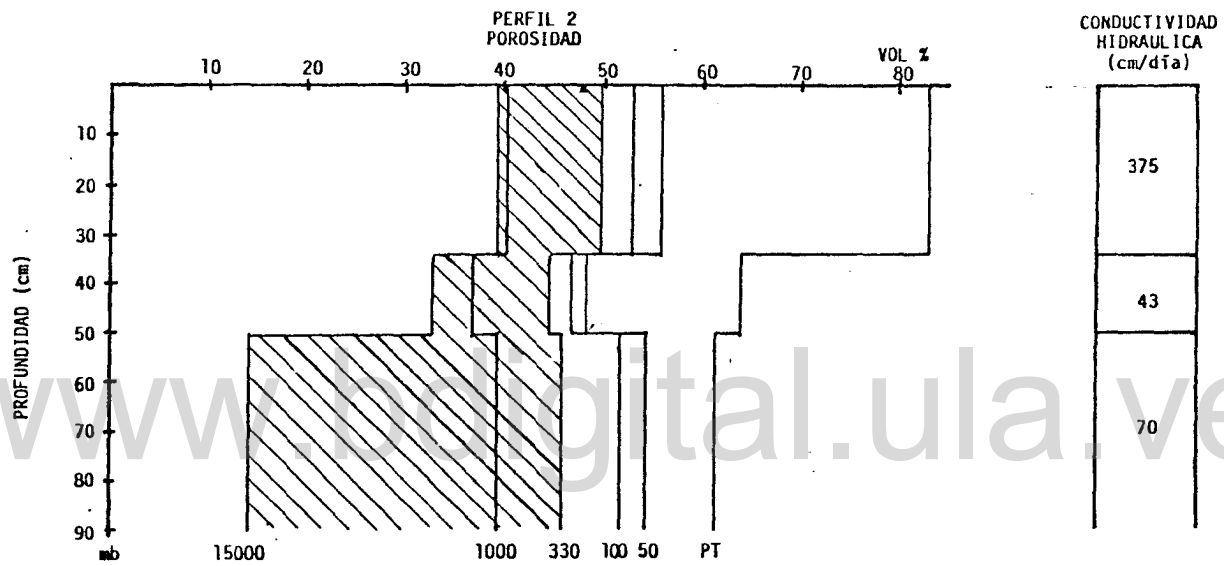
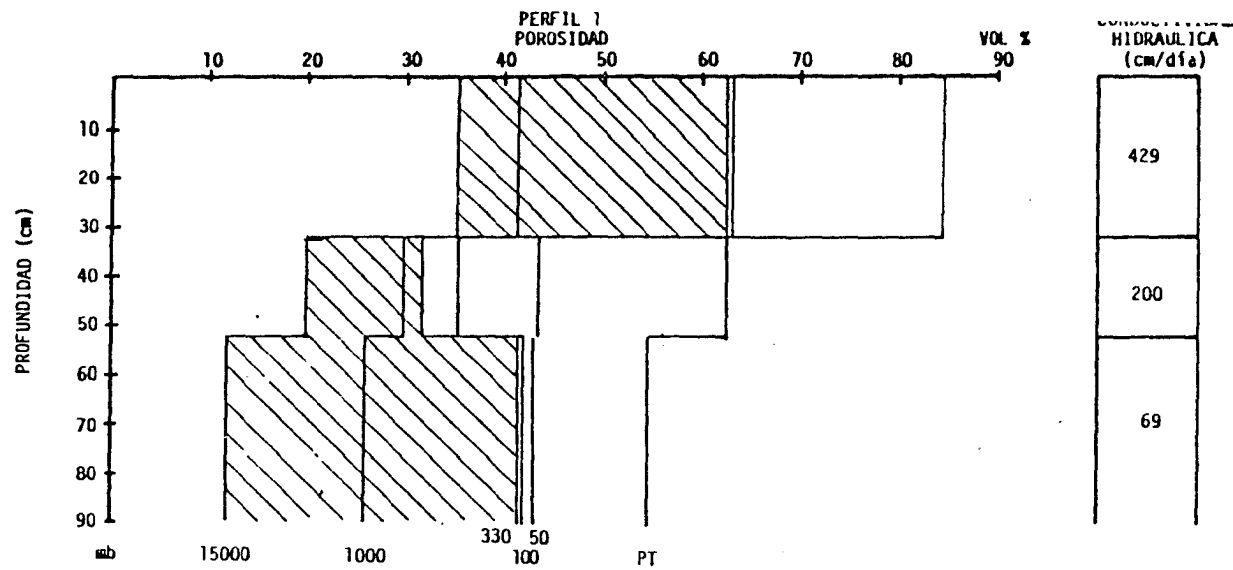


FIG. 21.. DIAGRAMA DE POROSIDAD



Tabla 6.- Retención de humedad para tensiones de 0, 50, 100, 330 (Minicámaras) y 1000 - 15000 mb (Ollas de presión).

Perfil	Horizonte	Pt	50	100	330	1000	15000
M1	Ah1-2	84,52	62,72	62,52	62,52	41,64	35,54
	Ah3	62,26	43,76	35,26	31,76	30,60	20,26
	C	54,59	43,39	41,90	41,52	25,91	11,98
M2	Ah	82,77	55,77	53,27	50,77	40,46	39,56
	Bw/B3	63,96	48,65	46,90	44,90	37,06	32,96
	C	61,13	54,70	52,00	46,00	39,73	20,72
M3	Ah	87,45	65,57	64,87	54,70	27,91	12,50
	AC	65,00	51,60	48,80	42,00	22,89	10,96
	C	56,10	38,05	36,70	33,00	17,69	4,64

#### 4.2.3.4.- Conductividad Hidráulica.

En la figura 21 se presentan los valores promedios de conductividad hidráulica y su variación con la profundidad. Se observa en general una disminución de la misma con la profundidad, hallándose los valores máximos en el horizonte superficial, de menor densidad y mayor porosidad y los mínimos en los horizontes subyacentes. Estos valores varían entre 429 y 43 cm/día, correspondiendo los máximos valores al horizonte Ah y los mínimos a los subyacentes. Para la interpretación de estos valores se utilizó una tabla citada por Malagón (1982), y los resultados obtenidos son los siguientes: en el horizonte Ah predomina la clase alta para los perfiles M1, M2 y moderada a alta en el M3. Para los horizontes subyacentes prevalece la clase moderada para los perfiles M2 y M3 a excepción de los 35 - 52 cm

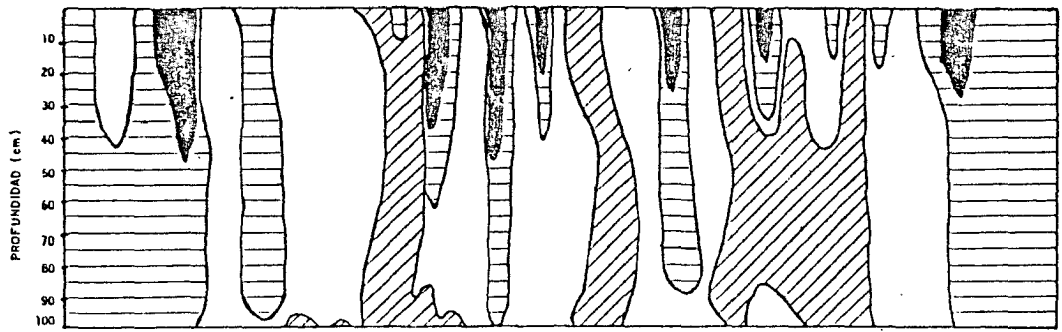
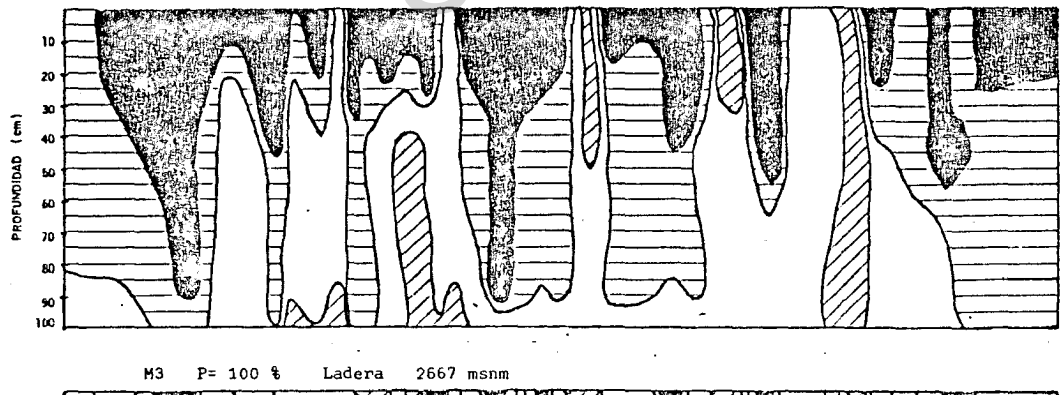
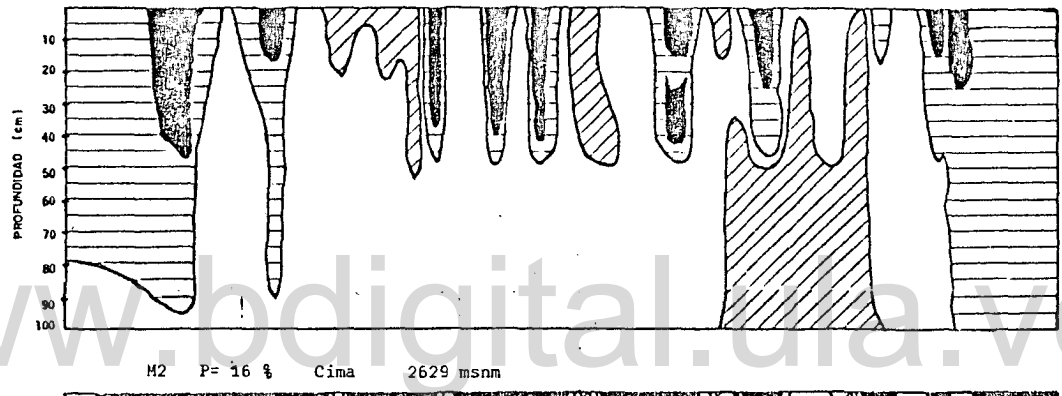
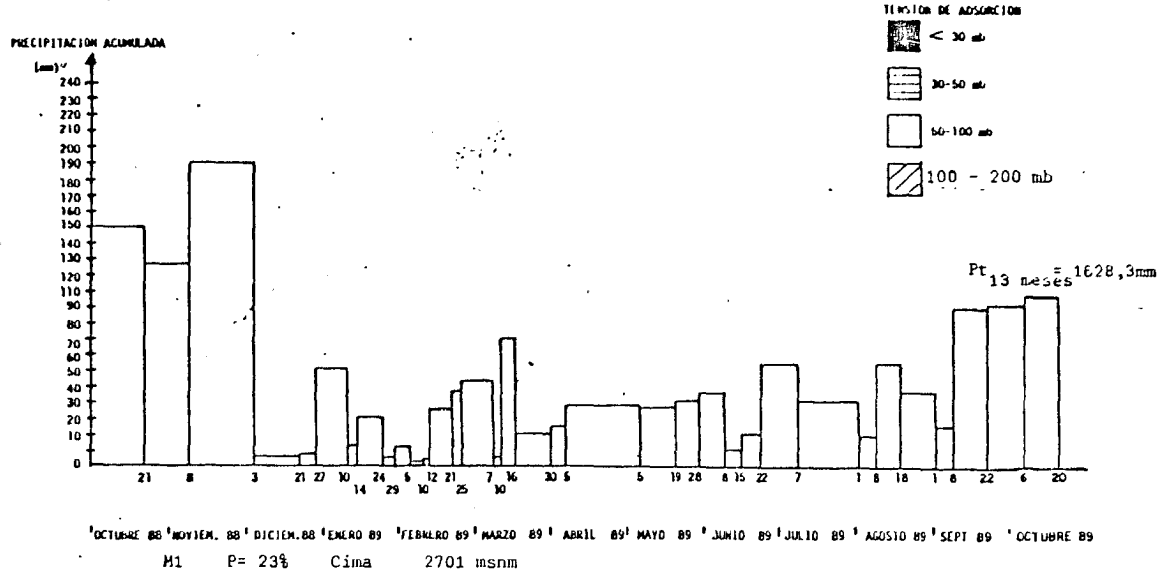
del perfil M1 que posee clase moderada a alta.

Varios autores citados por Malagón (1982) coinciden en expresar que los horizontes con valores de conductividad hidráulica pertenecientes a las clases de alta y moderada alta, presentan una relación agua/aire favorable, tanto de retención como de movimiento de agua. Todo ello reafirma la alta capacidad de estos suelos para aceptar grandes cantidades de agua, reduciendo al mínimo el escurrimiento superficial y favoreciendo los flujos subsuperficiales lentos, alimentadores de los caudales de estiaje de las corrientes en las cuencas altas.

#### 4.2.3.5.- Tensión de adsorción del agua en el suelo.

En el sitio M1 (fig. 22) con una pendiente de 23 % se observaron nueve períodos cortos y aislados con valores inferiores, a 30 mb de tensión de adsorción indicativos de un alto grado de saturación del suelo, los que se presentaron desde 0 hasta 45 cm de profundidad. Estos períodos de alta saturación se insertan dentro de períodos un poco más amplios con tensión de adsorción entre 30 y 50 mb que abarcan los meses de julio a noviembre de 0 a 100 cm de profundidad. Desde diciembre a junio predomina en el suelo una tensión de adsorción entre 50 y 100 mb, que aunque aun se corresponde con una saturación superior a la capacidad de campo garantiza una adecuada aireación del suelo, gracias a la extraordinaria porosidad total y especialmente macroporosidad en la parte

FIG. 22. PRECIPITACION Y TENSION DE ADSORCION DEL AGUA EN EL SUELO. LA MONTANA, MURTIENIL NORTE SIERRA NEVAJA MEXICA-VENEZUELA (2.950 msnm)



superior del perfil. En comparación con M2 este perfil presenta tensiones de adsorción superiores, indicativas de un drenaje más rápido y por consiguiente de una mejor aireación a lo largo de todo el año, mientras que en comparación con M3 este perfil se mantiene ligeramente más húmedo especialmente por debajo de los 50 cm de profundidad.

Durante los meses de Enero, Febrero, un corto periodo en Abril y los meses Julio y Agosto se observaron tensiones de adsorción entre 100 y 200 mb que se corresponden con capacidad de campo y constituyen los periodos más secos del suelo durante el año. Ello es expresión del balance establecido entre la alta humedad ambiental determinada por las precipitaciones, la alta humedad relativa del aire, la relativamente bajas temperaturas y la reducida evapotranspiración potencial, por una parte y la capacidad de evacuación del agua en los macroporos por acción de la gravedad y la pendiente.

El sitio M2 de una pendiente de 16 % posee obviamente la menor capacidad de evacuación del agua de los tres sitios y ello se expresa en la mayor frecuencia y duración de los periodos con tensión de adsorción inferiores a 30 mb; ello es más acentuado de 0 a 30 cm de profundidad donde pese a la altísima macroporosidad, en más del 80 % del tiempo la saturación del suelo es bastante alta. Por debajo de 40 cm de profundidad la tensión de adsorción predominante esta entre 30 y 50 mb y en proporción relativamente reducida de 100 a 200 mb. Todo ello confirma un cuadro de relativa alta saturación del suelo durante el año, equilibrado parcialmente gracias a la alta porosidad del suelo especialmente macroporos y a la pendiente del sitio. Esto

permite deducir que en sitios con pendientes menores del 5 % (casi planos) el grado de saturación debe ser casi total durante buena parte del año, lo que determina el cambio de la vegetación boscosa alta a vegetación de pantanos, bosques enanos y la acumulación de materia orgánica en el suelo para definir la formación de gruesos horizontes orgánicos, reportados por Hetsch y Folster (1976) en la selva nublada de San Eusebio y por Stadtmüller (1987).

El sitio M3 con pendiente de 100 % presenta un comportamiento sorprendentemente parecido al sitio M1, este suelo posee, pese a la alta, pendiente un horizonte Ah de menor espesor que el de los otros dos sitios más planos, pero con contenido de carbono y porosidad similares. En este suelo se observan periodos cortos y aislados de tensión de adsorción menores de 30 mb insertos en periodos más amplios de 30 a 50 mb. Igualmente se observan desde diciembre a Agosto la predominancia de las tensiones de 50 a 100 mb y de 100 a 200 mb especialmente por debajo de 45 cm de profundidad. Todo ello expresa el drenaje más rápido y la mejor aireación de este suelo.

Los resultados obtenidos en los tres perfiles son coincidentes con la observaciones hechas por Hetsch y Folster en la selva nublada de San Eusebio. En síntesis puede afirmarse lo siguiente:

a.- Todos los suelos presentan valores muy altos de materia orgánica, muy reducidos de densidad aparente y correspondientemente valores extraordinarios de porosidad.

b.- Las características climáticas de esta Selva nublada determinan en los suelos, independientemente

de su posición topográfica, valores de saturación y tensión de adsorción en el suelo iguales o superiores a la capacidad de campo durante todo el año.

c.- La relativa alta pendiente y los altos porcentajes de macroporosidad (poros que drenan por acción de la gravedad) permiten, a pesar del alto grado de humedecimiento, una adecuada aireación para la vegetación en pendientes superiores al 10 %.

d.- Los parámetros físicos e hidrológicos de los suelos, confirman la extraordinaria capacidad de los suelos de la selva nublada para absorber y retener el agua de las precipitaciones, haciendo de este ecosistema un reservorio hidráulico por excelencia.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

#### 4.2.4.- Caracterización Mineralógica.

##### 4.2.4.1.- Mineralogía de las arenas

La arena fue fraccionada en tres porciones :muy gruesa (1-2mm), gruesa (0,5-1mm) y media (0,32-0,50mm). Los minerales se expresaron en porcentaje después de haberse estudiado un número representativo de los mismos. Para ello se tomaron muestras para cada perfil y por horizonte para determinar los porcentajes de minerales en cada fracción. Los resultados se presentan para cada perfil en las figuras 23-25.

En el perfil M1 predomina el cuarzo, biotita y agregados polimineraleles en el orden del 70 %, sobre el resto de minerales, manteniéndose esta tendencia con la profundidad para las tres fracciones (fig. 23).

Solo se observó feldespatos en la fracción gruesa, por lo que se obtiene una relación cuarzo-feldespatos (Q/FL) muy baja (fig. 26), lo que implica una relativamente rápida meteorización del feldespatos en partículas menores a 0,5 mm.

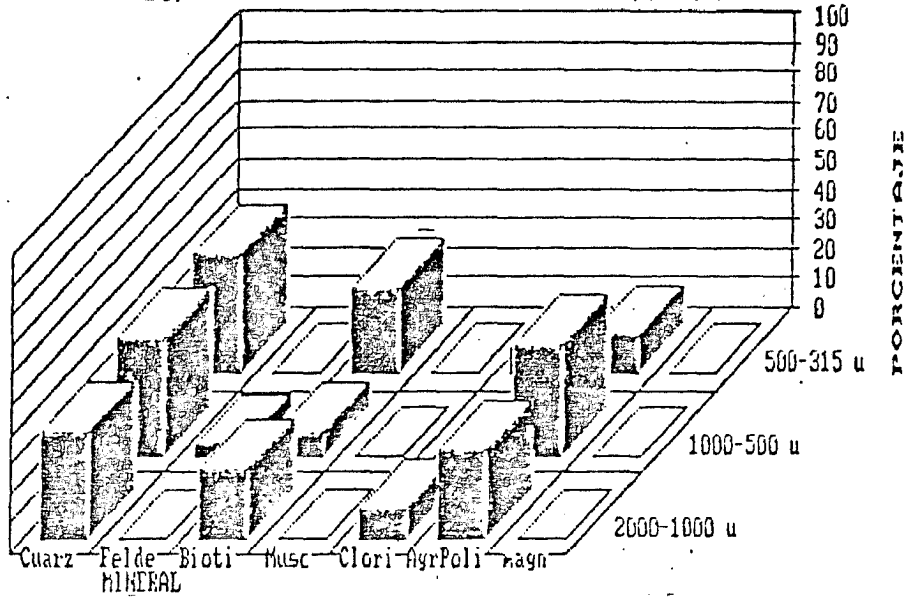
En el perfil M2 cuarzo, feldespatos y biotita obtienen los mayores porcentajes (fig. 24).

Entre 0 - 112 cm muscovita, clorita y magnetita no se observaron, al igual que agregados polimineraleles entre 112 - 140 cm de profundidad.

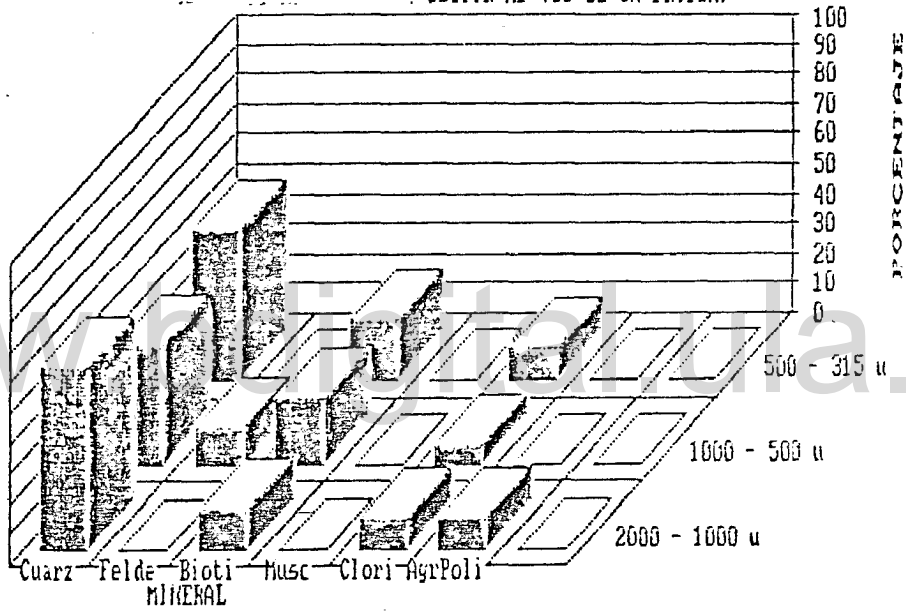
En el perfil M3 en las tres fracciones los minerales principales son cuarzo, feldespatos, biotita y agregados polimineraleles (fig 25).

Es notable la similitud en la

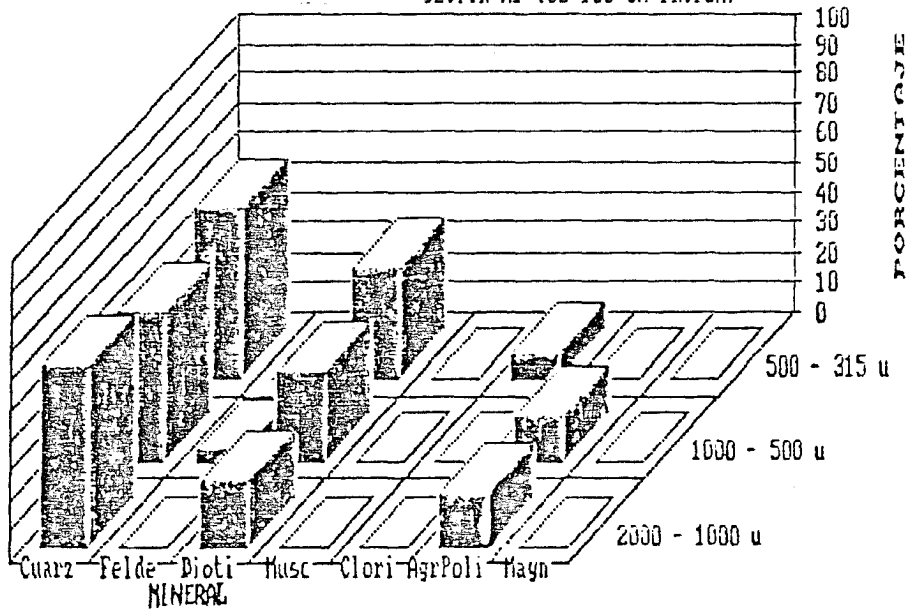
FIG. 23. ANALISIS MINERALOGICO SECTOR M1 (8-32 CM PROFUN)



SECTOR M1 (35-52 CM PROFUN)



SECTOR M1 (53-106 CM PROFUN)





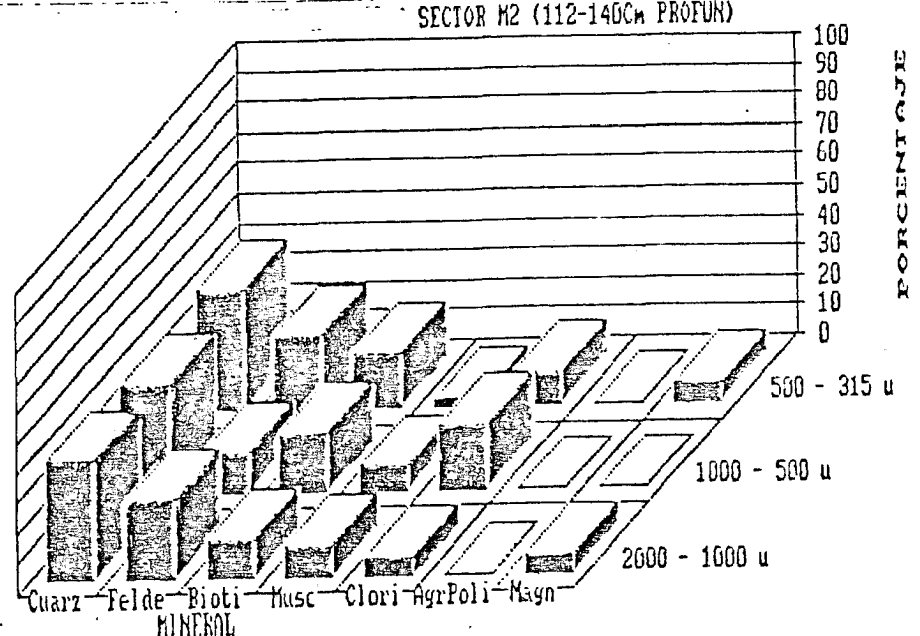
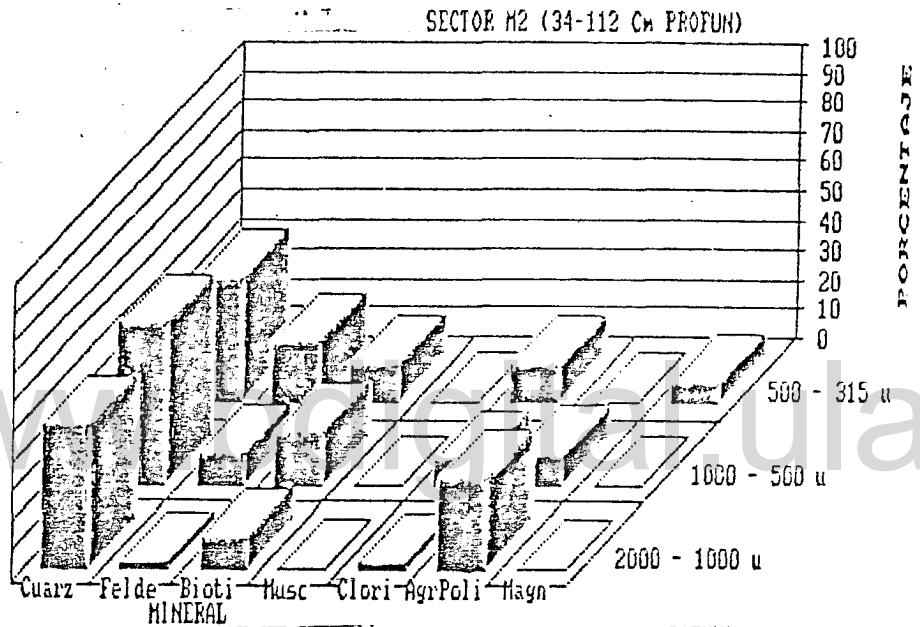
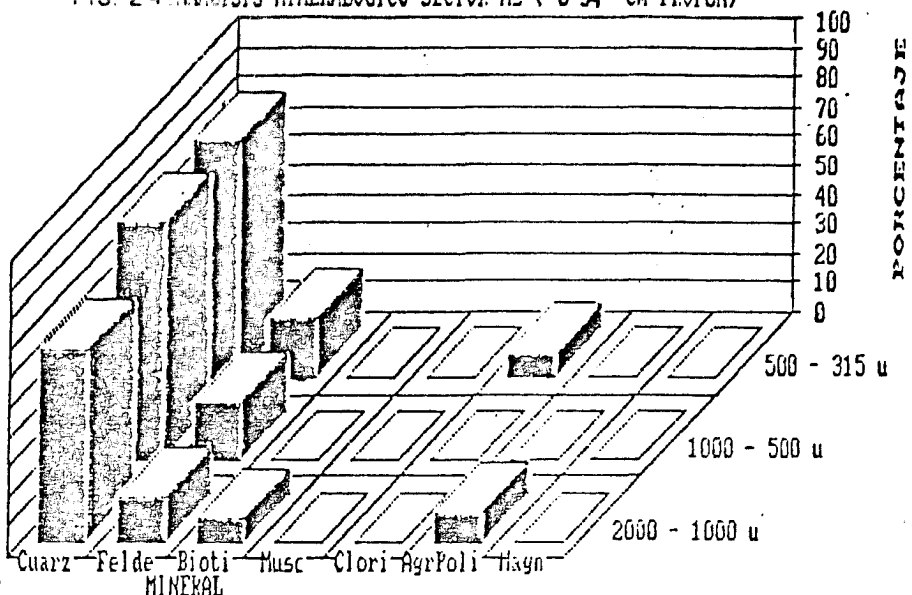
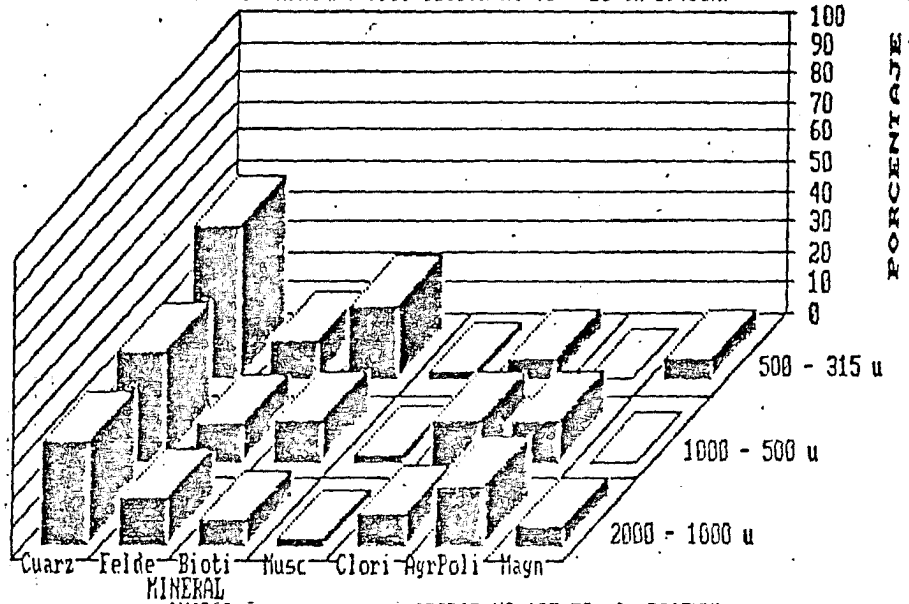
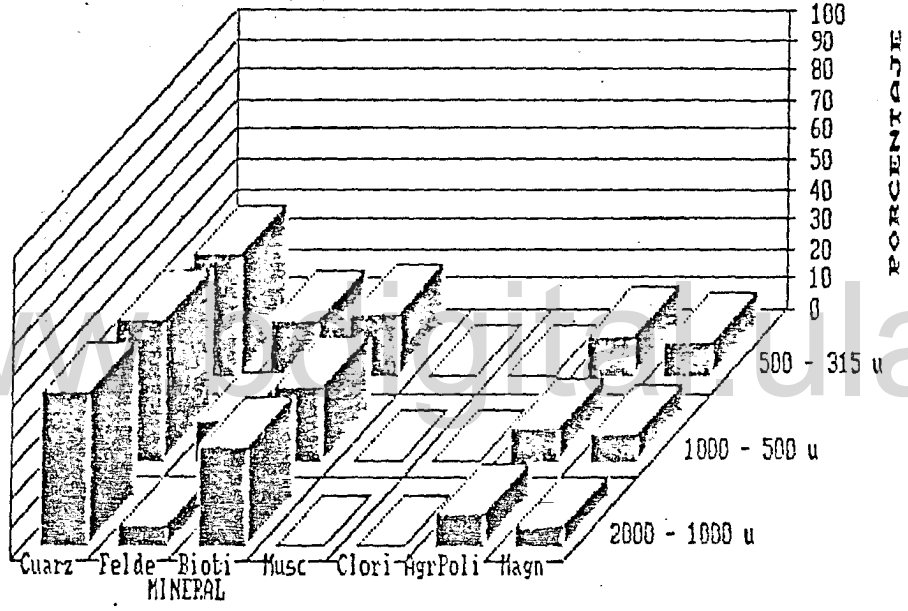


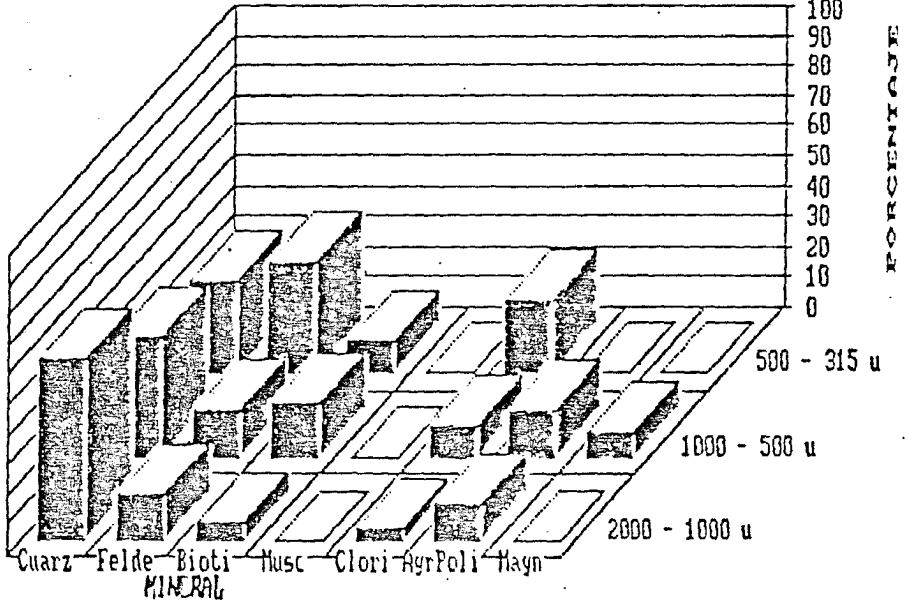
FIG. 25. ANALISIS MINERALOGICO SECTOR M3 (0 - 25 Cm PROFUN)



SECTOR M3 (25-70 Cm PROFUN)

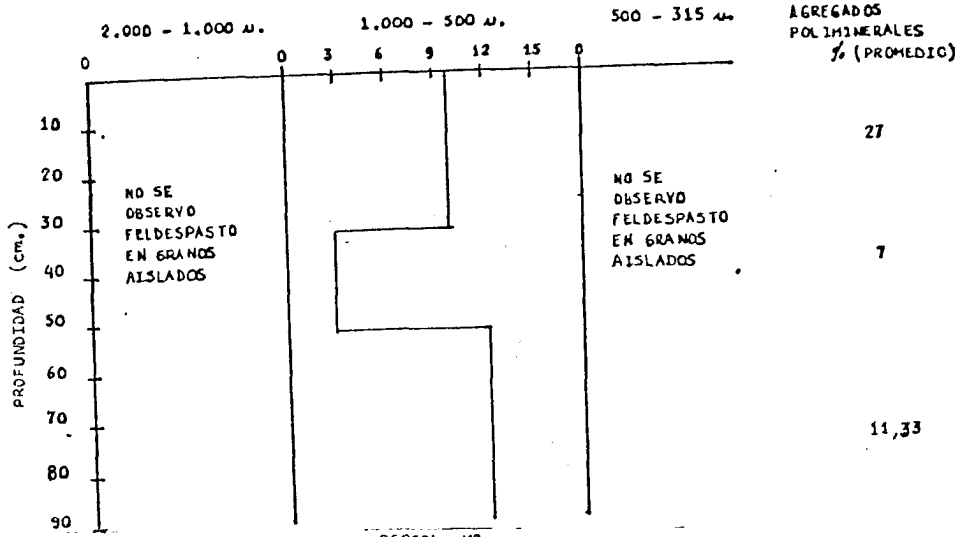


SECTOR M3 (70-100 Cm PROFUN)



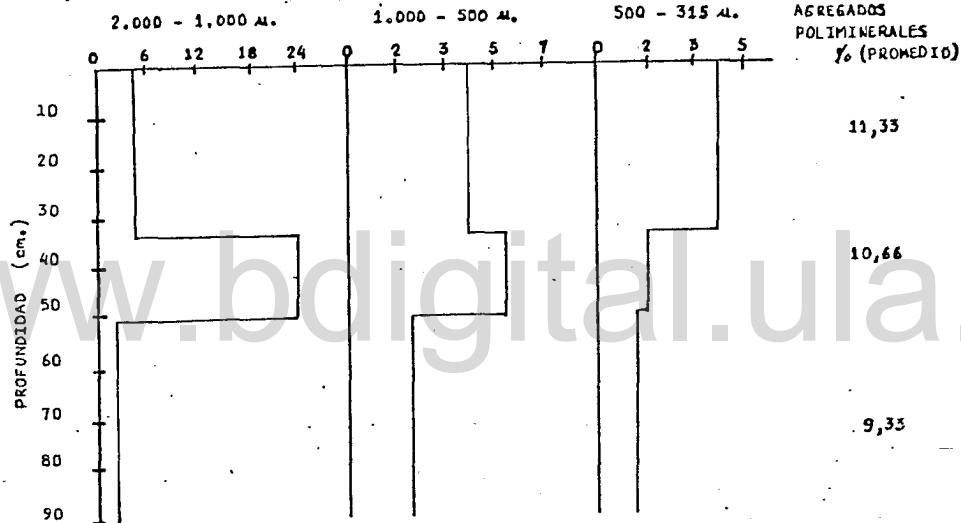
RELACION CUARZO - FELDESPASTO

PERFIL M1



RELACION CUARZO - FELDESPASTO

PERFIL M2



RELACION CUARZO - FELDESPASTO

PERFIL M3

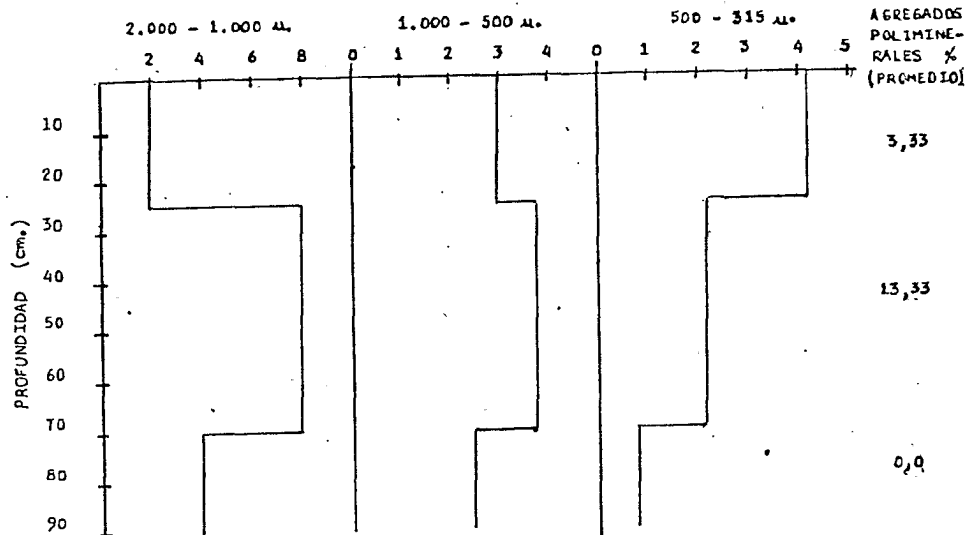


FIG. 26 RELACION CUARZO/FELDESPASTO PARA LOS TRES PERFILES

composición mineralógica cualitativa de los tres perfiles, lo que implica que la fuente del material parental en los tres sitios es muy similar, es decir, procede de la formación Sierra Nevada.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

.-CAPITULO V DISCUSION FINAL

Los suelos estudiados en la Toposecuencia presentan como principales factores formadores los siguientes:

a.- Geologia: corresponde al grupo Iglesias del Precámbrico (Facies Sierra Nevada), que se caracteriza en el Area fundamentalmente por gneises y esquistos micáceos. Los minerales de estas rocas, cuarzo, mica y feldespatho, en suelos juvenes determinan texturas arenosas y franco arenosas, con incremento en el contenido de arcilla al avanzar la evolución de los suelos. Los perfiles Troportents (M1 y M3) son franco arenosos y el perfil Humitropept (M2) alcanza texturas franco arcillo arenosas en el horizonte Bw, donde se cumple el proceso de formación de arcilla a partir de micas y feldespatho.

b.- Clima: corresponde al de selva tropical lluviosa de montaña segun Koeppen (1948). La Evapotranspiración es inferior a la precipitación durante el año (condiciones hiperhúmedas). Esto implica un balance hidrico positivo capaz de originar un permanente y alto humedecimiento en los suelos y flujo continuo hacia los fondos de valle.

c.- Formación Vegetal: Esta caracterizada como Selva Nublada en su piso más alto, es decir, un bosque medio siempre verde, medianamente denso, muy rico en epifitas y en bambues (Guadua spp.).

d.- Fisiografía y Tiempo: Hace aproximadamente 8000 - 10000 años antes del presente finalizó la última glaciación, de unos 50 - 60000 años de duración y durante la cual ocurrieron varias fases de erosión y deposición de material en las

vertientes que determinaron la distribución actual del material parental en las cimas, vertientes y valles y el grado inicial de meteorización. En los últimos 10000 años el clima húmedo ha acentuado el desarrollo de la vegetación y la meteorización química en los sectores planos, por una parte, y la frecuencia de derrumbes y deslizamientos en las laderas más empinadas, permitiendo el afloramiento de material rocoso fresco. Ello determina suelos más evolucionados en las áreas menos pendientes y más jóvenes en las de mayor inclinación.

Los factores formativos han generado procesos de evolución responsables de su diferenciación morfológica, entre ellos se presentan:

- a.- Adiciones de materiales esencialmente orgánicos.
- b.- Pérdidas debidas al balance hídrico positivo.
- c.- La morfodinámica muy activa ha rejuvenecido las vertientes más empinadas donde se va a encontrar la evolución pedogénica mínima.

Los perfiles M1 (Cima, P=23%) y M3 (ladera, P=100%) presentan una evolución incipiente (Entisoles) en posición de frecuente actividad morfogenética, siendo el menos inestable M1. Esta incipiente evolución se manifiesta a través de un perfil Ah/C. El perfil M2 (Cima, P=16%) es un suelo de desarrollo en fase juvenil (Inceptisol), siendo este el de mayor desarrollo de la toposecuencia estudiada.

En condiciones de pendientes medias (M1) el bosque presenta (Fig 27) la mayor dominancia, abundancia, altura media y fustes predominantemente rectos; en cambio hacia las pendientes fuertes (M3), disminuye mucho la abundancia, pero

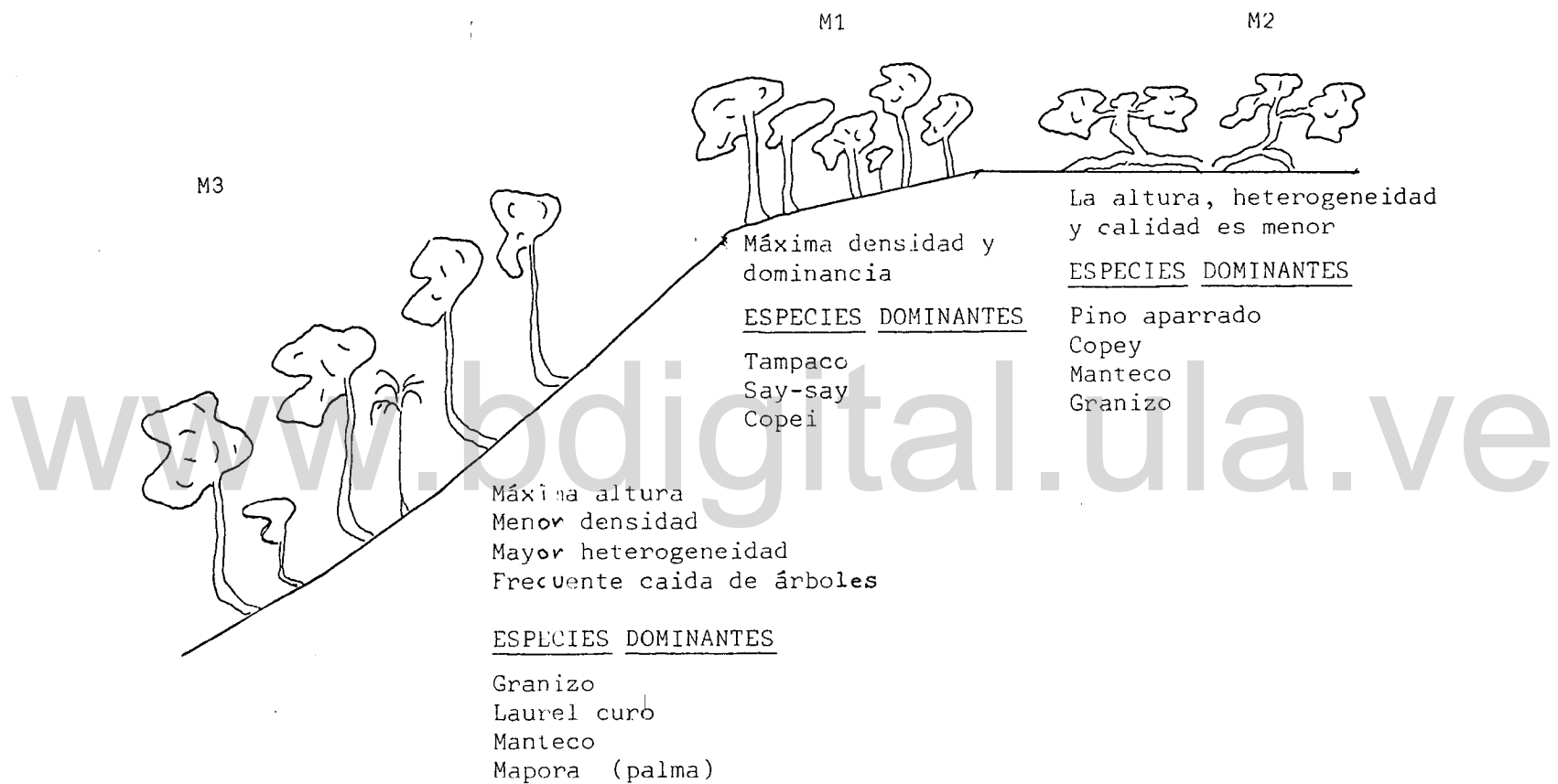


Fig.27 Relaciones Fisiografía-Vegetación

los árboles son más altos, disminuye la dominancia pero la heterogeneidad alcanza su máxima expresión. En este sitio los sistemas radicales son muy superficiales debido a la alta pedregosidad y reducida profundidad del suelo.

Hacia las pendientes planas (M2), la dominancia, la abundancia y las alturas disminuyen sensiblemente y su composición florística se hace menos heterogénea. Los troncos de mala forma (crecimiento casi horizontal) y las raíces gruesas superficiales aumentan.

En base a la Fotointerpretación se obtuvo que la parcela M1 corresponde al Bosque bajo dos de cima (BB2C), la parcela M2 al Bosque bajo uno de cima (BB1C) y la parcela M3 al Bosque medio de ladera (BML), siendo esta formación la más extensa y de allí su importancia en el comportamiento hidrológico de las microcuencas en la Vertiente Norte de la Sierra Nevada.

Los suelos de la Selva Nublada en material arenoso - franco arenosos desarrollan un alto contenido de materia orgánica (17 %) que si bien se reduce con la profundidad mantiene aún de 50 a 70 cm, valores equivalentes a los niveles promedios del suelo superficial en bosque de tierra caliente. Esto se relaciona con las bajas tasas de mineralización de la materia orgánica por razones climáticas y edáficas, pero, ante la relativa baja actividad biológica transportadora de material orgánico, los altos valores en profundidad de materia orgánica están más relacionados con la profundidad que alcance el desarrollo relativamente denso, de las raíces finas.



Las propiedades químicas de los suelos indican condiciones de alta acidez (pH 4,3-5,1). En el perfil M1 el pH es muy ácido (4,3-4,95), en M2 es extremadamente ácido en los primeros 32 cm, disminuyendo esta acidez con la profundidad; en el perfil M3 el pH varía de 4,5 a 5,1. La acidez se relaciona con la cantidad de  $H^+$  y  $Al^{3+}$  cambiante presente en cada horizonte.

En los cationes cambiables se encontró que el Mg y K presentan valores bajos en los horizontes superficiales y por debajo de estos los contenidos son extremadamente bajos. En lo referente al Ca y Na, estos elementos se hallan presentes en muy bajas cantidades en los tres perfiles, con ligeros incrementos en los horizontes superficiales, lo que se puede asociar, respectivamente, con la poca cantidad de minerales portadores de estos elementos en el gneis, esquisto y granito de la formación Sierra Nevada y al ciclo de nutrientes con la materia orgánica.

Los perfiles M2 y M3 presentan valores muy altos de CIC (41,0-33,5 meq/100gr) y el perfil M1 valores altos (29,5 meq/100gr) en los horizontes superficiales, disminuyendo con la profundidad, lo que indica la gran influencia de las sustancias húmicas en esta propiedad del suelo.

La saturación en bases es extremadamente baja, especialmente en el perfil M2 y los horizontes subsuperficiales de los perfiles M1 y M3.

Los tres perfiles presentan cierta homogeneidad textural interhorizontes. Predominan los altos contenidos de arena (mayores al 50 %) con un claro aumento con la

profundidad. El perfil de textura más gruesa y mayor gravosidad y pedregosidad es el M3 (100 % de pendiente) y el de textura más fina es el M2, de menor pendiente y mayor desarrollo pedogenético.

Los valores de densidad aparente varían entre 0,3 y 1,2 gr/cc, con una marcada tendencia a aumentar con la profundidad. Los valores más bajos de densidad se hallaron en los horizontes superficiales (0,3-0,4 gr/cc) como consecuencia de los altos contenidos de materia orgánica y la alta densidad de raíces finas. Los máximos valores de densidad de estos suelos (0,99-1,20 gr/cc) se asocian con los menores contenidos de materia orgánica.

En lo referente a porosidad los perfiles estudiados presentan una alta proporción de macroporos y mesoporos, como consecuencia de la textura gruesa y la buena estructuración.

Existe una disminución de la conductividad hidráulica con la profundidad encontrándose los máximos valores en los horizontes superficiales, de menor densidad y mayor porosidad, y los mínimos en los horizontes subyacentes.

Los rangos de tensión de adsorción del agua en el suelo varían de 30 a 200 mb a lo largo del año. El sitio M2 es el suelo con mayor humedecimiento seguido por M1. M3 el de mayor pendiente, presenta el menor humedecimiento.

El sitio M1 en comparación con M2 presenta tensiones de adsorción superiores, indicativas de un drenaje más rápido y por consiguiente de mejor aireación a lo

largo de todo el año, mientras que en comparación con M3 este perfil (M1) se mantiene ligeramente más húmedo, especialmente por debajo de los 50 cm de profundidad.

El sitio M2 (16%) posee la menor capacidad de evacuación del agua de los tres sitios, ello determina la mayor frecuencia y duración de los periodos con tensión de adsorción inferiores a 30 mb (cercanos a saturación total).

El muy alto contenido de materia orgánica (más del 17%) en el horizonte Ah y la alta densidad de raicillas presentes, determinan una muy baja densidad aparente del material (0,3-0,4 gr/cc) y una porosidad de valores extraordinariamente altos (80-90 %) en el horizonte Ah. Ello afecta positivamente al régimen hídrico al desviar la relación Escurrimiento superficial/Infiltración decisivamente hacia la infiltración (fig 28). De manera tal que aún a pendientes de 50 % no se origina escurrimiento superficial bajo el bosque y el que se origina durante eventos pluviales de alta intensidad a pendientes mayores es amortiguado fácilmente por la capacidad del horizonte Ah de captar y transmitir el agua subsuperficialmente. A ello se suma la capacidad del follaje de interceptar parte del agua de lluvia, la que se ha medido (Grimm y Fassbender, 1978) en el orden del 20 % de la precipitación anual.

Toda esta enorme e importante función reguladora del régimen hidrológico de las cuencas altas, por parte de la Selva Nublada y sus suelos se pierde radical y casi irreversiblemente, al sustituir la selva por pastizales o cultivos agrícolas. Ello obedece a la pérdida del follaje, a la

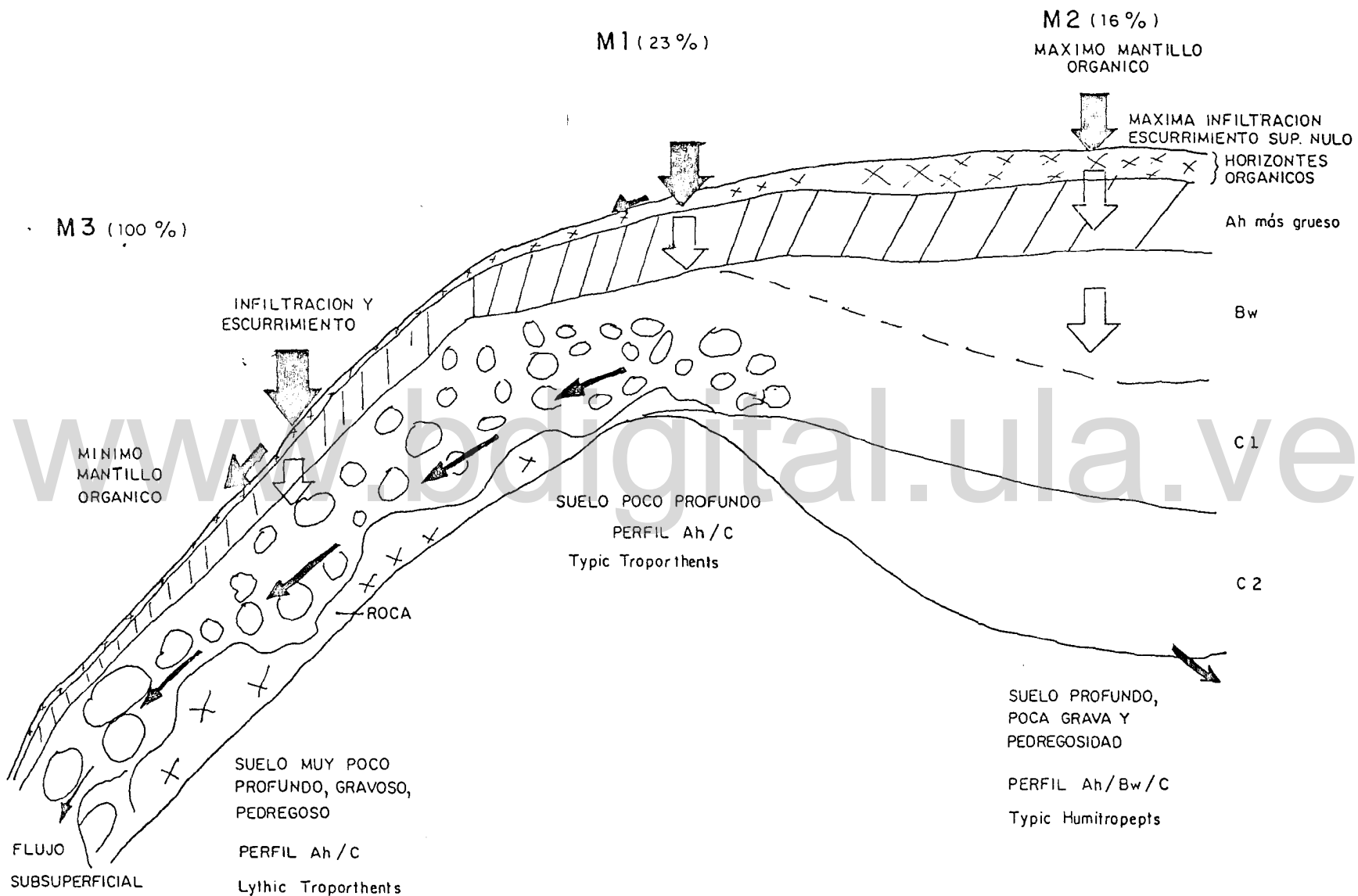


Fig. 28. Relaciones Fisiografía - Suelos - Hidrología

pérdida de la masa de raíces gruesas, medias y finas, a la reducción de la porosidad. Además de ello, pueden establecerse procesos erosivos que pueden acarrear la pérdida del suelo mineral superficial, lo que para el régimen hidrológico de las cuencas altas puede tener efectos catastróficos por reducción de la infiltración y capacidad de retención del agua, aumentando determinadamente el escurrimiento superficial.

En lo referente al análisis mineralógico es notable la similitud en la composición mineralógica de los tres perfiles, lo que evidencia la misma fuente de material parental para los tres sitios. La reducida cantidad de arcilla (minerales secundarios) y la presencia en proporciones importantes de muscovita, biotita y feldespatho en la fracción arenosa, es indicativa de la juventud de este material.

Los tres perfiles fueron clasificados de la siguiente manera:

Sector	Altitud (msnm)	Pendiente %	Posición Fisiografica	Clasificación
M1	2700	23	Cima	Typic Troprothents francoso grueso, mixto, isomésico.
M2	2628	15	Cima	Typic Humitropepts Francoso, mixto, isomésico.
M3	2685	100	Ladera	Litic Troprothents francoso grueso, mixto, isomésico.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, c. 1985, Mapa de Vegetación de la Vertiente Norte de la Sierra Nevada. Tesis Escuela de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida 150 p.

ANDRESSEN, R. y R. PONTE 1974, Climatología e Hidrología. Estudio de las cuencas de los Ríos Chama y Capazón. Universidad de los Andes. Fac. de Ciencias Forestales. I.G.C.R.N. Mérida.

BOCKOR, L. 1979, Analyse von Baumartenzusammensetzung und Bestandsstrukturen eines Andinen Wolkenwaldes in Westvenezuela als Grundlage zur Waldtypengliederung. Tesis Doctoral. Univ. Göttingen, Alemania Federal.

BOCQUIER, G. 1973. Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation. Biogéodynamique. ORSTOM. Paris.

BOULVERT, Y. 1971, Un type de modelé cuirassé: La serie métamorphique de Kouki en R.C.A. -sols et geomorphologis. Cah ORSTOM. sér Pédal, Vol IX, # 4. pp 339-4960.

DIAZ, C y FRANCO, W. 1989, Estudio y caracterización de tres ecosistemas de la reserva forestal de ticoporo. Proyecto CDCHT. Informe final. Parte I. mimeografiado.

ENGLAND, C. 1969, Geomorphic grouping soil in watershed engineering. Journal of Hidrology, 217 - 225.

FLORES, F. 1989, Aplicación de un método de clasificación numérica a la vegetación arborea de un sector cercano a la estación La Montaña. Parque nacional Sierra Nevada. Mérida. Tesis M. Sc. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. ULA. 116p.

FASSBENDER, H. y GRIMM, U. 1981. Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela II. Producción y descomposición de los residuos vegetales. Turrialba 31(1); 39-47.

----- 1981. Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela IV. Modelos y conclusiones. Turrialba. 31(2). p:101-108.

FRANCO, W. 1980 Bases etopedológicas para el manejo forestal en Caparo. Avance Forestal # 14: 11 -13.

----- 1982, Estudio y levantamiento de sitios en la Unidad I de la reserva forestal de Caparo. Facultad de Ciencias forestales. 202 p.

----- 1987, Apuntes de la Catedra de suelos dictada en el Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de los Andes. Mérida.

----- 1988, Graficos de Suelos. Escuela de Ingenieria Forestal, F.C.F - U.L.A. Mimeografiado.

GONZALEZ DE JUANA 1980, Geologia de Venezuela y sus Cuencas Petroliferas. Tomo I y II FONINVES. Caracas.

HAMILTON, et al. 1977, Conservación de los bosques húmedos de Venezuela. Sierra Club - CBR - MARNR, Caracas 181 p.

HETSCH y FOLSTER 1976 ; 1982 , VII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo: Volumen especial presentado por la Facultad de Ciencias Forestales. Editor Franco, W., 324 p.

HERNANDEZ, R. y MIRANDA, D. 1987, Tesis y trabajo de ascenso. Guía para su presentación en las áreas de ciencia y tecnología. ULA, Mérida 44p.

HUECK, K. 1978, Los Bosques de Sudamérica, ecología, composición e importancia económica. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. República Federal Alemania 476 p.

JENNY, H. 1946, Arrangement of soil series and types according to functions of soil - forming factors. Soil Science 61 (5) 375 - 391 p.

KOPPEN, W. 1948 Climatología, traducción de P.H Hendrichs México 310 p.

KOVISAR, L. 1972, Geología de la parte Norte-Central de los Andes Venezolanos. IV Congreso Geológico Venezolano. Memorias. Tomo II. Ministerio Minas e Hidrocarburos. Boletín Geológico. Publicación especial # 1. Editorial Sucre p: 217 - 860.

LAMPRECHT, H. 1967 La Carbonera. El Farol 18(168) p:17-24.



MALAGON, D. 1979. Fundamentos de mineralogía de suelos. Tomos I-II. CIDIAT. Mérida 747 p.

----- 1982. Caracterización de suelos (interpretación integral en función de su evolución). CIDIAT. Mérida 200 p.

----- 1983. Los levantamientos de Suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias. CIDIAT. Mérida 409 p.

MARQUEZ, O. 1985. Genesis de una secuencia de suelos en el bosque experimental San Eusebio, La Carbonera. Estado Mérida. Trabajo de ascenso de la Facultad de Ciencias Forestales. 80p.

MICHELENA, R. 1984, Caracterización Físico hidrológica de los suelos y su relación con procesos erosivos en la microcuenca La Virgen. Tesis M. Sc. Centro de Estudios Forestales de Postgrado, U.L.A. Mérida 165 p.

NORTON, E. and SMITH, R. 1930. The influence of topography on soil profile character. Journal American Society Agronomy 22; p:251-262.

OCHOA, G. 1983. Caracterización mineralógica y génesis de una secuencia de suelos desarrollados en depósitos aluviales del río Socopó. Ticoporo, Estado Barinas. Imprenta Universitaria. ULA, Mérida.

PERNIA, E. 1987. Guía práctica de fotointerpretación. Trabajo de Ascenso Facultad de Ciencias Forestales. Mérida 295 p.

ROJAS, R. 1980 ,Hidrología de tierras agrícolas, CIDIAT, Mérida, 109 p.

SCHARGEL, R. 1972. Características y Génesis de una cronosecuencia de suelos desarrollados sobre depositos aluviales entre los ríos Boconó y Masparro, Edo. Barinas. *Agronomía tropical*. V. XXII # 4.

STADTMULLER, T. 1987. Los Bosques Nublados en el Tropicó Humedo. Universidad de las Naciones Unidas. CATIE. Turrialba. 85p.

STEYERMARK, J. 1974. Elemento Amazonico y/o guayanés en la flora de la cordillera de la Costa. Mem. II Congreso Venezolano de Botanica, p:91-99.

TANNER, E., KARPOV, V. y FRANCO W., 1985; Experimento de fertilización en un área de la Selva Nublada en la Vertiente Norte de la Sierra Nevada, Mérida. Botany School. Cambridge University. Inglaterra - Instituto de Silvicultura. ULA.

TURENNE, J. 1977. Modes d'humification et differenciation podsolique dans deux toposequences guyanaises. ORSTOM.

VALCARCEL, R. 1982, Clasificación y Mapeo de sitios en la Estación Experimental San Eusebio, basada en criterios Fisico - Hidrológicos del Suelo. Tesis M. Sc. Centro de Estudios Forestales de Postgrado, F.C.F., ULA, Mérida, 122 p.

VEILLON, J. 1955. Bosques Andinos de venezuela ULA. Facultad de Ingeniería Forestal. Mérida 22p.

----- 1965. Variación altitudinal de la masa forestal de los bosques primarios en la vertiente nor-occidental de la Cordillera de los andes Venezolanos. Turrialba Vol 15 # 3 p:216-224.

VIVAS, L. 1974, Soil - Landform relationships in a representative drainage basin and their hidrologic significance. Tesis M. Sc. University de New South Wales Australia. 165 p.

----- 1975, Significado hidrológico de las Variables Fisico geográficas en una cuenca representativa (en especial referencia a suelos y formas de relieve). Cuadernos # 44, serie en geomorfología 1. Escuela de Geografía. F.C.F., U.L.A. Mérida.

YUAN, T. 1959. Determination of exchangedde hidrogen in soil by titrattión. Method Soil Sci. V. 88 p:164-167.

Zinck, A. 1981. Valles de venezuela. Cuadernos Lagoven. Caracas 150 p.

----- 1981. Definición del ambiente geomorfologico con fines de descripción de suelos. CIDIAT. Mérida 114p.

----- 1986. Características y fragilidad de los suelos en ambiente de selva nublada: El ejemplo de Rancho Grande; en la selva nublada de Rancho Grande Parque Nacional "Henri Pittier". Editor Otto Huber. Fondo editorial Acta Cientifica Venezolana. Caracas. 286p.