



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE MICROARTROPODOS
EN LA HOJARASCA EN PIE DE ESPELETIA SCHULTZII
WEDD EN EL PARAMO DESERTICO.**

HARLENE E. DIAZ ROSALES

MERIDA, VENEZUELA

1.983



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
ECOLOGIA VEGETAL
MÉRIDA - VENEZUELA

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

HARLENE DIAZ ROSALES

EN MERIDA A LOS DIECINUEVE DIAS DEL MES DE OCTUBRE DE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y TRES. SE REUNIERON LOS PROFESORES: JUAN SILVA, AURA AZOCAR Y MAXIMINA MONASTERIO, DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ASIGNADOS AL GRUPO DE ECOLOGIA VEGETAL. QUIENES FORMAN EL JURADO NOMBRADO POR EL CONSEJO DE FACULTAD PARA REVISAR EL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO QUE SOBRE EL TEMA:

"ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE MICROARTROPODOS EN LA HOJARASCA EN PIE DE *Euphettia schultzei*, WEDD EN EL PARAMO DESERTICO"

PRESENTO LA Br: HARLENE DIAZ ROSALES, PARA OPTAR AL TITULO DE

LICENCIADA EN BIOLOGIA

EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES ACTA SEGUIDA SE PROCEDIO A OIR LA EXPOSICION QUE SOBRE EL TEMA ARRIBA MENCIONADO HIZO LA Br. HARLENE DIAZ ROSALES. DESPUES DEL CORRESPONDIENTE INTERROGATORIO, EL JURADO PROCEDIO A DELIBERAR SOBRE LA CALIFICACION DEL TRABAJO SOMETIDO A SU CONSIDERACION.

FINALMENTE EL JURADO LO DECLARO APROBADO Y RECOMENDADO PARA SU PUBLICACION.

EN FE DE LO CUAL FIRMAN:


PROF. JUAN SILVA


PROF. AURA AZOCAR


PROF. MAXIMINA MONASTERIO

ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE MICROARTROPODOS EN
LA HOJARASCA EN PIE DE ESPELETIA SCHULTZII
WEDD EN EL PARAMO DESERTICO.

Harlene E. Diaz Rosales

Trabajo presentado ante la
Ilustre Universidad de los
Andes como requisito para
optar al grado de Licencia
do en biología.

Mérida, octubre de 1983.

EL PRESENTE TRABAJO HA SIDO REALIZADO EN EL
LABORATORIO DE ECOLOGIA VEGETAL DEL DEPARTA
MENTO DE BIOLOGIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES BAJO LA TUTO-
RIA DE LA DOCTORA MAXIMINA MONASTERIO Y EL
ASESORAMIENTO DE LA DOCTORA IRENE GARAY.

El presente trabajo forma parte del proyecto C-136-79 del CDCH, ULA "ANALISIS DE LA ESTRATEGIA GLOBAL EN ESPECIES DEL PARAMO DESERTICO", coordinado por la Dra. Maximina Monasterio.

A G R A D E C I M I E N T O

La autora desea expresar su agradecimiento a la Dra. Irene Garay por sus extraordinarias enseñanzas e idóneo asesoramiento en el desarrollo de este trabajo. Al grupo de Ecología Vegetal; en especial a la Dra. Maximina Monasterio, quien con su apoyo, entusiasmo y constancia hizo posible la culminación de esta tesis. A la Dra. Aura Azocar por sus valiosas críticas y sugerencias en la corrección del manuscrito. Al Lic. Héctor Molina, por la realización de los análisis químicos. Al grupo de Ecología Animal, por permitirme utilizar la infraestructura básica para la extracción de la fauna, y a todos mis amigos que de una u otra forma me ayudaron a culminar este estudio.

C O N T E N I D O

I.	INTRODUCCION	1
II.	AREA DE ESTUDIO	7
II.1	Localización	7
II.2	Caracterización ambiental	8
II.3.	Vegetación	10
III.	METODOLOGIA	14
III.1	Recolección de muestras	14
III.2	Tratamiento de las muestras	15
III.3	Análisis de algunos elementos químicos de la hojarasca	18
III.4	Estudio de las muestras de suelo	19
III.5	Mediciones efectuadas en cada individuo de <u>E.schultzi</u>	19
III.6	Caracterización de la comunidad de Microartrópodos	20
III.7	Tratamiento de la fauna	20
III.8.	Tratamientos estadísticos de los resultados	20
IV.	RESULTADOS	21
IV.1	Caracterización de los individuos muestreados de <u>E.schultzi</u>	21
IV.2	Relación entre la circunferencia de los individuos de <u>E.schultzi</u> y cantidad de hojarasca de las muestras.	22
IV.3	Concentración de elementos biógenos	27
IV.4	Caracterización de las vainas foliares	35
IV.5	Variabilidad en el contenido hídrico de la hojarasca, según la orientación.	35

IV.6	EPOCA HUMEDA	36
IV.6.A	Distribución cuantitativa de Microartrópodos a lo largo de la hojarasca y en el suelo	36
IV.6.B.	Distribución cuantitativa de Microartrópodos según las distin tas profundidades	40
IV.6.C	Densidad de Oribátidos	42
IV.6.D	Densidad de otros órdenes de Acaros	42
IV.6.E	Densidad de Colémbolos	47
IV.7	EPOCA SECA	47
IV.7.A	Densidad de Acaros y Colémbolos	47
IV.7.B	Densidad de Microartrópodos se- gún los puntos cardinales y la distancia al eje del tronco	50
IV.7.C	Abundancias relativas de los Mi- croartrópodos según los puntos cardinales	50
IV.7.D	Comparación entre las épocas hú- meda y seca	56
IV.7.E	Microartrópodos del suelo en las épocas húmeda y seca	58
IV.8	Relación entre el contenido hídri- co de la hojarasca y el número de individuos	58
IV.9	Otros grupos de Artrópodos	64
V.	DISCUSION Y CONCLUSIONES GENERALES	65
VI.	RESUMEN	72
VII.	BIBLIOGRAFIA	73

I.- INTRODUCCION

Las comunidades de Microartrópodos constituyen un componente esencial en la cadena de descomposición de la materia orgánica; ellos representan en los humus con descomposición lenta uno de los elementos dominantes de la fauna. La contribución más notoria de los Microartrópodos saprófagos, parece ser la fragmentación mecánica de la hojarasca por el paso a través del intestino y su conversión en heces (Raw. 1967; Edwards y col. 1970), produciéndose un cambio físico del material vegetal ingerido. El material transformado, puede ser posteriormente mineralizado por otros microorganismos -descomposición química del material- ocasionada principalmente por la actividad de las bacterias y hongos del suelo (Wallwork, 1970). Cuando la velocidad de descomposición es lenta, una parte del material que pasa a través del tubo digestivo de la pedofauna se acumula, constituyendo un horizonte orgánico amorfo: el horizonte H. Entre estos microorganismos y el material sujeto a los procesos de descomposición existen, en consecuencia, relaciones tales que la caracterización de la comunidad podría suministrar información acerca de las diferentes etapas de descomposición.

Otra función de la mesofauna, consistiría en la regulación del tamaño de las poblaciones de saprófagos, a través de las formas predadoras que constituyen grupos representativos dentro de las poblacio -

nes; un ejemplo de ellos serían los Gamásidos predadores de Colémbolos y Oribátidos jóvenes (Blandin y Col., 1980).

Las comunidades de Microartrópodos en la hojarasca en pie del género Espeletia, han sido estudiadas por Sturn, (1979) quién realizó una investigación sobre la distribución de la fauna de invertebrados en un Páramo Andino de Colombia, trabajó con Espeletia grandiflora. Encontró, que es en la hojarasca donde se localiza la fauna de artrópodos, especialmente Acaros y Colémbolos; el número total de artrópodos en una planta de 1 m de altura alcanza más de 2.000 individuos. La fauna de las capas superiores del suelo es rica, especialmente en Acaros y Colémbolos. Garay, (1981) realiza un estudio sobre las comunidades de Microartrópodos en la hojarasca en pie de E. lutescens y E. timotensis en el Páramo Desértico, en la cordillera de Mérida, Venezuela, encuentra, que la mayor parte de la mesofauna está localizada en la parte externa de la hojarasca; además existe una disminución de la cantidad de Microartrópodos hacia la zona interna o zona de los pecíolos. Los Colémbolos están mejor representados en el suelo; mientras que los Oribátidos son más abundantes en la hojarasca, particularmente en la hojarasca próxima a la roseta. Según Garay, el número total de Microartrópodos para una planta de 1.20 m de altura es de 130.000.

En el Altiandino de Venezuela, la Formación Páramo Desértico es fisionómicamente un rosetal siempre verde, cuyo estrato superior está constituido por especies del género Espeletia (Monasterio, 1980).

Las condiciones climáticas en este piso superior de la Alta Montaña Tropical, con pendientes más o menos pronunciadas y la morfagénesis provocada por los ciclos repetitivos de congelamiento y descongelamiento, que condicionan una alta movilidad de las partículas y modelan superficialmente el sustrato, determinan la formación de suelos incipientes o esqueléticos, dejando grandes áreas de suelo descubierto (Monasterio, 1979). Es en el Ecosistema de Páramo Desértico, donde Garay (1981) realiza estudios con E.lutescens y E.timotensis; y posteriormente hemos realizado con fines comparativos en E.schultzii, cuyos resultados serán discutidos en este trabajo.

Los estudios de hojarasca en pie de E.lutescens y E.timotensis, sugieren la existencia de un reciclado interno de algunos elementos esenciales como: N, P, Ca y K; y en consecuencia muy probablemente, un ciclo cerrado de la materia orgánica (Monasterio, 1980b). En este caso, deberían producirse procesos análogos a los que son normalmente propios de los sistemas edáficos. Esta hipótesis estaría apoyada, por la presencia de componentes de la cadena saprofítica - microartrópodos detritívoros y predadores -

en densidades importantes (Garay, 1981).

En ciertas especies del género Espeletia, se presenta un patrón de la necromasa foliar en el cual la hojarasca permanece adherida al tronco- necromasa en pie- (Fig. 1); para Espeletia schultzii esta representa el 63% de la biomasa total del aparato foliar (83%) (Monasterio, datos sin publicar). En consecuencia, por comparación con sistemas de descomposición "abiertos" como pueden observarse en el medio edáfico de bosque o de una sabana, podría considerarse que se trata de un sistema de descomposición espacialmente confinado, que comienza en la hojarasca en pie. Este sistema es comparable con un sistema de hojarasca con velocidades de descomposición lenta, en los cuales una etapa importante está constituida por la acumulación de materia orgánica amorfa o humus discreto (excrementos de artrópodos y microartrópodos) difícilmente metabolizable, asegurando de esta manera una función protectora (Garay, 1981).

A la misma altitud que E.lutescens y E.timotensis, pero localizada en habitats restringidos, o como un componente secundario de otras asociaciones se encuentra Espeletia schultzii Wedd, 1855. Esta especie presenta la particularidad de poseer un amplio rango altitudinal, entre 2800 y 4300 m (Monasterio, 1980). Las diferencias de habitats de las tres especies, plantea el problema de conocer si



las condiciones en las cuales se desarrolla E.schultzii influyen sobre el sistema de descomposición de la hojarasca en pie, determinando modalidades diferentes a las encontradas en E.lutescens y E.timotensis, estudiadas por Garay (1981).

A partir del análisis de la estructura de la comunidad de Microartrópodos en la hojarasca de E.lutescens y E.timotensis (Garay, 1981), se podría inferir una primera etapa de descomposición ocurre en la hojarasca externa situada cerca de la roseta; además existe una brusca disminución de Microartrópodos hacia la zona de las vainas, lo que podría indicar que esta estructura foliar permitiría una fuerte estrategia de protección de la necromasa en pie, para estas dos especies. Las bajas densidades de Microartrópodos en esta zona, indicarían procesos de descomposición poco importantes.

Los objetivos de este trabajo son:

- 1.- Caracterizar la estructura de la comunidad de Microartrópodos en el suelo y en la hojarasca en pie.
- 2.- Estudiar las variaciones de la estructura de la comunidad de Microartrópodos en la hojarasca en pie de E.schultzii, según las diferentes orientaciones.

La caracterización cuantitativa de la comunidad sería un indicador indirecto de:

1.- La existencia de una red saprofítica, en la cual deberían existir detritívoros y predadores.

2.- La existencia de etapas de descomposición, en la medida que las variaciones de las disponibilidades tróficas (microorganismos y del material vegetal), sean susceptibles para determinar estructura diferente de la comunidad de Microartrópodos.

El presenta trabajo se realizó como una contribución al estudio y comprensión de la descomposición de las plantas que constituyen la vegetación del ecosistema páramo. El mismo está enmarcado dentro de los temas de investigación prioritarios en la Alta Montaña Tropical, como son: Estructura y Dinámica de las Poblaciones; estudios Ecofisiológicos y Autoecológicos (Sarmiento, 1972). Además, constituye un aspecto del proyecto global sobre el género Espeletia, en el Páramo Desértico el cual es uno de los ecosistemas más representativos de la adaptación, colonización, estructuración de la vegetación y evolución de la flora en un ambiente frío de origen relativamente reciente, modelado por los episodios glaciales Plio-Pleistocenos en los Altos Andes (Monasterio, 1979).

II. AREA DE ESTUDIO

II.1. Localización

El área de estudio se encuentra ubicada en el Páramo de Piedras Blancas (Sierra de la Culata), a una altitud de 4200 msnm, y aproximadamente entre

8° 50' y 8° 54' N y 70° 50' y 70° 55' W (Schubert , 1976). Este páramo se encuentra en los Andes Noroccidentales Venezolanos, en el estado Mérida (Fig. 2).

II.2. Caracterización ambiental

El Páramo de Piedras Blancas, se encuentra situado en el piso Altiandino, que puede definirse "como una región morfoclimática, caracterizada por rasgos actuales de clima periglacial intenso y un modelado con rasgos elaborados por un clima glacial pasado, similar al que todavía impera en las partes más altas; casquetes glaciales y su ecotono" (Monasterio, 1980).

La historia geológica de los Andes Venezolanos consistió en varios ciclos de sedimentación en cuencas marinas, alternados con períodos de orogénesis. Para fines del Pleistoceno, la cordillera probablemente ya había adquirido su extensión y elevación actual. Finalmente, durante el cuaternario, los Andes Venezolanos fueron afectados por las Glaciaciones características de la época, Glaciación Mérida, determinándose el relieve actual del área (Schubert, 1980).

Los Altos Andes Venezolanos, se encuentran ubicados en la clasificación climática de Tricart (Tricart 1970, citado por Schubert), como un área de climas montañosos de baja latitud. Estos se caracterizan

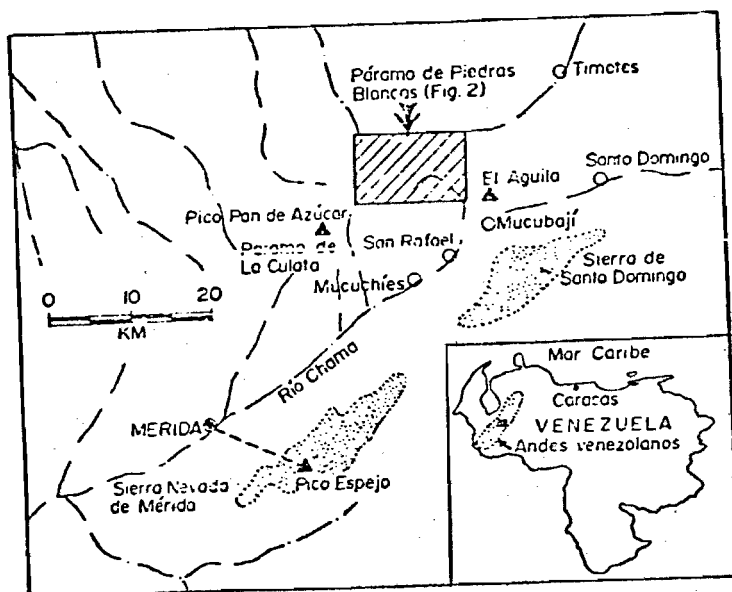


FIGURA N^o 2 .- Ubicación a pequeña y mediana escala del Páramo de Piedras Blancas (tomado de Schubert, 1975)

por la acción extensa de escarcha, la cual se debe a la gran cantidad de días de congelación parcial y por lo tanto la escarcha penetra pocos cm dentro del suelo; y la alta humedad la cual ayuda al movimiento de los suelos (solifluxión) (Schubert, 1976). Estos procesos mantienen los habitats edáficos del Altiandino en condiciones de "stress" diario (Monasterio, 1979).

En la Figura 3 representa un climadiagrama, realizado a partir de registros de 24 años en la estación climatológica de Pico de Aguila, a 4118 msnm- representativa de las condiciones climáticas del área de estudio-. El patrón de distribución de las precipitaciones, presenta un régimen unimodal o biestacional hídrico. Se observa una estación seca durante los meses de diciembre a marzo, y una estación húmeda entre abril y noviembre. La temperatura media anual es de 2.8 °C y la precipitación media anual es de 798.2 mm.

Las nevadas están concentradas entre mayo y octubre, y ocurren con mayor frecuencia durante la noche. Los valores más altos de insolación están concentrados en los meses de la estación seca, ya que durante esta época el cielo está totalmente despejado (Monasterio, 1980).

PICO DEL AGUILA

08° 52' N

70° 48' W

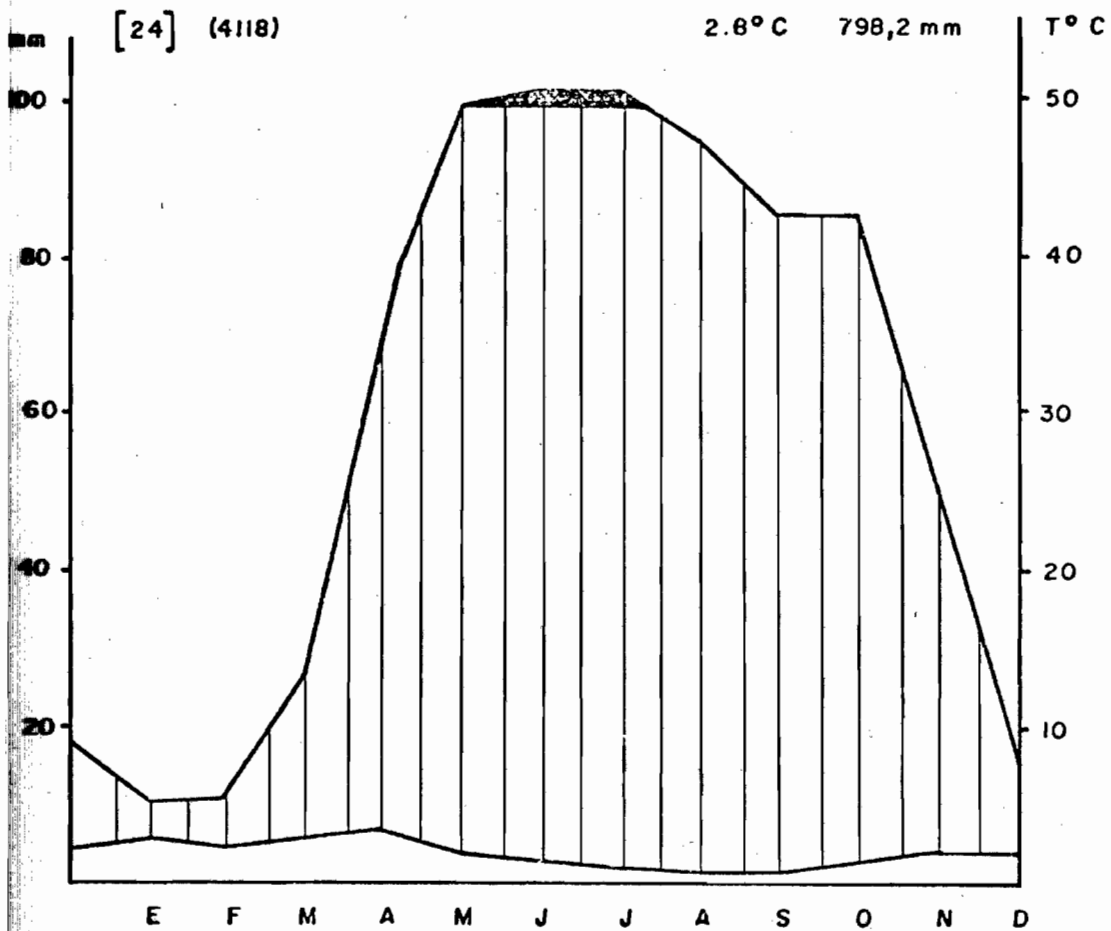


FIGURA Nº 3 .- Climadiagrama de la estación de Pico del Aguila. Registro de 24 años.

III.3. Vegetación.

En los Andes Venezolanos se pueden delimitar dos zonas: el Piso Andino y el Altiandino. Las características que sirven para delimitar estas zonas son las huellas dejadas por los eventos de los climas glaciales Cuaternarios, y la intensidad de la morfogénesis periglacial. El grado de cobertura de la vegetación y el porcentaje de suelo desnudo, son también caracteres que, en correlación con lo extremo del clima periglacial actual, nos sirven para separar ambas zonas. La cota altitudinal que separa ambos pisos se encuentra alrededor de los 4000 m (Monasterio, 1980).

La vegetación de los páramos de Venezuela, ha sido estudiada por Monasterio (1980) de cuyo trabajo citaremos la siguiente información.

En el piso Altiandino existen tres formaciones vegetales: Páramo Desértico, Desierto Periglacial y Bosque de Polylepis. La formación vegetal dominante en el área de estudio es el Páramo Desértico, que ocupa un rango altitudinal entre 3900 y 4600.

Fisionómicamente el Páramo Desértico es un rosetal alto y abierto, constituido generalmente por dos estratos; uno superior entre 1 y 3 m de altura y de 5 a 30% de cobertura, que está formado por rosetas arborescentes del género Espeletia; y otro inferior que se presenta adherido al suelo con una cobertura entre 2 y 40%.

Las formas de vida predominantes en esta formación son plantas en cojines densos y achatados, con tendencia a desarrollar forma circular, las especies más importantes pertenecen a los géneros Azorella, Arenaria, Aciachne y Lucilia. También existen en este estrato formas en roseta acaule de pequeño tamaño, siempre verde, de los géneros Hypochoeris, Callandrina, Draba, etc.

Entre las distintas asociaciones formadas por las especies del género Espeletia, quizás la que abarca un área más restringida es aquella donde se encuentra E.schultzii. Sin embargo, la asociación E.schultzii-Hypericum está altamente distribuida en el piso Andino adyacente. En el Páramo Desértico, E.schultzii ocupa habitats muy localizados, resguardados, en suelos húmedos y bien drenados (Monasterio, 1980).

Las especies de Espeletia en el Páramo Desértico presentan todas el mismo modelo en cuanto a la distribución de la biomasa, con ciertas modificaciones para cada especie (Monasterio, 1980).

En general la mayor parte de la energía se encuentra como biomasa aérea (96%), siendo de poca importancia la biomasa subterránea (4%). En la parte aérea la distribución de la biomasa está casi en su totalidad en el aparato foliar (84%), sobre todo co

mo necromasa en pie (63%). Estos valores corresponden a E.schultzii (Monasterio, datos sin publicar); E.lutescens presenta un modelo similar (Monasterio, 1979).

III. METODOLOGIA

III.1 Recolección de las muestras

Para la recolección de las muestras de hojarasca se seleccionaron 12 individuos de E.schutzii; se realizaron dos muestreos: el primero en julio de 1980, durante la época húmeda, con 7 individuos y el segundo en noviembre de 1980, durante la época seca, con 5 individuos.

Las muestras de hojarasca se recolectaron utilizando un cilindro de metal de 6.8 cm de diámetro, siguiendo un eje perpendicular al tallo y a distintas alturas. Se eligieron dos alturas diferentes, H: se tomó la hojarasca que se encontraba más cerca a la roseta y A: hojarasca cerca del suelo (Figura 4a) y a distintas profundidades: a (externa), b (media) y en algunos casos c (interna o zona de las vainas foliares) (Garay, 1981).

Cada muestra es dividida en dos o tres partes para reducir la cantidad de material sometido a la extracción, y aumentar la eficacia del proceso. Los cilindros de extracción fueron llevados al campo para evitar posibles pérdidas de la fauna, debido al

traslado y manipulación de las muestras.

Este método permite tomar muestras de superficie fija de la hojarasca en pie, hasta la profundidad donde se encuentran las vainas foliares. La profundidad alcanzada por medio del cilindro depende de la fragilidad del material vegetal, probablemente, en relación con el ataque que ha sufrido por la actividad de los microorganismos. Así, las vainas foliares a la altura H son difícilmente muestreadas; debido a que representan al material más reciente y por lo tanto menos fragmentado, mientras que en A, gran parte del material está constituido por ellas.

Las muestras de suelo se tomaron al pie de cada individuo, y fueron recolectadas con cilindros de metal de 6.8 cm de diámetro (Figura 4a).

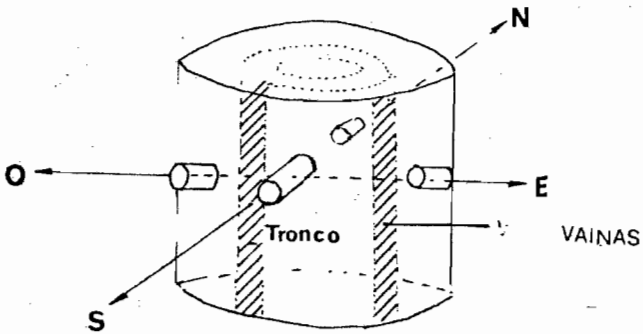
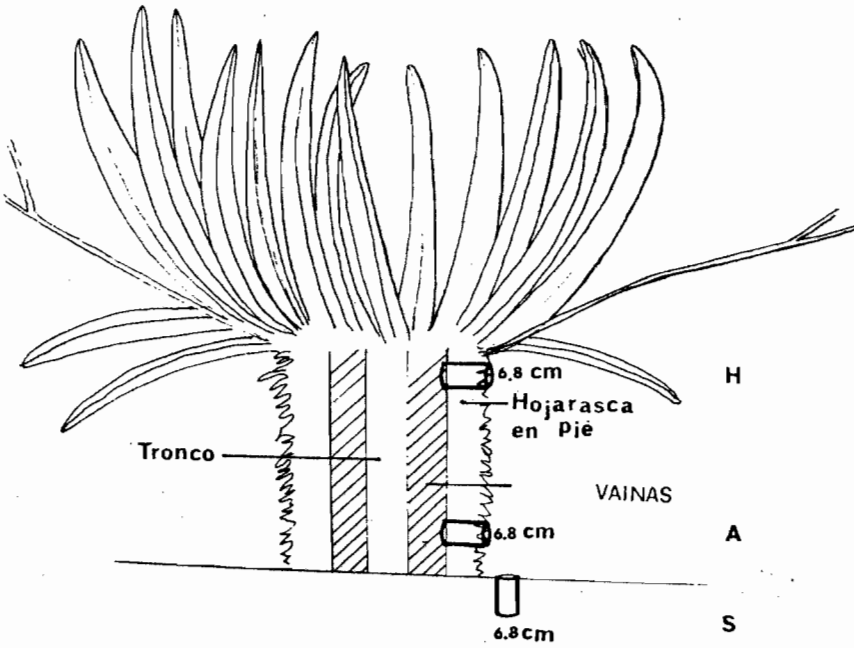
III.2. Tratamiento de las muestras.

La extracción de la fauna en el laboratorio se realizó en un extractor tipo Berlese-Tullgren (Berlese y Tullgren, citado por Murphy, 1962). En su versión más sencilla, este extractor consta de un embudo sobre el cual se coloca una malla o red que contiene el material sometido a la extracción, hojarasca o muestras de suelo, debajo del embudo se coloca un recipiente de extracción o frasco de recolección con un líquido fijador, en este estudio hemos utilizado alcohol propílico. Una pequeña fuente de calor, constituida por bombillos de 15 W ha sido

Figura 4. Diagrama de la forma en que se realizaron los muestreos de hojarasca en pie de E. schultzii

4a. Epoca húmeda

4b. Epoca seca, señalando las cuatro orientaciones.



colocada sobre los embudos, y la hemos encendido a partir del sexto día de depositadas las muestras en el extractor; el calor provoca la fuga de la fauna activa hacia la parte inferior de las muestras colocadas sobre la malla o red; y por lo tanto hacia el interior de los frascos de extracción. La fauna tiene de a huir del material vegetal o de las muestras de suelo, debido al aumento de temperatura que produce un desecamiento progresivo desde la parte superior hacia la zona inferior. El gradiente de humedad que se produce, induce el desplazamiento de la fauna. Las condiciones de extracción que hemos utilizado han sido determinadas a partir de experiencias preliminares.

III.3 Análisis de algunos elementos químicos de la hojarasca.

Una vez finalizada la extracción, la hojarasca se seca a 85 °C y se pesa para estimar el peso seco a partir del cual se extrajo la pedofauna.

Se determinaron valores de elementos biógenos tales como: N, Ca, P, K y Mg. Los dosajes fueron efectuados en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Forestales. Se tratará de relacionar los valores de N y P con la abundancia y estructura de la comunidad de Microartrópodos y de esta manera poder caracterizar el estado de descomposición de la hojarasca en pie.

Se determinó el contenido de agua de la hojarasca por el método de doble pesada, a fines del mes de noviembre; sólo se realizó durante la época seca, porque cuando consideramos la importancia de la humedad como factor que podría intervenir en la estructura de la comunidad de Microartrópodos de la hojarasca en pie de E.schultzii; la época húmeda estaba finalizando. Sin embargo, suponemos que es durante la época seca cuando el agua juega un papel de factor limitante.

III.4. Estudio de las muestras de suelo.

Se determinaron las concentraciones de materia orgánica y nitrógeno en las muestras de suelo, de las cuales se separó la fauna. Estas determinaciones se realizaron en el mismo laboratorio, donde se efectuaron las de la hojarasca.

III.5. Mediciones efectuadas en cada individuo de E.schultzii.

Para determinar la localización espacial de las muestras en cada individuo, y estimar la densidad de Microartrópodos; en cada uno de los individuos de E.schultzii se midieron los siguientes parámetros: altura total del tronco; altura de la roseta; altura a la que fue tomada la muestra y profundidad de la misma. Además, se determinó la superficie de las vainas foliares y se midió el diámetro de cada individuo.

a la media. Por esta razón es necesario o bien transformar los datos (Elliot, 1977) o bien utilizar pruebas no paramétricas. Este último tipo de análisis , puede realizarse independientemente del tipo de distribución de la variable; por consiguiente son pruebas que pueden ser aplicadas a muestras de medicio- nes que violen las sipoiciones hechas en la prueba de t. En esta investigación utilizamos: a) Test de Mann-Whitney (test de U), se usa para estudiar la diferencia entre dos grupos o muestras independien- tes. b) Test de Wilcoxon (test de T), se utiliza siempre que los datos sean provenientes de dos se - ries de datos acoplados. Los test utilizados, son las más poderosas pruebas no paramétricas; son em - pleados alternativamente al test de t paramétrico , cuando los valores de los datos no satisfacen las condiciones para los test paramétricos (Sidney, 1956)

La medida de dsipersión utilizada es $2\frac{S}{n}$, aun que no representa un intervalo de confianza su inclu sión en las tablas y gráficas nos permite visualizar más claramente la variación de los efectivos de Mi- croartrópodos en la muestra.

IV. RESULTADOS

IV.1 Caracterización de los individuos muestreados de E.schultzii

En los individuos muestreados de E.schultzii, la altura del tronco promedio fue de 51.00 ± 10.30 cm;

y la altura total promedio fue de 81.71 ± 7.38 cm. La circunferencia promedio fue de 163.29 ± 3.29 cm; y las circunferencias medias cerca de la roseta (H) y cerca del suelo (A) fueron de 168.14 ± 7.24 y 158.42 ± 10.21 cm respectivamente; la variabilidad poco importante evidencia cierta homogenidad de los individuos muestreados.

IV.2. Relación entre la circunferencia de los individuos de E. schultzei y cantidad de hojarasca en las muestras.

La circunferencia de la planta a las alturas H (cerca de la roseta) y A (cerca del suelo), son independientes ($r=0.4$) (Figura 5). Este resultado indicaría, que en la base de la planta los procesos que determinan la cantidad de hojarasca, son independientes de aquellos que determinan la circunferencia en H. Es probable que el funcionamiento edáfico y la microtopografía influyan sobre la evolución de la hojarasca próxima al suelo.

En cuanto a la relación que existe entre la circunferencia a las alturas H y A; y el peso seco de las muestras de hojarasca tomadas a la misma altura, se observa que no existe ninguna relación entre estos parámetros (Figura 6). Las cantidades de hojarasca muestreadas son independientes de la cantidad total en H y A; y poco variable. En efecto, ellas corresponden a la zona hasta donde es posible muestrear con el cilindro. La cantidad de la muestra parece

Figura 5. Relación entre las circunferencias de los individuos de E.schultzii.

CIRCUNFERENCIA
EN H (cm)



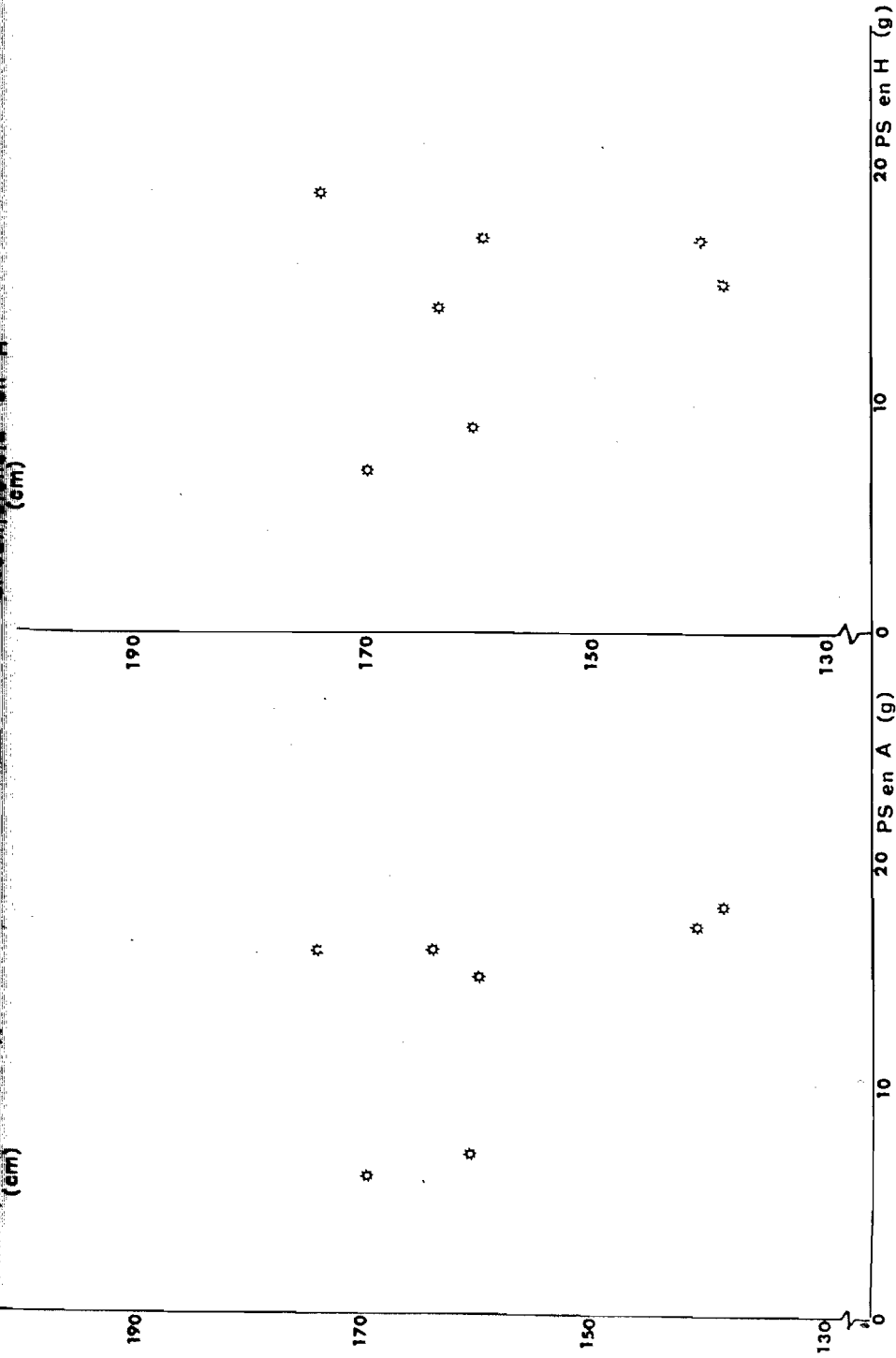
140

155

170

CIRCUNFERENCIA EN A (cm)

Figura 6. Comparación entre las circunferencia en H y A; y los pesos secos de las muestras de hojarasca tomados a la misma altura.



depender, del estado de la hojarasca y no de la can
tidad total.

IV.3. Concentración de elementos biógenos.

En la figura 7 se puede apreciar la variación de la concentración de algunos elementos biógenos en la hojarasca de E.schultzi, a diferentes alturas y profundidades. Las concentraciones de sodio son bastante bajas (0.002%); y la distribución tanto en altura como en profundidad es relativamente homogénea, de acuerdo con Burges (1967), la mayor parte del sodio es lavado en pocas semanas después que ha comenzado el proceso de descomposición. Attiwill (1968), encuentra en la pérdida de elementos de la hojarasca para Eucalyptus obliqua, el 90% del sodio y potasio desaparecen durante el primer año.

El potasio, presenta una disminución en profun
didad en las dos alturas muestreadas. La concentración promedio de este elemento en la hojarasca (0.32%) concuerda con los valores para la materia vegetal muerta (0.05-0.5%) (Larcher, 1977).

En el calcio se observa un incremento de la concentración hacia la zona media de la hojarasca y la base de la planta; este resultado probablemente se deba a que se realizaron muestreos de las vai
nas foliares, que están constituidas por tejido lig
nificado; en este tipo de tejido se encuentra acumu
lacion de este elemento (Sorensen, citado por

Figura 7. Distribución de los elementos biógenos ,
cenizas y materia orgánica en la hojarasca
en pie de E.schultzii

Ha: hojarasca externa cerca de la roseta

Hb: hojarasca media cerca de la roseta

Aa: hojarasca externa cerca del suelo

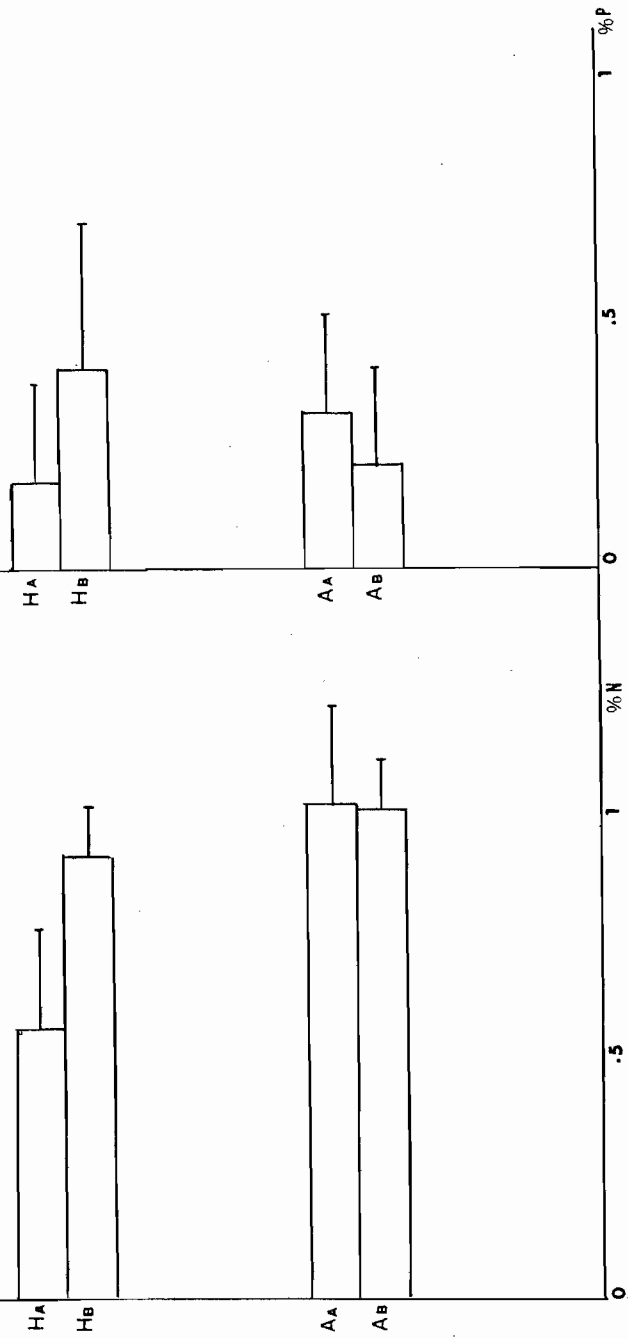
Ab: hojarasca media cerca del suelo

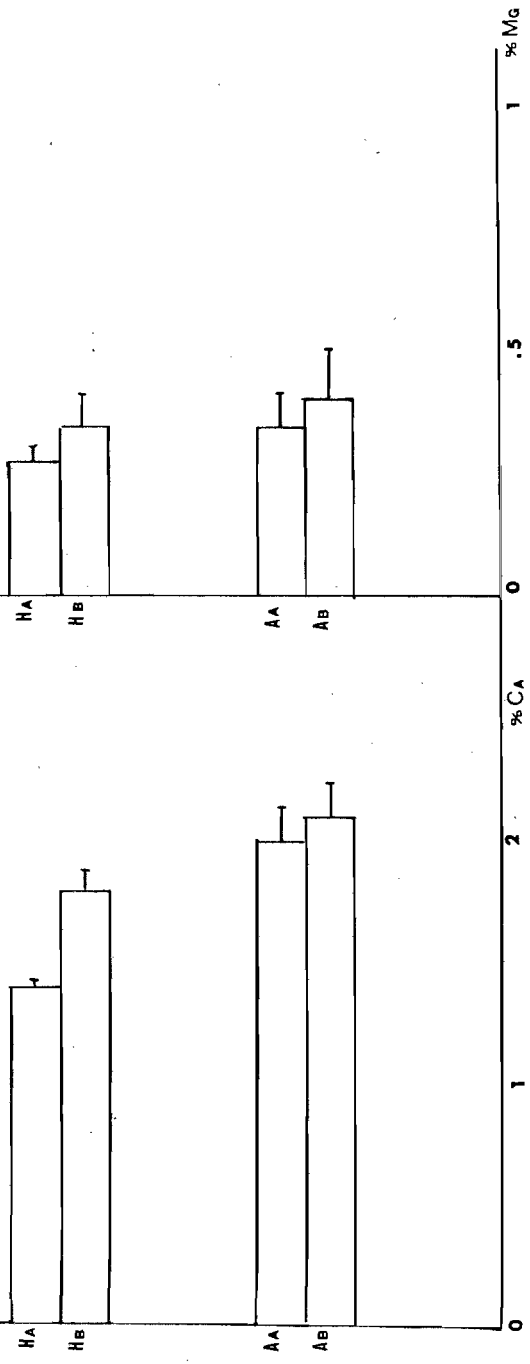
Figura 7a y 7b: Nitrógeno y Fósforo

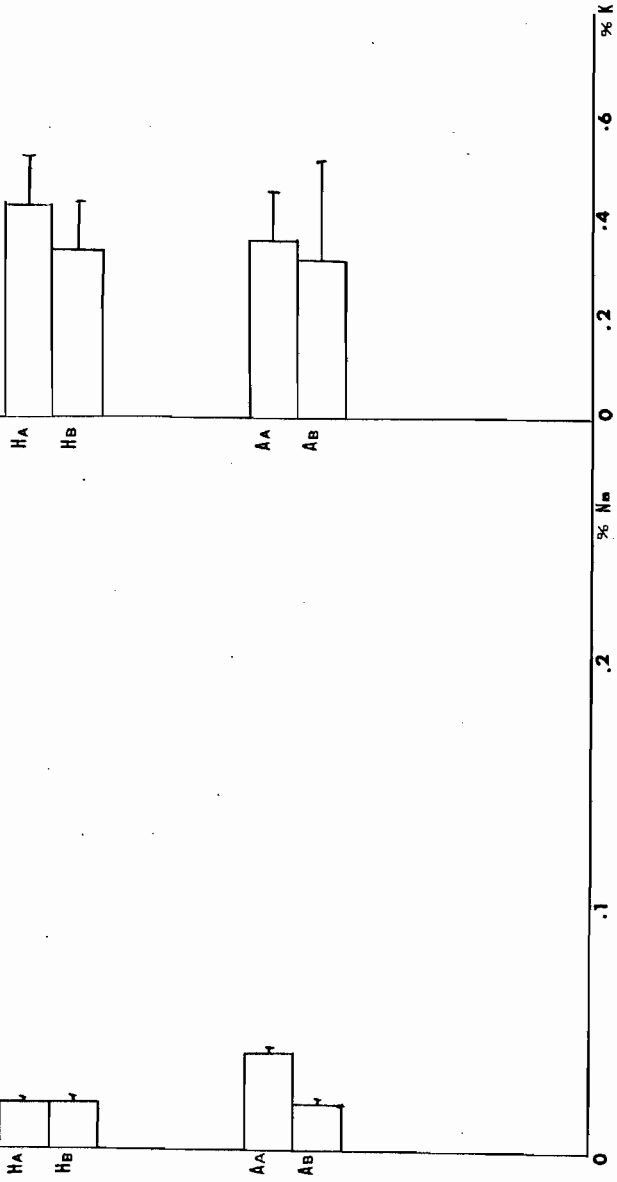
Figura 7c y 7d: Calcio y Magnesio

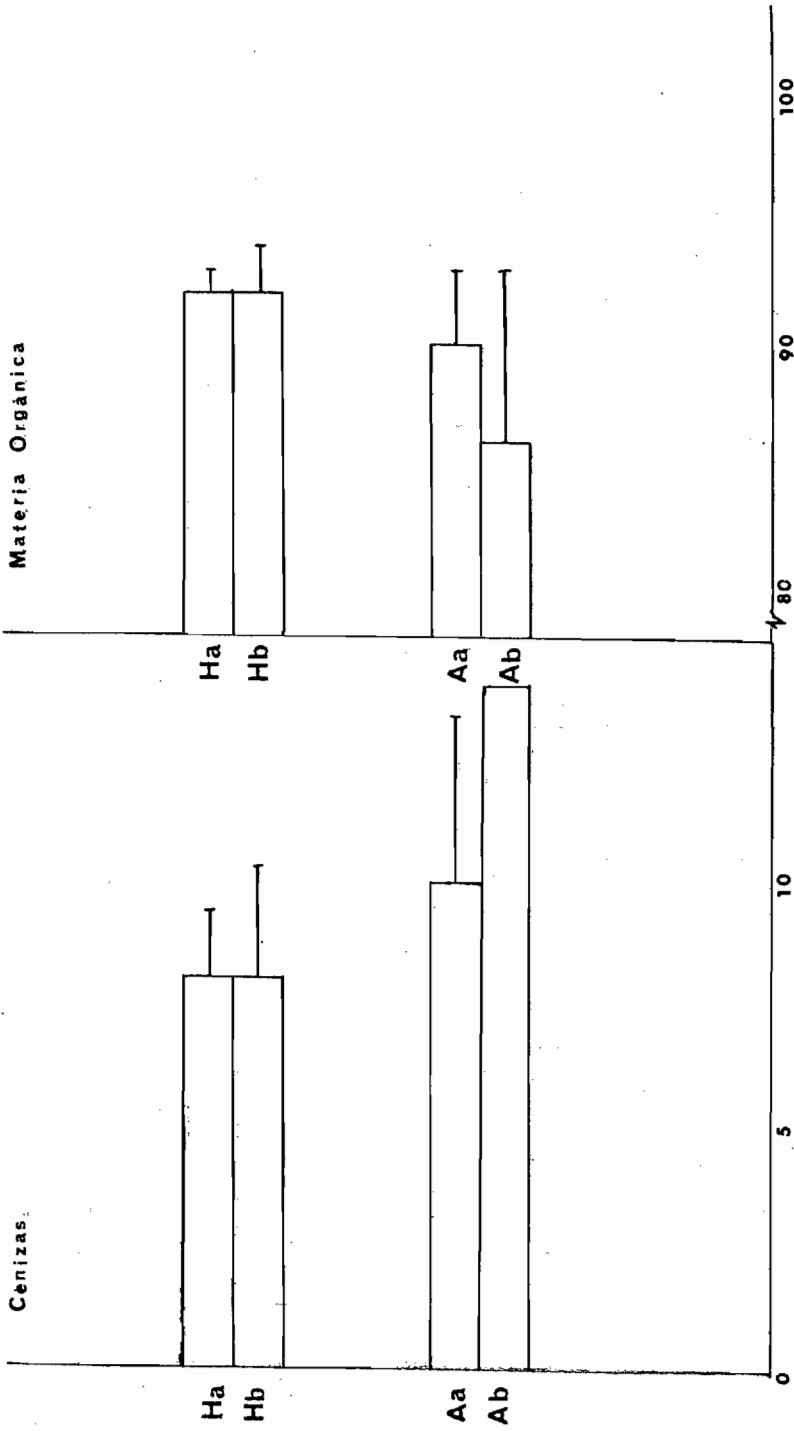
Figura 7e y 7f: Sodio y Potasio

Figura 7h y 7i: Cenizas y materia orgánica









Dickinson y col., 1974).

El magnesio, presenta un aumento de la concentración hacia las partes más profundas y en la base de la planta. Este elemento forma parte de la molécula de clorofila y en las primeras etapas de la descomposición esta se degrada y una parte importante de Mg^{+} es liberado. El valor medio encontrado (0.2%), corresponde con los valores medios determinados en materia seca en plantas terrestres 0.2% y en la hojarasca (Larcher, 1977).

En cuanto al nitrógeno, se observa una mayor concentración relativa hacia la parte interna de la hojarasca, cerca de la roseta y en la hojarasca de la base del tronco; esto podría deberse a que el material nitrogenado se acumula en los organismos que llevan a cabo la descomposición (Burges, 1967). En los sistemas de hojarasca de bosque templado, en suelos ácidos, existe un aumento relativo, hasta alcanzar valores de la relación C/N = 28, por la reutilización del nitrógeno por los microorganismos. (Garay, 1980). Para E.schultzii, los valores promedios de C/N son de 12; los cuales corresponden a los encontrados en los microorganismos. En este estado las proteínas se rompen en aminoácidos, ocurre la desaminación con liberación de amonio, el cual puede ser absorbido por las plantas (Burges, 1967).

En E.schultzii, la relación C/N de la hojarasca-

ca cerca de la roseta (H) presenta una disminución hacia la parte media de la hojarasca; en la parte externa (Ha) esta relación tiene un valor de 14 y en la parte media es de 10. En la base de la planta los valores de C/N son similares; en la hojarasca externa (Aa) la relación C/N toma un valor de 9, y hacia el interior de la hojarasca es de 10. La disminución de la relación C/N, puede provenir de diferencias en la mineralización relativa del CO₂ y nitrógeno. Si el carbono se mineraliza más rápido que el nitrógeno, la relación C/N disminuye. La mayor concentración de N en las muestras de hojarasca - Hb con respecto a Ha y A con respecto a H- podría indicar, que la materia orgánica que se encuentra en la base de la planta ha sufrido una mayor descomposición.

Bocock et al , (1960), demostraron que algunas especies con C/N relativamente bajo (9) liberan, al mismo tiempo CO₂ y nitrógeno inorgánico, de forma que C/N permanece constante o desciende muy poco.

Los suelos que sirven de substrato a E. schultzei tienen valores de la relación C/N relativamente bajos (C/N=13); lo que indica que poseen materia orgánica rica en nitrógeno. Se ha encontrado para suelos de cultivos valores de C/N entre 8 y 10, que son indicadores de suelos "biológicamente activos", y para suelos con valores de C/N entre 12 y 15 que serían suelos con una fauna reducida de ácaros y

colémbolos. (Duchaufour, 1975).

De manera general, todos los elementos minerales en el suelo disminuyen hacia la zona más profunda del mismo.

IV.4. Caracterización de las vainas foliares.

Para determinar la superficie de las vainas foliares se utilizaron 5 individuos; a cada uno de los cuales se les midió el ancho y largo de 35 vainas foliares, luego se promediaron las superficies de las 175 vainas foliares.

Las vainas foliares de E.schultzii tienen una superficie de $20.62 \pm 1.50 \text{ cm}^2$; y las de E.lutescens y E.timotensis $28.38 \pm 1.59 \text{ cm}^2$ (Garay, 1981). Esta medida se realizó con el propósito de analizar si la relación entre la vaina foliar y su descomposición, juega un papel de protección en el sistema Espeletia si es la estructura que se descompone más tarde y si es colonizada por un mayor o menor número de microorganismos.

IV.5. Variabilidad en el contenido hídrico de la hojarasca según la orientación.

En la tabla 1 se muestran los resultados del contenido hídrico de la hojarasca según las orientaciones. El test de Mann-Whitney (test de U), indica que para un mismo individuo de E.schultzii no existen diferencias significativas de humedad entre las

orientaciones; pero hay diferencias significativas entre los individuos en las diferentes orientaciones. El individuo nº5, presenta humedades significativamente menores ($U=0; \alpha=0.014$), con respecto a los otros individuos. Esto nos conduce a considerar que el régimen hídrico depende, más estrechamente, de la localización del individuo de E.schultzii que de la orientación con respecto a los puntos cardinales; aunque debemos señalar que se trata de medidas puntuales, en un momento en el cual las condiciones distan de ser extremas.

T A B L A 1

ind.nº	Norte	Sur	Este	Oeste
1	74	67	72	63
2	45	78	50	35
3	72	47	65	43
4	72	67	62	65
5	28	61	14	15

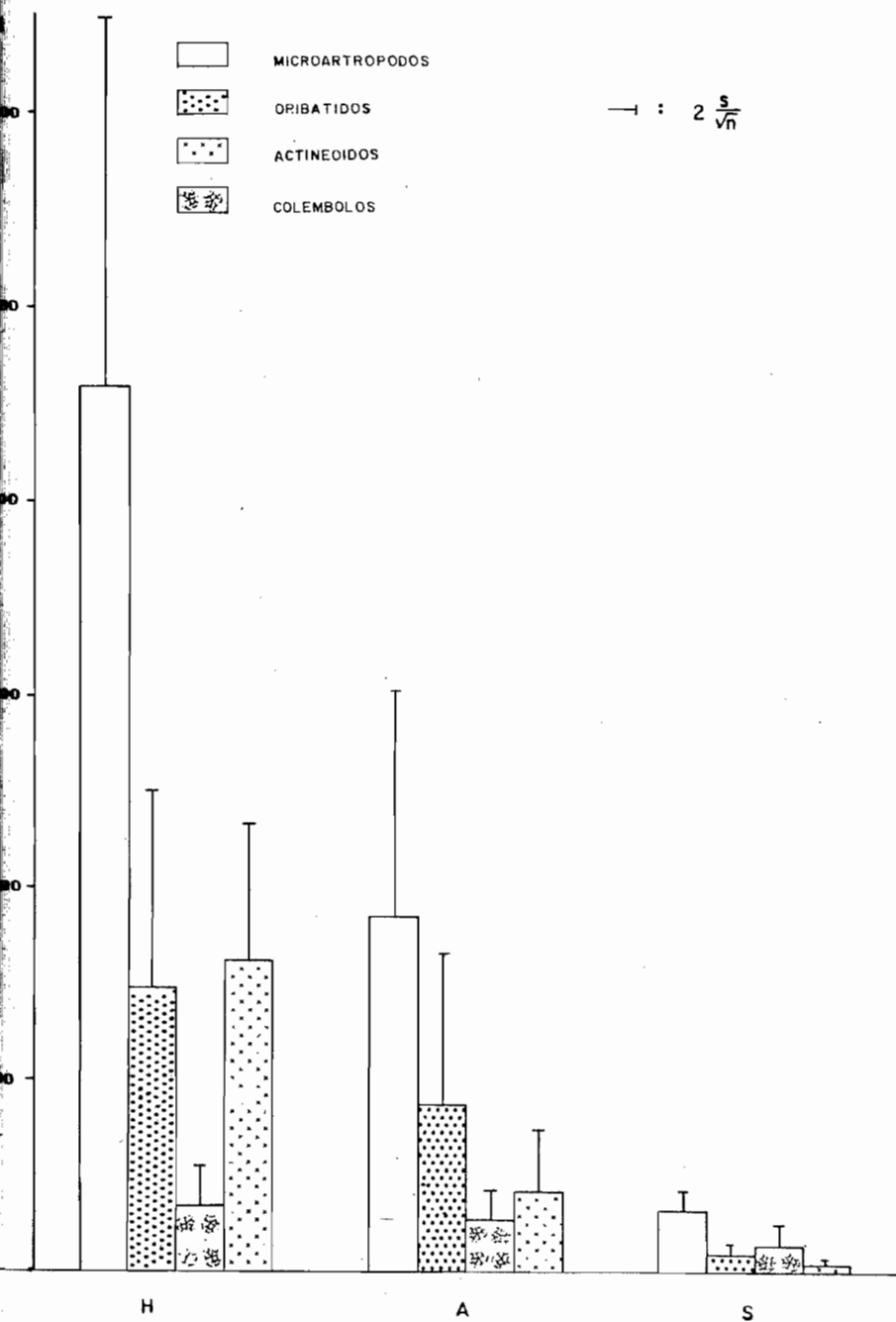
$\alpha=0.014$ $U=12\alpha=0.5$ $U=9\alpha=0.274$ $U=9\alpha=0.274$
no sig. no sig. no sig.

IV.6 EPOCA HUMEDA

IV.6.A. Distribución cuantitativa de Microartrópodos a lo largo de la hojarasca y en el suelo.

La tabla 2 y la figura 8 muestran la distribución de los efectivos de Microartrópodos a lo largo del tronco de E.schultzii, y en suelo subyacente al

Figura 8. Abundancia de los principales grupos de Microartrópodos presentes, según la altura en el tronco y en el suelo subyacente. H: cerca de la roseta; A: cerca del suelo; S: suelo subyacente. n=7. Piedras Blancas, julio de 1980.



T A B L A 2

dad de Microartrópodos en la hojarasca en pié de Espeletia
tzii y en el suelo al pié de E.schultzii (16-07-80) .

	Hojarasca cerca de la roseta (H)	Hojarasca cerca del suelo (A)	Suelo al pié de <u>E.schultzii</u> (S)
artrópodos	460.00 [±] 175.56 T=0 ; α =0.01 U=6 ; α =0.009	> 185.29 [±] 118.50 T=0; α =0.01 U=1; α =0.001	> 33.29 [±] 10.40
Edidos	147.00 [±] 101.89 T=10; no=sig. U=13; α =0.082	≠ 87.86 [±] 78.28 T=0; α =0.01 U=1; α =0.001	> 9.14 [±] 3.88
bolos	35.00 [±] 22.57 T=14; no sig. U=22; α =0.402	≠ 28.86 [±] 14.54 T=0; α =0.01 U=12 α =0.064	≠ 16.00 [±] 8.47
tidos	162.00 [±] 69.70 T=0; α =0.01 U=4; α =0.003	> 42.57 [±] 33.67 T=1 α =0.025 U=7 α =0.013	> 3.29 [±] 2.75

ind. x 36 cm²

Mann-Whitney

tronco. Podemos observar, que hay una disminución neta en la abundancia de Microartrópodos a lo largo del tronco, que va desde 460.00 ± 175.56 cerca de la roseta hasta 33.29 ± 10.40 en el suelo subyacente al pie del individuo. Las densidades observadas en el suelo al pie de E.schultzii, son significativamente menores que las observadas en la hojarasca en pie (Test de U; $\alpha=0.001$ y Test de T; $\alpha=0.01$).

Si comparamos las densidades obtenidas en el suelo subyacente a E.lutescens y E.timotensis, 230 ± 66 Microartrópodos (Garay, 1981); con la estimación de los efectivos de Microartrópodos en el suelo subyacente a E.schultzii, las primeras especies situadas en una estación cercana y en la misma época del año, notamos que las densidades observadas en el suelo subyacente al pie de E.schultzii representan sólo $1/7$. Esta diferencia indica, sin duda, una evolución diferente de la materia orgánica al pie de la planta en las dos asociaciones.

IV.6.B. Distribución cuantitativa de Microartrópodos según las distintas profundidades (distancia al eje del tronco).

La tabla 3 presenta las densidades de Microartrópodos según la distancia al eje del tronco. Podemos apreciar que en la zona cerca del suelo (A), no hay una disminución del número de individuos hacia la parte media (Test de U; $\alpha=0.104$). Sin embargo, cerca de la roseta (H) el comportamiento es di-

T A B L A 3

Densidades de Microartrópodos en la hojarasca en pié de E. schultzi (según la distancia al eje del tronco) y en el suelo (16-07-80).

	Hojarasca externa (A)		Hojarasca media (B)		Hojarasca interna (C)
Cerca de la roseta (H)	292.86 [±] 94.77 T=1 U=5	>	93.57 [±] 77.58 α = 0.025 α = 0.006	>	67.86 [±] 78.09 α = 0.025 α = 0.082
Cerca del suelo (A)	111.57 [±] 75.82 T=7 U=20	≠	73.71 [±] 47.98 no signif. α = 0.310		
Suelo sub- yacente (S)	Suelo (0-5 cm) 19.57 [±] 7.65 T=8; no signif. U=14	≠	Suelo (+ de 5 cm) 13.71 [±] 11.23 α = 0.104		

$$\bar{X} \pm 2 \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ ind. x } 36 \text{ cm}^2$$

ferente ya que en la hojarasca externa (Ha) el número de efectivos de Microartrópodos es mayor al de la hojarasca media e interna (Test de U, $\alpha=0.006$ y $\alpha=0.082$). Las densidades superiores observadas en la parte externa con respecto a la interna o zona de las vainas foliares; podría estar en relación con una mayor descomposición de la zona terminal de las vainas foliares. En efecto, los Oribátidos y Colémbolos consumen microorganismos, o en el caso de ciertos Oribátidos, material vegetal atacado por microorganismos (Luxton, 1972).

IV.6.C. Densidades de Oribátidos.

La tabla 4 nos muestra las densidades de Oribátidos en la hojarasca en pie de E.schultzii, según la distancia al eje del tronco y la altura respectivamente. Los Oribátidos muestran las mismas tendencias que los Microartrópodos totales; solamente cerca de la roseta no se encuentra una disminución del número de efectivos, desde la parte media hacia la zona de las vainas foliares (Test de U; $\alpha=0.159$)

En el suelo al pie de la planta, las densidades de Oribátidos son significativamente menores que en la hojarasca (Figura 9).

IV.6.D. Densidades de otros órdenes de Acaros.

En lo concerniente a los Acaros Actinédidos, la tabla 5 muestra que hay una disminución significativa del número de efectivos desde la hojarasca

T A B L A 4

Densidades de Oribátidos en la hojarasca de E. schultzei (según la distancia al eje del tronco) y en el suelo subyacente(16-07-80)

	Hojarasca externa (A)	Hojarasca media (B)	Hojarasca interna (C)
Cerca de la roseta (H)	135.29 [±] 76.79 T=0 U=5	> 14.86 [±] 9.77 α =0.001 α =0.006	≠ 11.86 [±] 11.70 no signif. U=16 α = 0.159
Cerca del suelo (A)	22.71 [±] 19.18 T=11 U=20	≠ 19.86 [±] 18.41 no signif. α =0.310	
	Suelo (0- 5 cm)		Suelo (+ de 5 cm)
Suelo sub- yacente (S)	2.43 [±] 2.17 T=2 U=12	≠ α =0.025 α =0.064	0.86 [±] 0.92
$\bar{X} \pm 2 \frac{S}{\sqrt{n}}$	ind. x 36 cm ²		

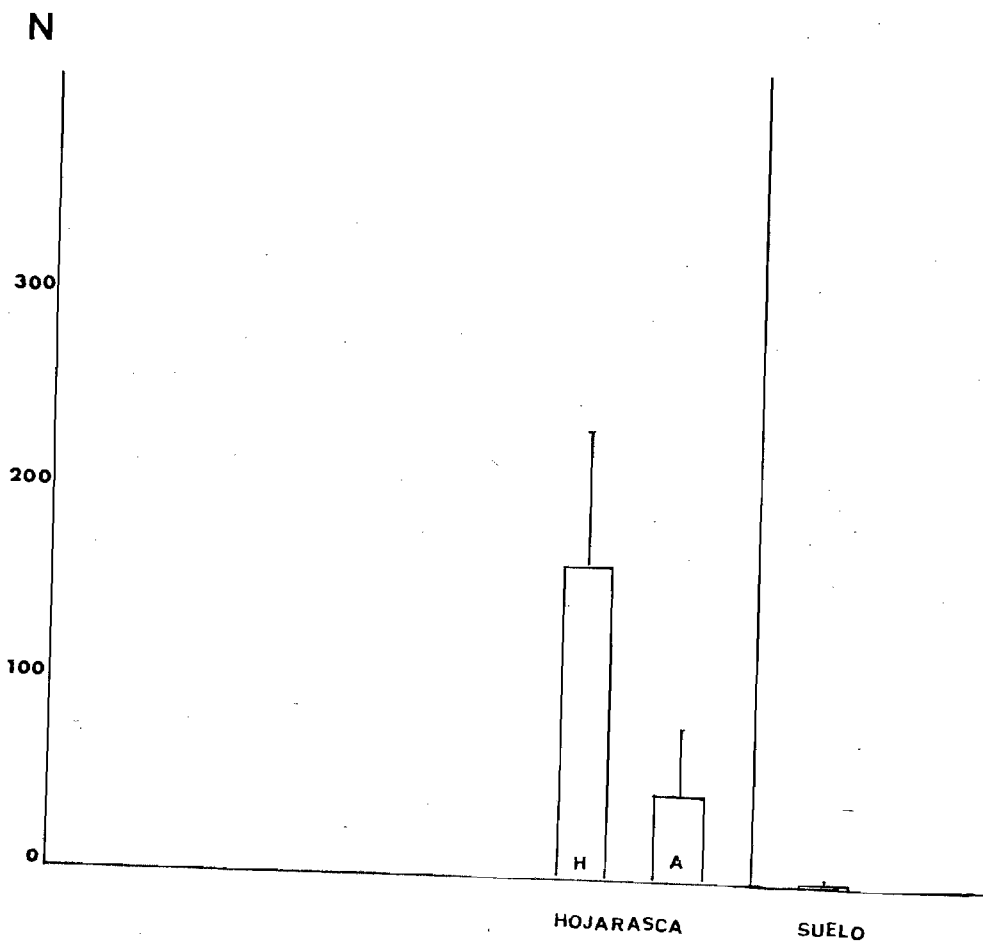
T A B L A 5

Densidades de Actinédidos en la hojarasca en pié de E. schultzii (según la distancia al eje del tronco), y en el suelo subyacente (16-07-80)

	Hojarasca externa (A)		Hojarasca media (B)
Cerca de la roseta (H)	85.14 [±] 40.18	>	36.43 [±] 26.60
			U=7 α =0.013
Cerca del suelo (A)	51.57 [±] 51.05	≠	36.29 [±] 31.24
			U=22 α =0.402
	Suelo (0-5 cm)		Suelo (+ de 5 cm)
Suelo sub- yacente (S)	5.43 [±] 3.92	≠	3.71 [±] 3.01
			U=23 α =0.451

$$\bar{X} \pm 2 \frac{S}{\sqrt{n}} \quad \text{ind. x } 36 \text{ cm}^2$$

Figura 9. Densidades de Oribátidos en la hojarasca en pie de E.schultzii, a las alturas H (cerca de la roseta); A (cerca del suelo) y en el suelo subyacente.



externa hacia la media, en la zona cerca de roseta, pero en la hojarasca cerca del suelo y en el suelo al pie de la planta no existe diferencia.

Si se comparan los efectivos de Actinédidos con los de Oribátidos, a una misma de la hojarasca, no se encuentra diferencia significativa (Fig. 10). Estos dos grupos constituyen el 75% de los Acaros totales.

Los Tarsonémidos y Acarídidos representan un pequeño porcentaje del total de Acaros.

IV.6.E. Densidades de Colémbolos.

La densidad de Colémbolos en la hojarasca, no presenta diferencia significativa a ninguna de las dos alturas en las distintas profundidades; en el suelo ocurre algo similar, no se encuentran diferencias entre las dos profundidades (Test de U; $\alpha=0.310$) (Tabla 6). Si consideramos el conjunto de los Mi - croartrópodos en la hojarasca -tanto en la parte superior como en la zona cerca del suelo- el porcen - taje de Colémbolos es de solo el 12%; mientras que en el suelo representan el 48%.

IV.7. EPOCA SECA

IV.7.A. Densidades de Acaros y Colémbolos según los puntos cardinales.

Sólo se hicieron muestreos a una altura, se escogió la altura cerca de la roseta (H); esto se hi

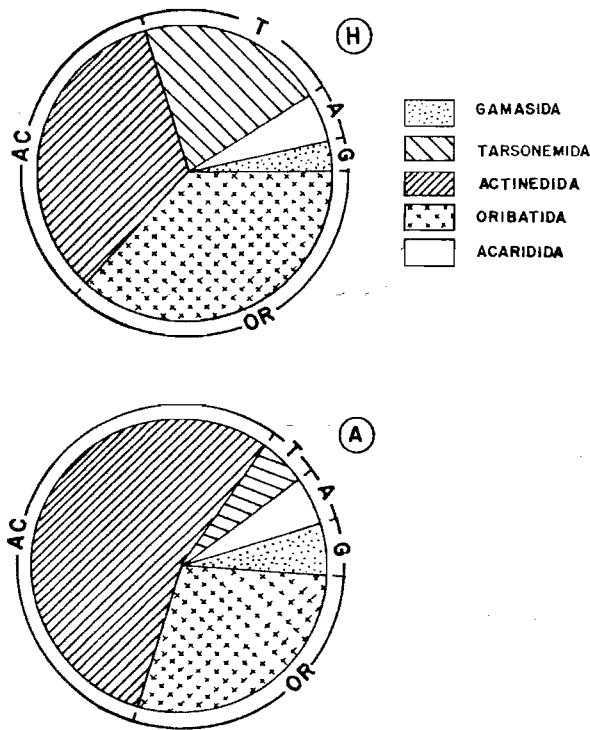


Figura 10. Densidades relativas de los órdenes de Acaros de la hojarasca en pie de E. schultzei; según la altura en el tronco.

H: cerca de la roseta

A: cerca del suelo.

Densidades de Colémbolos en la hojarasca en pié de E. schultzei (según la distancia al eje del tronco) y en el suelo subyacente (16-07-80).

	Hojarasca externa (A)	Hojarasca media (B)	Hojarasca interna (C)
Cerca de la roseta (H)	14.00 [±] 13.33 U=21	≠ 15.86 [±] 8.73 α=0.355	≠ 5.14 [±] 7.70 U=13 α=0.082
Cerca del suelo (A)	18.71 [±] 14.77 U=14	≠ 10.14 [±] 9.10 α=0.104	
Suelo subyacente (S)	Suelo (0- 5 cm) 8.29 [±] 5.59 U=20	Suelo (+ de 5 cm) 7.71 [±] 7.86 α=0.310	

$$\bar{X} \pm 2 \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ ind. x } 36 \text{ cm}^2$$

zo con el propósito de comparar comunidades entre las dos épocas, la tabla 7 presenta las densidades de Microartrópodos según las diferentes orientaciones. Se puede observar, que para los Microartrópodos totales no hay diferencias significativas, del mismo sucede con los Oribátidos y Colémbolos.

IV.7.B. Densidades de Microartrópodos según los puntos cardinales y la distancia al eje del tronco.

El número de Microartrópodos totales disminuye significativamente hacia la hojarasca media, en todas las orientaciones. Esto se debe fundamentalmente al comportamiento de los Actinédidos y Oribátidos. No obstante, los Colémbolos mantienen densidades similares en la hojarasca externa (Ha) y media (Hb); coincidiendo con lo observado durante el estudio de la época seca (Tabla 8).

IV.7.C. Abundancias relativas de los Microartrópodos según los puntos cardinales.

Dos orientaciones parecen tener condiciones más favorables para la instalación de los Microartrópodos: Norte y Sur. Las abundancias son significativamente superiores si las comparamos a las existentes en el Este y Oeste (Tablas 7 y 9). Entre los órdenes de Acaros estudiados son, sin duda, los Oribátidos los que muestran mayores diferencias. Por el contrario, los Colémbolos no presentan variaciones en el efectivo observado. Aunque este orden de in -

T A B L A 7

Densidades de los Microartrópodos totales, y de los grupos de Microartrópodos encontrados en la hojarasca en pie de E. schultzi según las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste, cerca de la roseta (H) (22-11-80).

	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Artrópodos	327.80 [±] 166.58	297.20 [±] 119.74	153.20 [±] 63.98	153.60 [±] 107.67
	T=6 no signif.		T=8 no signif.	
	U=11 $\alpha = 0.421$		U=9 $\alpha = 0.274$	
Artrópodos	110.80 [±] 75.92	155.20 [±] 97.42	64.40 [±] 32.22	78.60 [±] 64.80
Artrópodos	44.60 [±] 27.54	34.20 [±] 27.54	27.00 [±] 18.89	26.80 [±] 17.35
Artrópodos	131.20 [±] 92.30	65.00 [±] 53.64	14.00 [±] 8.56	40.60 [±] 25.35
	T=3 no signif.		T=15 no signif.	
	U=8 $\alpha = 0.210$		U=5 $\alpha = 0.075$	

$$2 \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ ind. x } 36 \text{ cm}^2$$

T A B L A 8

Densidades de Microartrópodos totales y grupos de Microartrópodos, en la hojarasca en pie de E. schultzei según la distancia al eje del tronco y las orientaciones . (22-11-80).

Microartrópodos	a	266.00 [±] 164.13	194.20 [±] 100.09	119.60 [±] 71.98	113.80 [±] 99.01
	b	61.80 [±] 51.66	102.40 [±] 51.85	33.60 [±] 24.54	39.80 [±] 9.89
Cinédidos	a	82.00 [±] 51.30	100.40 [±] 72.20	47.20 [±] 28.91	63.60 [±] 64.88
	b	28.80 [±] 34.53	54.80 [±] 42.30	17.20 [±] 15.56	15.00 [±] 5.21
Lémbolos	a	18.80 [±] 20.55	24.20 [±] 21.79	15.00 [±] 9.49	11.60 [±] 7.13
	b	24.80 [±] 26.10	10.00 [±] 10.00	12.00 [±] 10.62	15.20 [±] 12.52
Bátidos	a	124.60 [±] 91.22	45.60 [±] 35.77	10.20 [±] 10.63	33.80 [±] 26.96
	b	6.60 [±] 6.30	19.40 [±] 25.69	3.80 [±] 4.30	6.80 [±] 6.29

$$\pm 2 \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ ind. x } 36 \text{ cm}^2$$

a; Hojarasca externa

b: Hojarasca media

T A B L A 9

Comparación de la abundancia de los Microartrópodos totales y de los báltidos según los puntos cardinales.

	Norte-Este	Norte-Oeste	Sur-Este	Sur-Oeste
Microartrópodos	T=2 $\alpha=0.025$ U=4 $\alpha=0.048$ >	T=0 $\alpha=0.01$ U=3 $\alpha=0.028$ >	T=1 $\alpha=0.025$ U=5 $\alpha=0.075$ ≠	T=0 $\alpha=0.01$ U=3 $\alpha=0.028$ >
báltidos	T=0 $\alpha=0.01$ U=3 $\alpha=0.028$ >	T=2 $\alpha=0.025$ U=6 $\alpha=0.111$ ≠	T=1 $\alpha=0.025$ U=1 $\alpha=0.008$ >	T=5 no signif. U=12 $\alpha=0.5$ ≠

Wilcoxon (Datos apareados)

Mann-Whitney

sectos, sea más abundante globalmente en el Norte, la gran variabilidad de su número en las distintas muestras impide sacar conclusiones.

Los Actinédidos, que junto con los Oribátidos constituyen los grupos dominantes siguen la misma tendencia; las mayores abundancias corresponden a las orientaciones Norte y Sur (Tablas 7 y 9).

El análisis de los porcentajes relativos de los órdenes de Acaros (Figura 11), muestran que existen dos orientaciones en las cuales las diferencias en la estructura de la comunidad son máximas: Norte y Este. A las diferencias de abundancias se superponen diferencias en la dominancia de los distintos grupos de Acaros. En la orientación Este, los Acarídeos, Tarsonémidos, Gamásidos y Oribátidos representan sólo 1/4 del total de los Acaros; siendo los Actinédidos el grupo más importante.

En el Norte, son los Actinédidos y Oribátidos los mejor representados; mientras que los Gamásidos al igual que en las demás orientaciones, es el grupo de menor importancia.

En las orientaciones Sur y Oeste, la comunidad presenta una estructura intermedia; a pesar de que los Actinédidos siguen siendo dominantes; los Oribátidos constituyen una parte importante del efectivo total.

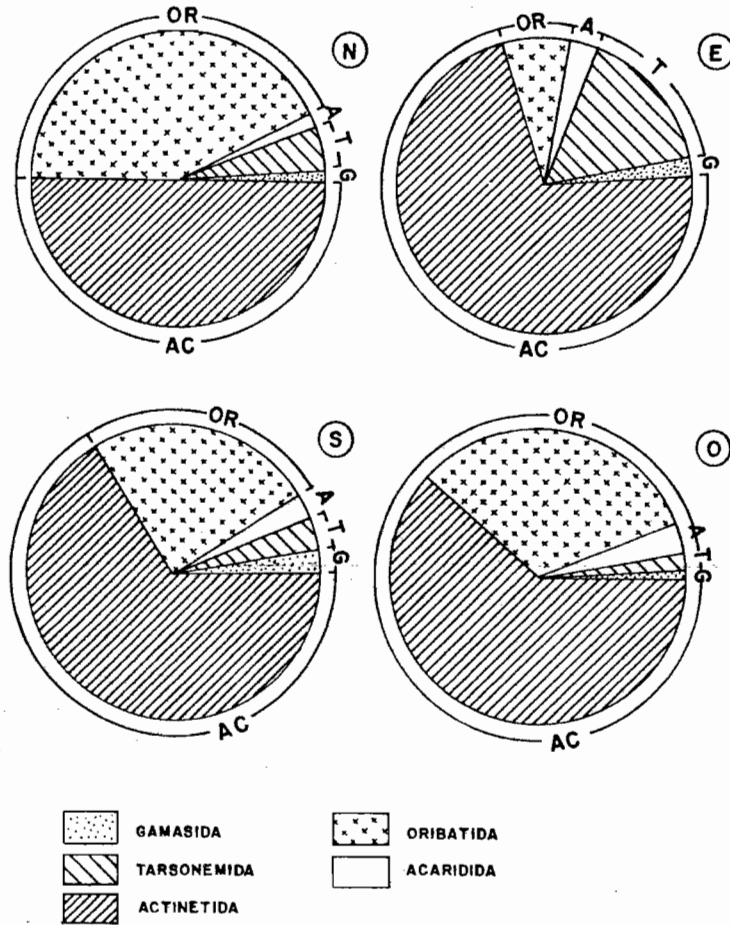


Figura 11. Densidades relativas de los órdenes de Acaros según las diferentes orientaciones: Norte, Sur, Este y Oeste. n=5. Epoca seca.

Contrariamente a lo que sucede en la hojarasca expuesta al Este, donde los Tarsonémidos son el segundo grupo en orden de importancia; en la orientación Oeste ellos están muy poco representados.

IV.7.D. Comparación entre las épocas húmeda y seca

Esta comparación, se basa fundamentalmente en la existencia de variaciones de la estructura de la comunidad de Microartrópodos en la hojarasca en pie de E.schultzii; y en el suelo, durante las épocas de muestreo.

A los efectos de poder realizar esta comparación, hemos seleccionado los primeros cinco individuos muestreados en la época húmeda; una vez establecida la orientación muestreada en estas plantas, las abundancias son comparadas con las obtenidas en la orientación correspondiente de las plantas muestreadas en la época seca. Este procedimiento se realizó, con el propósito de homogenizar los dos muestreos, y de esta manera poder realizar la comparación.

Una comparación de las densidades de los diferentes grupos de Microartrópodos durante las épocas húmeda y seca a la altura H (cerca de la roseta), es presentada en la tabla 10. Se observa que los efectivos de Microartrópodos son superiores en la época húmeda; presentando diferencia significativa (Test de U; $\alpha=0.037$). Esta diferencia proviene de la dis-

T A B L A 10

Comparación entre las densidades de los diferentes grupos de Microartrópodos en la hojarasca en pie de E. schultzei, a la altura H (cerca de la roseta); en las épocas de muestreo.

	Epoca húmeda		Seca
Microartrópodos totales	460.00±175.56	>	232.95±92.70
		U=6	
		α=0.037	
Actinédidos	147.00±101.89	≠	102.25±40.29
		U=13	
		α=0.265	
Colémbolos	28.86±14.54	≠	33.15±8.37
		U=18	
		α=0.562	
Oribátidos	162.00±69.70	>	63.00±50.00
		U=4	
		α=0.015	

$$\bar{X} \pm 2 \frac{S}{\sqrt{n}}$$

minución del número de Oribátidos en el muestreo de la estación seca; los otros grupos presentan densidades similares en las dos épocas de muestreo. El mayor número de individuos obtenidos en la época húmeda, proviene de la hojarasca externa, mientras que el efectivo es del mismo orden de magnitud en la hojarasca situada más en profundidad (Tabla 11).

IV.7.E. Microartrópodos del suelo en las épocas húmeda y seca.

La comparación entre los efectivos de Microartrópodos del suelo, en las dos épocas de muestreo se presenta en la tabla 12. Apreciamos, que ninguno de los grupos de Microartrópodos presenta variaciones en la densidad; por lo tanto podemos afirmar que los efectivos de Microartrópodos se encuentran en igual número en las dos épocas de muestreo. En ambos muestreos las densidades son poco importantes.

IV.8. Relación entre el contenido hídrico de la hojarasca y el número de individuos.

El total de Microartrópodos, no presenta ningún tipo de correlación con respecto a la humedad en las orientaciones Norte, Sur y Este. Sin embargo, en la orientación Oeste sus densidades se mantienen más o menos constantes, y muy bajas para una variación del contenido hídrico entre 35 y 100%; a un contenido hídrico del 15% corresponden densidades 5 veces superiores. Lo cual estaría indicando, que

T A B L A 11

Densidades de los diferentes grupos de Microartrópodos, en la hojarasca externa (Ha) y hojarasca media (Hb); en las dos épocas de muestreo.

		Epoca húmeda		Epoca seca
Microartrópodos	Ha	292.86 [±] 94.77	>	173.40 [±] 71.77
			U=3	α=0.024
	Hb	99.57 [±] 77.59	≠	59.40 [±] 31.12
			U=17	α=0.5
Actinédidos	Ha	85.14 [±] 40.18	≠	73.30 [±] 22.99
			U=17	α=0.5
	Hb	36.43 [±] 26.60	≠	28.95 [±] 18.27
			U=21	no sig.
Colémbolos	Ha	14.00 [±] 13.33	≠	17.55 [±] 5.23
			U=23	no sig.
	Hb	15.86 [±] 8.73	≠	15.50 [±] 6.56
			U=20	no sig.
Oribátidos	Ha	135.29 [±] 76.79	>	53.55 [±] 49.60
			U=4	=0.015
	Hb	14.86 [±] 9.77	≠	9.15 [±] 6.97
			U=20	no sig.

$$\bar{X} \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$$

T A B L A 12

Comparación entre los grupos de Microartrópodos del suelo, en las dos épocas de muestreo.

	Epoca húmeda		Epoca Seca
Microartrópodos	33.29 [±] 10.40	≠	44.20 [±] 23.70
		U=13	=0.265
Actinédidos	9.14 [±] 3.88	≠	19.60 [±] 11.69
		U=10	=0.134
Colémbolos	16.00 [±] 8.47	≠	15.80 [±] 5.59
		U=17	=0.5
Oribátidos	3.29 [±] 2.75	≠	8.80 [±] 11.80
		U=16	=0.438

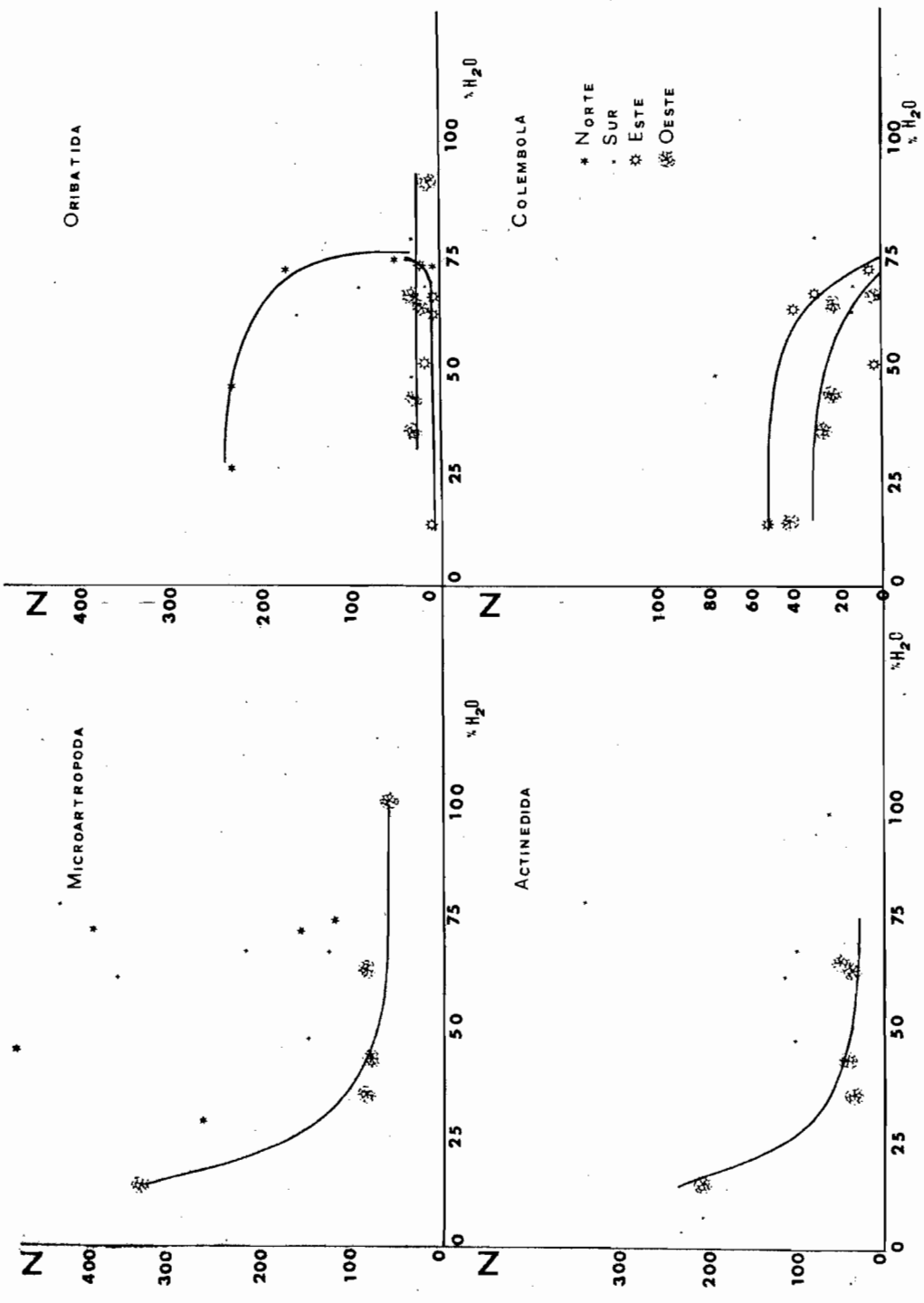
$$\bar{X} \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$$

el contenido hídrico después de un cierto valor limitaría la supervivencia de los Microartrópodos en esta orientación (Figura 12).

Los Oribátidos, que es el grupo que se encuentra mejor representado en la orientación Norte, parecen influenciados por el contenido hídrico en esta orientación. Manifiestan una disminución con el aumento del contenido de agua, aunque la relación no es lineal. En la orientación Oeste, el número de individuos permanece constante; en la orientación Este el efectivo de Oribátidos permanece constante hasta un 75% de humedad, donde aparece un pequeño incremento en número. Madge (citado por Wallwork, 1970) ha mostrado que existen ciertas especies de Oribátidos capaces de habitar lugares expuestos a grandes cambios de temperatura y humedad; mientras que otras prefieren habitats más estables.

Los Colémbolos se comportan de manera similar a los Oribátidos, disminuyendo su número a medida que aumenta el contenido hídrico. Hale (citado por Burges and Raw, 1967), encuentra que el número de Colémbolos es inversamente proporcional al contenido de agua. Además, se ha encontrado que los Colémbolos requieren de suelos con un porcentaje alto de porosidad y de una humedad atmosférica relativa no menor de 90% para poder sobrevivir, por lo tanto es poco probable encontrarlos en lugares húmedos. (Wallwork, 1970).

Figura 12. Relación entre el contenido hídrico de las muestras de hojarasca y los efectivos de Microartrópodos, Actinédidos, Oribátidos y Colémbolos.



Los Actinédidos, presentan una disminución con el aumento de agua; y es este el grupo que determina la curva de los Microartrópodos en el Oeste.

En general, los tres grupos presentan una relación inversa con el contenido de agua. Estos resultados muestran que el factor hídrico puede actuar limitando las poblaciones en ciertas condiciones. Sin embargo, debe existir un factor o serie de factores, que determinen o limiten la instalación de la comunidad (por ejemplo, en el caso de los Oribátidos en el Este y Oeste), y que depende principalmente del efecto de la orientación más que del contenido de agua. Debemos sin embargo notar, que estos resultados corresponden a mediciones puntuales, y que el estudio dinámico debería proseguirse sobre todo en la estación seca.

IV.9. Otros grupos de Artrópodos.

Además de los grupos de Microartrópodos descritos, se encontraron en la hojarasca en pie de E. schul tzii diferentes órdenes de artrópodos. El orden dominante es Coleoptera, y entre estos las larvas son dominantes en la estación seca. El resto de los órdenes no presenta variaciones importantes durante las dos épocas de muestreo.

ORDEN	Epoca húmeda	Epoca seca
Diplura	14	14
Homoptera	29	39
Orthoptera	24	0

Coleoptera	adultos	59	31
	larvas	9	67
Diptera (larvas)		28	15
Araneae		7	2

V. DISCUSION Y CONCLUSIONES GENERALES

Las densidades de Microartrópodos disminuyen significativamente a lo largo del tronco, desde la altura cerca de la roseta (H) hasta el suelo (S); además, en la zona próxima a la roseta existe una disminución del número de Microartrópodos hacia el eje de la planta; lo que indicaría una mayor actividad de microorganismos en la hojarasca más reciente. Sin embargo, desde el punto de vista microclimático la hojarasca que se encuentra en la parte externa de la roseta, es la más expuesta a las oscilaciones diarias de temperatura propias del Páramo Desértico. El hecho de que exista mayor actividad de microorganismos en la hojarasca más expuesta- hojarasca externa- podría estar en relación con el hecho de que los Microartrópodos, en particular los Oribátidos y Colémbolos presentan estrategias de adaptación al frío. Block (1980), encuentra que ciertos Oribátidos presentan tasas de metabolismo muy bajas, que podrían considerarse como adaptaciones a los ambientes fríos; además, Somme y col. (1982) y Block y col. (1982) detectaron la existencia de sustancias crioprotectivas (azúcares y glicerol), y de cadenas de hidrocarburos en los ácaros, que les confieren habilidad para sobrevivir a muy bajas tempera-

turas, congelando entre -6 y -10 °C.

En la base de la planta no existe disminución neta del número de individuos hacia la zona de las vainas foliares; además de que el efectivo es menor que en la hojarasca cerca de la roseta, lo que sugiere que en esta zona ha habido una actividad trófica y por consiguiente, una transformación de la materia orgánica superior a la de la hojarasca que se encuentra cerca de la roseta. Por otra parte, en esta zona se observa acumulación de nitrógeno, hecho que está muy relacionado con etapas avanzadas de la descomposición.

En la hojarasca externa de la zona próxima a la roseta, el número de microartrópodos es mayor que en la hojarasca media e interna. Por lo tanto, se podría señalar que las primeras etapas de la descomposición se inician en esta zona -hojarasca externa- y si el número de Microartrópodos presentes está en relación con la actividad de descomposición, esta podría ser la zona de descomposición más activa. Además, es en esta zona donde existen mayores recursos tróficos (material vegetal y microorganismos; por ello encontramos una relación inversa entre el número de Microartrópodos y la cantidad de nitrógeno.

Los Tarsonémidos y Acarídidos representan un pequeño porcentaje del total de Acaros (11%). Estos

grupos de Microartrópodos, presentan un desarrollo rápido y oportunista siendo abundantes en sistemas edáficos perturbados (Karg, 1978). Los Oribátidos, Actinédidos, Tarsonémidos y Acarídeos son fundamentalmente detritívoros. Los Gamásidos que constituyen la comunidad estudiada son predadores. Su escasa abundancia obedecería en parte, a la ubicación en la red trófica. Es posible evidenciar relaciones cuantitativas entre los ácaros predadores y sus presas potenciales; se ha observado que los Colémbolos y Oribátidos jóvenes están en densidades cuatro veces mayores que la de los Gamásidos predadores. (Blandin y col., 1977).

Con respecto a los Colémbolos dos hipótesis pueden ser sugeridas para explicar la diferencia entre las comunidades de la hojarasca y suelo: 1) las condiciones microclimáticas no son favorables para la instalación de los Colémbolos en la hojarasca en pie; 2) los recursos tróficos no son los apropiados. Se ha demostrado en cultivos experimentales que muchas especies de Colémbolos consumen una amplia gama de material vegetal, incluyendo hongos, esporas, bacterias, material vegetal descompuesto, heces y presas vivas. En condiciones naturales los componentes más comunes son hongos y material descompuesto; muchas especies muestran preferencia por cierta clase de material (Christiansen, 1964). Debido a la amplia variedad de material que consumen, la hipótesis sobre los recursos tróficos

no debería ser la correcta. El trabajo de Usher (1969), muestra que estos insectos son sensibles a las condiciones de exceso de agua, y en nuestros resultados se muestra que para altos contenidos de agua en la hojarasca, el número de Colémbolos disminuyen.

La distribución de los Microartrópodos según las orientaciones, muestra que existen orientaciones más propicias para la instalación de las comunidades, es decir, existen diferencias en la estructura y la abundancia de la comunidad según la orientación. Es probable que la descomposición se realice de manera distinta alrededor del eje de la planta, según la exposición. Nuestros resultados sugieren que la alta humedad podría ser un factor limitante en algunas orientaciones. Pero un estudio del contenido hídrico de la hojarasca y su influencia en la comunidad de Microartrópodos, exigiría muestreos continuos a intervalos más cortos, para verificar nuestros resultados.

Existe mayor densidad de individuos en la hojarasca en pie de E. schultzei durante la época húmeda; es probable que las condiciones microclimáticas durante la época seca **incidan** sobre el ciclo reproductivo y la mortalidad de las poblaciones, y por ello la densidad de individuos en esta época sea menor.

En el suelo al pie de la planta, el número de individuos es del mismo orden de magnitud durante

las dos épocas de muestreo; es probable, aunque no tenemos datos que lo apoyen, que durante el período de muestreo no se sucedieran variaciones hídricas considerables en el suelo.

Las densidades de Microartrópodos son del mismo orden de magnitud en E.schultzii y E.lutescens y E.timotensis (Garay, 1981), si consideramos la hojarasca a diferentes alturas. En H (cerca de la roseta) ellas son de 460.00 ± 175.56 ind/32 cm² y en A (cerca del suelo) de 185.28 ± 118.50 ind/32 cm² para la especie en estudio; y de 327 ± 71 ind/ 32 cm² en H y 230 ± 168 ind/ 32 cm² en A para las otras dos especies. Sin embargo, como lo muestran los resultados la cantidad de hojarasca por unidad de superficie es inferior en E.schultzii, especialmente en la zona próxima a la base del tronco (27.62 ± 3.50 g), que en las otras dos especies (47.55 ± 4.65 g). En la zona cerca de la roseta las cantidades de hojarasca son similares; 33.52 ± 5.87 para la especie en estudio; y 44.53 ± 4.65 para las otras dos especies. Lo que indica que la necromasa foliar en E.schultzii estaría sometida a una acción más intensa por parte de la mesofauna, esto reflejaría una mayor descomposición en esta especie. En efecto, la brusca disminución de Microartrópodos hacia la zona de las vainas foliares, que se presenta en E.lutescens y E.timotensis es menos notoria que es E.schultzii; la colonización de la estructura foliar sería más completa en esta especie que muestra además vainas más pequeñas.

De lo antes señalado podríamos concluir que la estrategia de protección de la hojarasca en pie de E. schultzii, sea menor que en E. lutescens-timotensis.

Entre los grupos estudiados, los Acaros Oribátidos y Actinédidos son los más importantes. Por una parte, ellos son superiores en número con respecto a los Colémbolos y el resto de Acaros; y por otro lado se trata especialmente en el caso de los Oribátidos de artrópodos microfitófagos y macrofitófagos (Luxton, 1972).

El estudio de las especies dominantes y las relaciones tróficas con los microorganismos y el material vegetal sujeto a los procesos de descomposición, permitiría, sin duda, avanzar en el conocimiento de los mecanismos de descomposición y en la comprensión de la estrategia de supervivencia de Espeletia schultzii en el Páramo Desértico.

El conjunto de resultados muestran, que al igual que en E. lutescens-timotensis (Garay, 1981); la hojarasca en pie de E. schultzii, sufriría un proceso de descomposición que comienza en la zona próxima a la roseta; pero la actividad de la red saprofítica sería superior en E. schultzii; mientras que lo contrario sucedería en el suelo subyacente a la planta.

VI. RESUMEN

Se estudian las comunidades de Microartrópodos de la hojarasca en pie de Espeletia schultzii, durante la estación seca y húmeda, y su relación con las diferentes modalidades de la descomposición.

Espeletia schultzii, se encuentra en la Formación Páramo Desértico, en el límite inferior del piso Altiandino. El área de estudio se localiza en el Páramo de Piedras Blancas, en los Andes noroccidentales Venezolanos.

Los resultados muestran que:

- a.- El número de Microartrópodos, disminuye de manera general a lo largo del tronco de E.schultzii, hasta el suelo subyacente a la planta, donde los efectivos de Microartrópodos tienen poca importancia.
- b.- Las densidades de Microartrópodos según la distancia al eje central de la planta, es decir, desde la hojarasca externa a la zona próxima a las vainas foliares, presentan variaciones significativas.
- c.- Durante la época húmeda, existe mayor número de Microartrópodos en la hojarasca en pie, sin embargo, los Microartrópodos del suelo no sufren variaciones durante el período de estudio.
- d.- Las densidades de Microartrópodos para un tronco de 0.80 cm de altura son del orden de 92.666 ind.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ATTIWILL, P. M. (1968). The loss of elements from decomposing litter. *Ecology* 49: 142-145.
- BLANDIN, P., CHRISTOPHE, T. m GARAY, I. GEOFFROY, J.-J (1980). In Pesson (P.). *Actualités écologie forestière*. GAUTHIER villar, Paris: 477-506.
- BLOCK, W. (1980). Survival strategies in polar terrestrial arthropods. *Biol. J. Linn. Soc.* 14:29-38.
- BLOCK, W. & SOMME, L. (1982). Cold hardiness of terrestrial mites at Sidney Island, maritime Antarctic. *Oikos* 38: 157-167.
- BOCOK, K.L., GILBERT, O., CAPSTICK, C. K., TWINN, D.C., WAID, M. J. (1960). Changes in leaf litter when placed on the surface of soils with contrasting humus types. I. Losses in dry weight of Oak and Ash leaf litter. *J. of soil Sci.* 11: 1-9.
- BURGES, A. (1967). The decomposition of organic matter in the soil, en: *Soil Biology*. Burges, A. and Raw, F. (Eds). Academic Press, London. pág. 479-492..
- CHRISTIANSEN, K. (1964). Bionomics of Collembola. *A. Rev. Ent.* 9: 147-178.

- DICKINSON, C. H. & PUGH, G. J. F. (1974). Biology of plant litter decomposition. Academic Press. London and New York. pág. 69-104.
- DUCHAUFOUR, P. (1975). Manual de edafologia. Toray-Masson, S.A. Barcelona. pág. 146-147.
- EDWARDS, C. A., D. E. REICHLER and D. A. CROSSLEY (1970). The role of invertebrate in turnover of organic matter and nutrient. En: Analysis of temperate forest ecosystems. D.E. Reichle (Ed) Spring-Verlang, New York pág 147-172.
- ELLIOT, J. M. (1977). Some methods for statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Fresh-water Biological Association. Scientific Publication 25. Sth cond edition 156 pág.
- GARAY, I. (1980). Relations entre la dynamique des humus forestieres et la structure des peuplements de Microarthropodes. Tesis 3^e cycle. Université Pierre et Marie Curie, París.
- GARAY, I. (1981). Le pleupement de microarthropodes dans la litiere sur pied de Espeletia lutescens et timotensis. Rev. Ecol. Biol. Sol. 18: 209-219
- HALE, W.G. (1967). Collembola. En: Soil Biology. Burges and Raw (Eds.). Academic Press. London. pág. 397-411.

- KARG, W. (1978). Milben als Indicatieren zur Optimierung von Pflanzenschutznahmen in Apfelintensivanlagen. *Pedobiología*. 18: 415-425.
- LARCHER, W. (1977). *Ecofisiología vegetal*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona-11, pág. 118-135.
- LUXTON, M. (1972). Studies on the Oribatid mites of a Danish beech wood soil. I. Nutricional biology *Pedobiología* 12: 434-463.
- MONASTERIO, M. (1979). El Páramo Desértico en el Altiandino de Venezuela. En: *El Medio Ambiente Páramo Salgado-Laboriau M.L.* (Ed). Ediciones Centro de Estudios Avanzados.
- MONASTERIO, M. (1980). Las Formaciones Vegetales de los Páramos en Venezuela. En: *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*. Monasterio, M. (Ed). Ediciones de la Universidad de los Andes. pág 93-158
- MONASTERIO, M. (1980b). Elementos para el análisis de la estrategia global en especies del Páramo Desértico. I. Demografía foliar y alocación de nutrientes en *Espeletia lutescens*. *Act. Cient. Venez.* Suplemento N° 1. 31: 76.
- MURPHY, P. W. (1962). Extraction Methods for soil Animals I. Dynamic Methods with particular reference to funnel processes. En: *Progress in soil zoology*. Murphy P.W. (Ed). London. Butterworths. pág. 75-114.

RAW, F. (1967). Arthropoda (except Acari and Collembola). En: Soil biology. A. Burges and Raw (Eds) Academic Press. New York. pág. 323-361.

SARMIENTO, G. (1972). Premisas y proposiciones para el desarrollo de la ecología en el Trópico Americano. Act. Cient. Venez. 23: 197-202.

SIDNEY, S. (1956). Nonparametric Statics. McGraw-Hill. Kogakusha, L.T.D. 312 pág.

SØMME, L. & BLOCK, W. (1982). Cold hardiness of Collembola at Signy Island, maritime Antarctic. Oikos 38: 168-176.

SCHUBERT, C. (1976). Glaciaciones y morfología en los Andes Venezolanos noroccidentales. Bol.Ven. Cien. Nat. Tomo 32, N 132/133, pág. 149-178.

SCHUBERT, C. (1980). Aspectos geológicos de los Andes Venezolanos: Historia, Breve Síntesis, el Cuaternario y Bibliografía. En: Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Monasterio, M. (Ed). Ediciones de la Universidad de los Andes. pág 29-46.

STURN, H. (1979). Distribución de la fauna de invertebrados en un páramo andino (Resumen). En: El Medio Ambiente Páramo. Salgado-Laboriau, M.L. (Ed.). Ediciones Centro de Estudios Avanzados.

WILLWORK, J. A. (1970). Ecology of soil animals.
McGraw-Hill. London.