

19
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS IZTACALA

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS COLLEMBOLA
(ARTHROPODA: HEXAPODA) DE NECROTRAMPAS
DEL CERRO DE HUITEPEC, SAN CRISTÓBAL DE
LAS CASAS, CHIAPAS, MÉXICO.

T E S I S

Que para obtener el título de

BIÓLOGO

presenta

MIGUEL DÍAZ GÓMEZ

Director: Dr. José G. Palacios Vargas

México D. F.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1134



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RECONOCIMIENTOS

El trabajo de campo de la presente tesis fue posible en gran parte gracias a la valiosa ayuda de los biólogos Alberto Morales y Jorge Padilla, profesores de la ENEP Iztacala quienes realizaron la recolecta de los especímenes y proporcionaron material bibliográfico y ayuda técnica en el proceso de investigación y separación de los ejemplares, así como facilitaron el uso de las instalaciones del laboratorio de Zoología de la ENEP Iztacala.

El Dr. José G. Palacios corrobora y auxilió en la identificación taxonómica de los colémbolos y permitió el uso de las instalaciones del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la facultad de Ciencias, UNAM.

El biólogo Agustín Vargas brindó su apoyo para la realización del análisis estadístico.

La bióloga Blanca Mejía auxilió y compartió su experiencia en las técnicas de montaje de los ejemplares.

Los biólogos Gabriela Castaño, Gerardo Ríos, Antonio Gómez, Ricardo Iglesias, y Leopoldo Cutz aportaron su experiencia y sus comentarios durante el desarrollo y culminación de la tesis.

El jurado dictaminador estuvo integrado por la M. en C. Pilar Villeda C., Biol. Ana Lilia Muñoz V., Biol. Marcela Ibarra G., Biol. Agustín Vargas V. y el Dr. José G. Palacios Vargas, quién fue también director de la tesis.

Agradezco también a todas las personas, familiares y amigos que de alguna manera me han dado su apoyo, gracias a todos ustedes fue posible la realización de esta tesis.

INDICE

RESUMEN.....	2
I. INTRODUCCION	
A. Generalidades sobre la fauna edáfica.....	3
B. Importancia y hábitos de los Collembola.....	5
II. ANTECEDENTES.....	8
III. OBJETIVOS.....	10
IV. AREA DE ESTUDIO	
A. Generalidades del Estado de Chiapas.....	11
B. Generalidades sobre la Altiplanicie de Chiapas.....	11
C. Geología de la Altiplanicie.....	11
D. Datos edafológicos	14
E. Generalidades del área de estudio.....	15
V. METODOLOGIA	
A. Extracción	17
B. Trabajo de campo.....	18
C. Trabajo de laboratorio.....	18
D. Determinación taxonómica.....	20
E. Análisis estadístico.....	21
VI. RESULTADOS Y ANALISIS	
A. No. total de familias.....	23
B. Total de organismos capturados.....	24
C. Distribución por temporadas (lluvias,nortes y sequías).....	31
D. Distribución estacional (primavera-verano-otoño-invierno).....	37
E. Precipitación y humedad de la zona.....	42
F. Comparación con otros trabajos	45
VII. CONCLUSIONES.....	48
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	51
IX. APENDICE.....	59

RESUMEN

Se analizaron la abundancia y distribución de colémbolos del Cerro de Huitepec San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México a través de las temporadas de lluvias, nortes y sequías y por estaciones del año (primavera-verano-otoño-invierno). El muestreo se realizó durante un año utilizando trampas NTP 80 (Morón, 1984) en un área que presenta tres tipos de vegetación : pastizal, encinar y nubliselva.

Los datos aquí expuestos provinieron del análisis de recolectas efectuadas de agosto de 1988 a julio de 1989. Se colectaron un total de 12,477 colémbolos, representados por 19 géneros que abarcan 9 familias dentro de tres subórdenes de los cuales 4 familias y 11 géneros se reportan como nuevos registros para el Estado.

La abundancia relativa del suborden Poduromorpha del total de las muestras es de 82%, Entomobryomorpha 12% y Eusymphyleona 6%. Presentándose en encinar el 50% del total de colémbolos recolectados.

I. INTRODUCCION

A. GENERALIDADES SOBRE LA FAUNA EDAFICA.

El suelo (del latín *solum*), es un complejo formado por dos componentes: el abiótico o edáfico, constituido por la fracción mineral, materia orgánica y humedad y la parte biótica representada por las poblaciones de organismos, en donde estos tienen un diferente papel biológico.

Como consecuencia del desarrollo del medio edáfico se origina una disposición característica llamada perfil de suelo, que depende de la cantidad y clase de materia orgánica y de la humedad que se presente en cada estrato. Algunos autores lo consideran como el estrato inferior de los ecosistemas terrestres, el cual equivaldría en función y significado a los sedimentos acuáticos.

En el medio edáfico han sido encontrados varios grupos de organismos a los que Rapoport (1959) les asigna un diferente valor bioedafológico. Dentro de éstos se tienen a los protozoarios, turbelarios, nemertinos, nemátodos, nematomorfos, gastrotricos, oligoquetos, crustáceos, arácnidos, quilópodos, ácaros, insectos y algunos vertebrados.

Las poblaciones de artrópodos del suelo, además de que pueden estar considerablemente diversificadas, alcanzan su mayor complejidad y abundancia en los hábitats no deteriorados, como bosques, selvas y praderas permanentes, en donde el clima, vegetación y tipo de suelo se combinan para dar la humedad y suministro alimenticio adecuado; así como una permanente oscuridad, menor variación de temperatura y humedad, una cantidad de CO₂ mayor que en la atmósfera libre, condiciones que forman microambientes que juegan un papel modificante del régimen de vida y adaptación de la fauna edáfica (Rapoport y Bianco, 1966).

Muchas de las especies que habitan el suelo requieren de condiciones ambientales específicas. Hay especies que están definidas por la estratificación de las condiciones de sus hábitats pero suele haber estrictos requerimientos en sus ambientes.

Las diferencias del significado biológico, tamaño, abundancia, actividad, régimen alimenticio, preferencia de microhábitats, adaptación, permanencia y exclusividad de los distintos animales que habitan en el suelo son variables y han dado lugar a diversos sistemas clasificatorios (Rapoport, 1959).

Hay animales que habitan en el suelo durante un período de su vida y que reciben el nombre de **geófilos**, como los dípteros, lepidópteros y coleópteros; mientras que otros pasan dentro del suelo su ciclo de vida completo y se les llama **geobiontes**, como los oligoquetos, diplópodos, ácaros, colémbolos, proturos, etc..

Por su grado de adaptación tenemos al denominado **epiedafón**, conjunto de animales que habitan en la superficie del suelo y se les conoce como epiedáficos; **hemiedafón** a los que habitan en el mantillo del suelo o en el llamado suelo orgánico conocidos como hemiedáficos; y el **euedafón** con los organismos del suelo mineral o euedáficos.

De acuerdo a su tamaño tenemos la **microfauna** (0.02 a 0.2 mm); **mesofauna** (0.2 a 2 mm) y **macrofauna** (2 a 200 o más mm). Dentro de la mesofauna hay dos grupos que se distinguen por su gran abundancia: los ácaros y los colémbolos; sin embargo, hay que tomar en cuenta que las poblaciones varían según la época del año, y a veces se llegan a encontrar variaciones dentro de la misma semana o mes, viéndose influenciado por ejemplo por lluvias intensas, temperaturas muy altas o bajas, migraciones diurnas, nocturnas etc.. Se ha observado que la distribución de los organismos, no es uniforme pues se presentan frecuentemente colonias o agregados. Por su tipo de alimentación dentro de esta fauna puede haber depredadores, saprófagos, fitófagos, micetófagos, bacteriófagos y necrófagos (Rapoport, *loc. cit.*).

Algunos focos de desarrollo bacteriano están asociados con los excrementos de los insectos y con la muerte de los tejidos de la mesofauna y de los microbios. Muchas bacterias están sujetas a algún transporte dentro del suelo por las actividades migratorias de la micro y mesofauna del suelo.

Con respecto a la materia orgánica como componente del suelo y en relación con la muerte de los animales más pequeños, las sustancias proteínicas blandas se destruyen rápidamente dejando exoesqueletos quitinosos. Una característica de muchos suelos ácidos es el número de exoesqueletos de ácaros y otros artrópodos que se encuentran en la unión del mantillo y del suelo mineral. En los suelos denominados podsoles típicos, ocurre que, mientras que la parte superior de los restos orgánicos consta claramente de hojas o ramitas, parece que hay una capa negra amorfa en la zona de unión del material orgánico y del suelo mineral. Sin embargo un examen con el microscopio demuestra que esta capa está lejos de ser verdaderamente amorfa, y consta en gran parte de bolitas

fecales de pequeños animales que contienen partes muy fácilmente reconocibles de material vegetal.

En otro aspecto, los colémbolos pueden representar un peligro potencial cuando se introducen, junto con el suelo, en los cultivos de plantas. En condiciones favorables, como por ejemplo, donde la materia orgánica existe en cantidad suficiente, se multiplican muy rápidamente y se alimentan entonces de bulbos, tubérculos y raíces, así como de brotes tiernos, causando de este modo daños de consideración. En este caso, el único remedio es la esterilización del suelo (Teuscher y Adler, 1987).

En México han sido citados como plaga del tomate (Palacios-Vargas, 1994) y a principios de siglo se citaban en el mundo como plaga de la caña de azúcar, de alfalfa y de cultivos comerciales de hongos (Folsom, 1933).

Dentro de los bosques de montaña, los insectos y en especial la entomofauna degradadora, juega un papel muy importante, ya que contribuye a la degradación de la materia orgánica fragmentándola, para que posteriormente sea utilizada por otros organismos o por ellos mismos, con la retención y/o incorporación de elementos al medio, hasta completar y cerrar la red trófica (Parada, 1987), además los colémbolos pueden ser útiles para precisar evaluaciones ecológicas del ambiente (Ponge, 1983).

De todos los ecosistemas, los bosques húmedos son los más ricos en especies, nichos ecológicos y vida arbórea. En México los bosques de montaña (mesófilos de montaña, nubliselva, montano lluvioso) ocupan sólo el 0.87% del territorio nacional, y en varias regiones del país constituyen el último refugio de algunas especies animales y vegetales (Rivera, 1988), por lo cual, se debe de estudiar y comprender más la dinámica de estos ecosistemas para un mejor aprovechamiento y mantenimiento de los mismos.

La riqueza específica de los colémbolos en bosque mesófilo de montaña de la reserva "El Cielo" ha sido comparada con la de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco por Palacios-Vargas y Gómez-Anaya (1993), ellos mencionan, que en ambas resultó más alta esta riqueza específica en comparación con otras localidades (bosque altimontano y bosque de pino encino).

B. IMPORTANCIA Y HABITOS DE LOS COLLEMBOLA

La fauna del suelo ha recibido más atención en los últimos años, tanto por los ecólogos como por los taxónomos. A pesar de ello, para alcanzar

un adecuado conocimiento de todos los artrópodos habitantes del suelo en los países en vías de desarrollo hacen falta tanto diversidad en trabajos como más especialistas dedicados a la taxonomía (Palacios-Vargas, 1991).

Los colémbolos datan del Devónico medio y se cree que sus antecesores fueron los precursores en la evolución de la línea Insecta, la cuál invadió posteriormente el medio aéreo (Christiansen, 1964; Hale, 1971).

Los colémbolos son pequeños artrópodos, tradicionalmente considerados como insectos de la Subclase Apterygota. En la actualidad, muchos autores los separan como una clase distinta de los insectos, mientras que otros le dan distinto nivel taxonómico o simplemente los denominan como Hexapoda Apterygota (Palacios-Vargas, 1990).

Estos artrópodos se encuentran en medios con cierta cantidad de humedad como lo son el suelo húmedo, hojarasca, corteza de árboles, troncos en descomposición, hongos, nidos de insectos sociales e incluso en nidos de algunas aves y mamíferos, pero también se les ha encontrado en suelos de zonas áridas. Otros medios que ocupan son los epífitos y los litorales marinos, así como medios dulceacuícolas, donde forman parte de la fauna del epineuston. Son cosmopolitas y se encuentran desde el nivel del mar hasta grandes altitudes bajo hielos perpetuos. Algunas especies han sido citadas como plagas de la alfalfa, de la caña de azúcar y cultivos de hongos. Se conocen a nivel mundial alrededor de 7,000 especies. Sus poblaciones pueden ser muy numerosas y su importancia principal es como descomponedores de la materia orgánica vegetal así como la integración y reciclaje de los nutrimentos del suelo. Recientes investigaciones han demostrado su utilidad en la caracterización de condiciones precisas del medio (Palacios-Vargas, 1991).

Además los colémbolos son uno de los grupos edáficos que mayor interés ha despertado, por sus características de indicadores de condiciones ecológicas en agrosistemas por parte de los ecólogos y taxónomos (Villalobos, 1989; Stork y Eggleton, 1992). De los grupos de la fauna edáfica, ocupan el segundo lugar numéricamente en abundancia después de los ácaros, aunque algunas veces por diversos factores llegan a superar a estos últimos (Rapoport, 1959, 1966 y 1970; Najt, 1976, Parkinson, 1983; Bellinger, 1983).

Los colémbolos miden desde menos de 250 micrones, hasta poco más de 10 mm de longitud. Tienen el cuerpo cubierto de sedas de diferente tipo y pueden presentar escamas y tricobotrias, además de patrones de

coloración muy diversos, predominando el azul y el morado, o ser completamente transparentes. Las antenas presentan solamente cuatro artejos, pero la subdivisión y/o anillación de ellos da la apariencia de un mayor número de artejos en algunos géneros. En el tercer artejo existe un órgano sensorial con sensilas, y en el cuarto, también existen diversas estructuras sensoriales como sensilas, bastones y conos.

Cuanto más hay ocho corneolas a cada lado de la cabeza, pero muchos colémbolos pueden ser completamente ciegos, como los de la Familia Onychiuridae. Antes de las corneolas con frecuencia se encuentra el órgano postantenal, formado por una o varias vesículas. Las piezas bucales pueden ser masticadoras o chupadoras y cuentan con mandíbulas y maxilas con bastantes modificaciones, estas últimas pueden estar ausentes en diversos géneros tropicales.

El tórax normalmente cuenta con tres segmentos, aunque el protórax está reducido en muchas superfamilias. La tibia y tarso están fusionados formando un tibiotarso, con una uña grande externa, el unguis, y una pequeña interna, el apéndice empodial, que puede ser unguiforme, setiforme y con frecuencia no existir. El tibiotarso también puede presentar unas sedas especiales llamadas "tenent hairs".

El abdomen está formado por seis segmentos que en algunas familias están fusionados (principalmente en los Symphypleona). Presentan apéndices pares modificados en los segmentos I, III y IV. En el primero se encuentra el tubo ventral o colóforo, con un par de filamentos extrusibles; en el III está el tenáculo o gancho, para sostener la fúrcula, que les sirve para brincar y se encuentra en el cuarto segmento abdominal, aunque en ocasiones parece estar en el V. La fúrcula puede estar reducida e inclusive faltar, pero cuando está bien desarrollada presenta tres partes: una proximal denominada manubrio, otra media, el dente y una distal generalmente más pequeña, el mucrón. En algunos géneros se encuentran espinas al final del abdomen. En muy pocos grupos existe un verdadero dimorfismo sexual como en la familia Sminthurididae (Palacios-Vargas, 1990).

La fauna neotropical de colémbolos es una de las más diversas, y es reciente su estudio. Según el catálogo de Mari Mutt y Bellinger (1990) existen 156 géneros con cerca de 900 especies dentro de 23 familias. Esta cantidad resulta interesante cuando se le compara con los poco más de 600 taxa registrados para Estados Unidos de América (Christiansen & Bellinger, 1980).

Para México Palacios-Vargas (1997) cita 550 especies en 105 géneros y 23 familias; también resulta interesante que México, hablando de fauna y flora, ocupa el cuarto lugar en índice de biodiversidad y los cálculos más conservadores estiman que alberga la decima parte de la diversidad biológica del mundo (Palacios-Vargas, 1994).

II. ANTECEDENTES DE LOS COLÉMBOLOS EN MÉXICO.

Los primeros estudios sobre colémbolos en México fueron realizados por Schott en 1896, quien registra varias especies de Baja California. Poco después, Folsom en 1898 aporta un trabajo en donde únicamente hace la descripción de *Seira mexicana*, sobre ejemplares colectados en los alrededores de la Ciudad de México.

Hasta 1928, 3 décadas después, aparece una publicación de Handschin de material obtenido en el D. F. y localidades cercanas, como Chapingo, Desierto de los Leones y Tlaloc. Mills en 1938 realiza una importante contribución al conocimiento de los colémbolos de las cuevas de Yucatán; Por su lado Bonet durante el período de 1942 a 1947 publica numerosos trabajos sobre taxonomía de colémbolos y hace estudios morfológicos muy detallados de los grupos que trata.

En 1983 Palacios-Vargas elaboró el primer trabajo de síntesis con el título de "Catálogo de los Colémbolos Mexicanos", donde, recopila las especies descritas en México y las aportaciones que Yossi, Christiansen, y Mari Mutt han hecho al conocimiento de este grupo.

Posteriormente Mari Mutt y Bellinger (1990) en su catálogo sobre la fauna Neotropical de colémbolos, señalan 156 géneros con cerca de 900 especies dentro de 23 familias, en el cual un gran número corresponde a México; el número de colémbolos citados hasta la fecha en México es de 550 especies en 105 géneros y 23 familias (Palacios-Vargas, 1997) número que resulta un tanto pequeño en relación a la extensión territorial del país y en comparación a estudios realizados en otros países de dicho grupo.

Terrón-Sierra y Palacios-Vargas (1991) realizaron un trabajo en "La Michilia", Dgo., México; en una zona de bosque de pino-encino donde el método de colecta se realizó por medio de necrotrampas permanentes mod. 1980, obteniendo la incidencia de 4 familias y 11 especies dentro de 8 géneros, cabe mencionar que las necrotrampas sólo permiten estudiar una parte de la fauna, la epiedáfica y la hemiedáfica, y que la

incidencia de los organismos euedálicos y arbóreos a éstas se considera incidental.

Antecedentes de los colémbolos en Chiapas

Con respecto a Chiapas, en 1963 aparece un trabajo sobre colémbolos fósiles incrustados en ámbar de Simojovel del Estado de Chiapas el cual data del Oligoceno Tardío o Mioceno Temprano, realizado por Christiansen (1963), en este trabajo se logran identificar siete formas hasta especie con distintos grados de duda: *Entomobrya decora?*, *E. trifasciata?*, *E. litigiosa?*, *Lepidocyrtinus frater?*, *Lepidocyrtus geayi*, *Salina tristani?*, *Isotomurus retardatus*.

Villalobos y Palacios-Vargas (1986) realizaron un trabajo sobre colémbolos de Chiapas en el cual se describen dos nuevas especies: *Cerathophysella najtae* y *C. moroni*, además se proporcionan como nuevos registros para el país de *Arlesia albipes*, *Aethiopella delamarei*, *Neotropiella* cf. *silvestrii*, *Odontella (Superodontella) sp.* y *Ceratophysella tolteca*. Posteriormente Najt y Palacios-Vargas (1986) describen otra nueva especie: *Brachystomella montebella*. Palacios-Vargas y Ríos describen de la selva Lacandona *Americanura medellini* en 1996 y en el mismo año Palacios Vargas describe tres especies de *Palmanura* para el Estado.

III. OBJETIVOS

General

Contribuir al conocimiento de la distribución de los colémbolos mexicanos y su ecología en el bosque de montaña Nubliselva, en la estación biológica Pronatura del Cerro de Huitepec, Chiapas.

Particulares

- 1.- Hacer un listado faunístico de Collembola con muestras tomadas en la región del Cerro de Huitepec, San Cristobal de las Casas, Chiapas, durante un período anual con muestreos mensuales utilizando necrotrampas del tipo NTP 80 (Morón y Terrón, 1984).
- 2.- Comparar la fauna de Collembola asociada a las diferentes zonas de muestreo que se catalogan en tres tipos vegetacionales: pastizal, nubliselva, y encinar-pino.
- 3.- Realizar un estudio de las poblaciones de colémbolos de la zonas a través de las estaciones y épocas del año, a partir de los resultados obtenidos.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

A. Generalidades del Estado de Chiapas.

Los terrenos del Estado de Chiapas, Entidad Federal de la República Mexicana, están situados en el sureste de México, abarcan 70,254 kilómetros cuadrados y colindan en el oeste con Oaxaca y Veracruz, en el norte con Tabasco y en el oriente y sureste con terrenos de la República de Guatemala. Al suroeste de Chiapas se encuentra el Océano Pacífico. Geográficamente se encuentra al norte del ecuador, entre los 14° 31' y los 18° 0,5' de latitud N. y entre los 5° y los 8° 35' de longitud, o sea entre los meridianos 90° 23' y 94° 8' al O. De Greenwich (**Fig. 1**) (Müllerried, 1957)

B. Generalidades sobre La Altiplanicie de Chiapas

La zona de muestreo se ubica dentro de la denominada *Mesa Central de Chiapas* o mejor quizás **Altiplanicie de Chiapas** (Müllerried *op. cit.*), con extensión de unos 160 kilómetros hasta la frontera con Guatemala y continuando en este país. La región de la Altiplanicie de Chiapas (**Fig. 2**), tiene una anchura de 75 Kilómetros de sureste a noroeste, estando el límite sureste señalado por la línea que pasa al noreste de los pueblos y colonias de Ocosingo – San Carlos – Palma Real – La Soledad – Chacaltic – Tzisco. En la Altiplanicie varía mucho la altitud de las partes planas y además en diversos lugares se levantan cerros y sierras. La altitud mayor que es de 2,858 m snm, corresponde al cerro Zontehuitz (Boese 1905; Müllerried 1946: 2860 m), situado a unos 5 kilómetros al norte de **San Cristóbal de las Casas**. Otro cerro alto, **el Huitepec**, está a 3 kilómetros al noroeste de la misma ciudad y su altitud es de 2,660 m sobre el nivel del mar según Müllerried, 1946 (Boese 1905: 2,717 m en: Müllerried *op. cit.*). La Altiplanicie posee clima templado, y a mayores alturas el clima es frío.

Al noroeste de la Altiplanicie existen terrenos montañosos que se pueden llamar montañas del Oriente, aunque son designados también Selva Lacandona.

C. Geología de la Altiplanicie

La superficie accidentada de la **Altiplanicie** es consecuencia del afallamiento de los terrenos al surgir del fondo del mar y alcanzar en su ascensión altitudes considerables. Pero entre falla y falla los estratos que

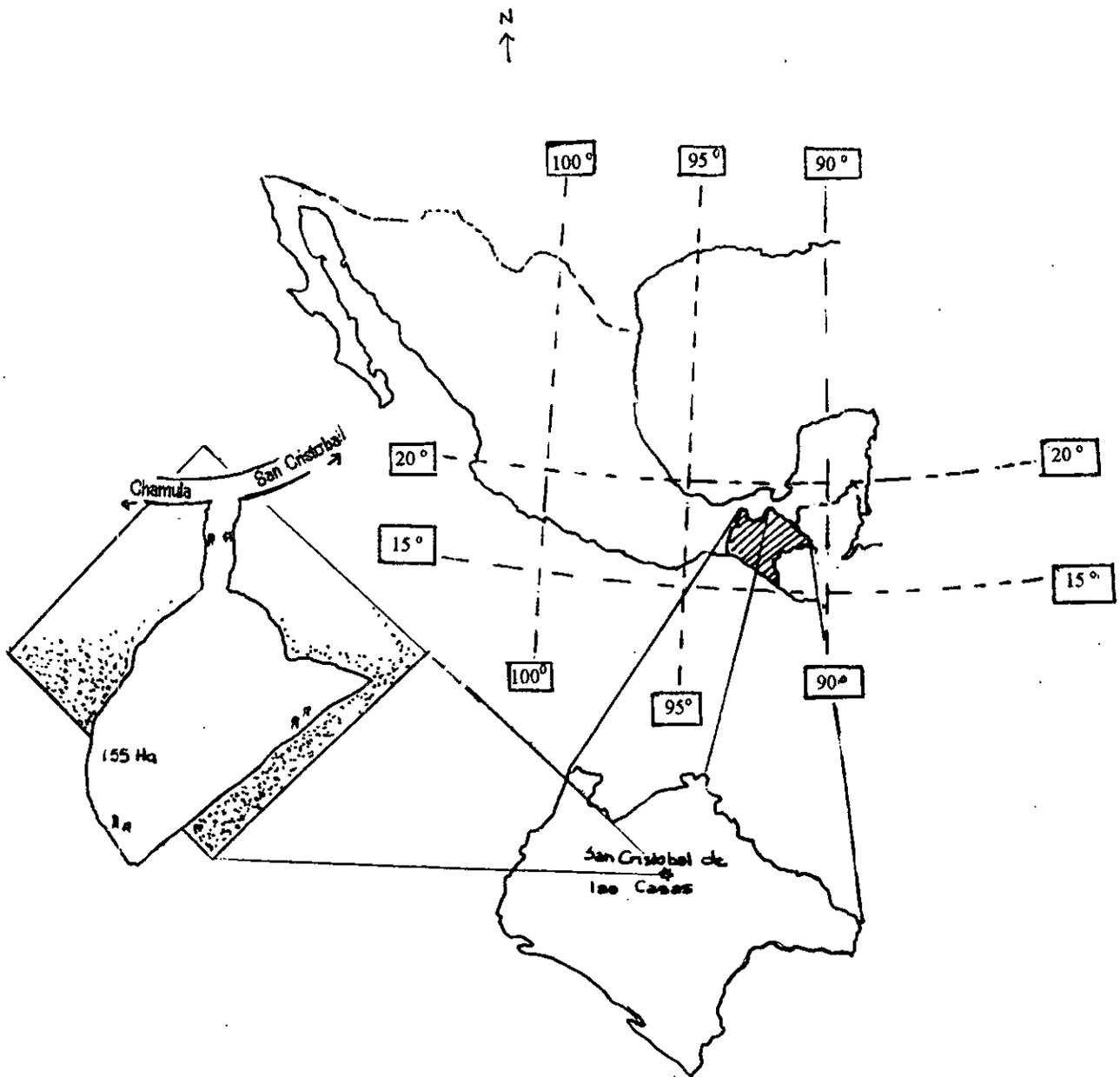


Figura 1. Localización del estado de Chiapas y ubicación de la zona de estudio en San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

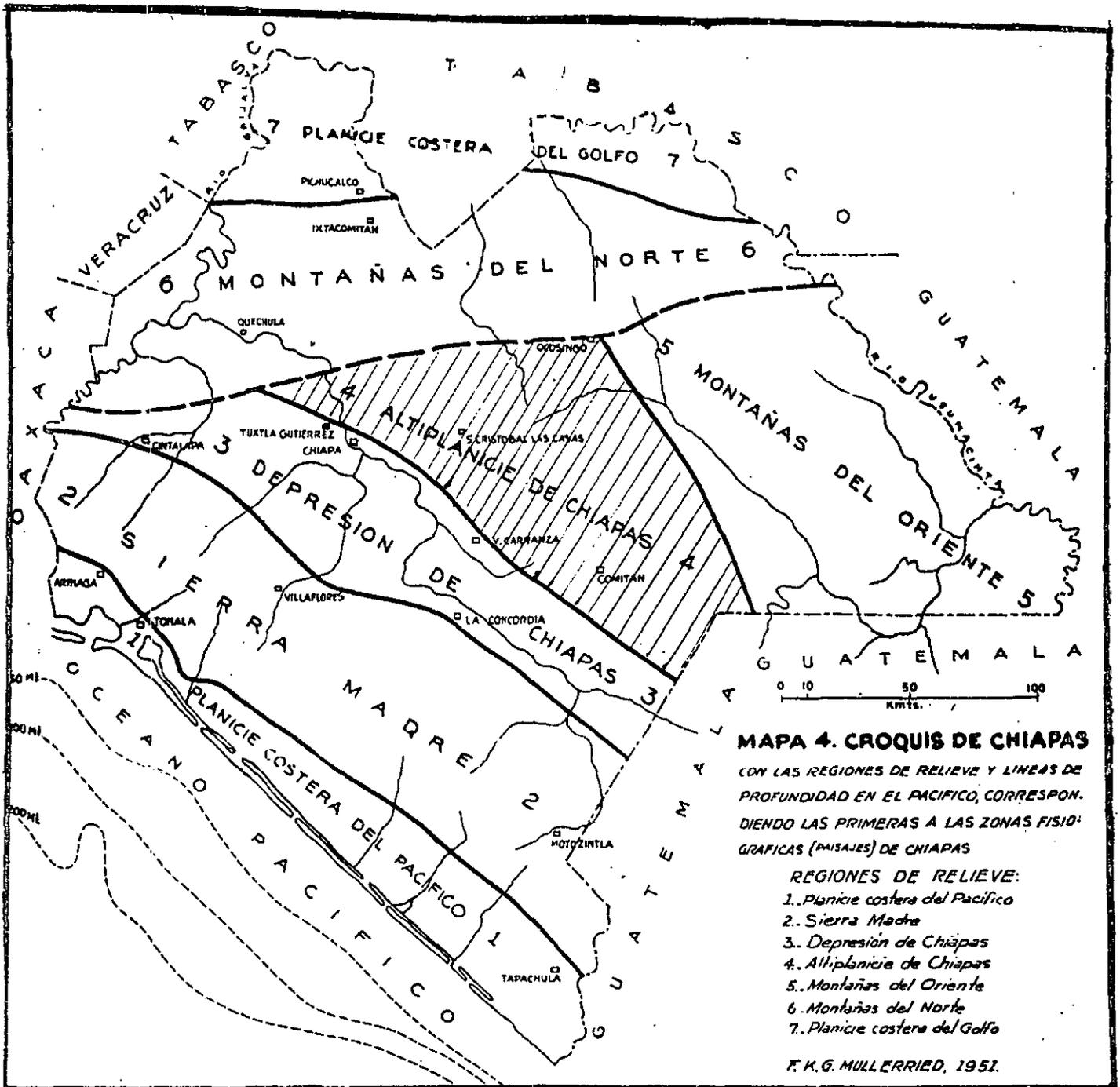


Figura 2. MAPA DE CHIAPAS, UBICACIÓN DE LA ALTIPLANICIE (Tomado de Müllerried, 1957). El area de estudio se encuentra a 3 kilometros al noroeste de San Cristóbal de las Casas.

forman la superficie y el subsuelo de la Altiplanicie tienen con frecuencia escasa inclinación, lo que explica la presencia de llanos y planicies. No obstante existen en algunos lugares cerros altos debido a su constitución geológica, como las rocas volcánicas que produjeron cerros cónicos, sobre todo cerca de **San Cristobal de las Casas**. Tienen este origen el Zontehuitz, de 2,860 m de altitud, que se levanta a 5 km al norte de la ciudad y el **Huitepec**, con cumbre de 2,660 m, que sobresale a 3 km al noroeste de la misma. En estos volcanes hay rocas extrusivas de tipo ácido, traquita y otras básicas, andesita y basalto. Estos cerros (volcanes) muestran la acción erosiva con mayor o menor fuerza, por lo que algunos carecen de cráteres como los cerros que hay entre **San Cristóbal Las Casas** y Venustiano Carranza

Se encuentran asimismo depósitos superficiales del Plioceno y Cuaternario en el fondo de valles y en las planicies (Müllerried, 1957; Moran-Zenteno, 1994). En ellos podrían hallarse en algunos lugares restos de mamíferos fósiles.

D. Datos edafológicos.

En los terrenos de Chiapas, en la Sierra madre, **Altiplanicie** y algunas partes de las montañas del Norte, donde prevalece clima húmedo pero menos húmedo que en las regiones de clima tropical húmedo, y las temperaturas son más reducidas que a menores altitudes, la desintegración superficial no es tan enérgica, por lo que se forman suelos de menor espesor y con menos color que en los terrenos altos de clima tropical húmedo o bien suelos de color oscuro y casi negro. Los valles en estas regiones altas suelen ser menos amplios y existen menos depósitos sueltos, aunque son también de composición y grano variados. Estos depósitos, lo mismo que los suelos, los peñascos y afloramientos de bancos y capas resistentes, se observan mejor en estas clases de suelos, pues la vegetación es menos densa y el paisaje más abierto que en las regiones de clima tropical húmedo. También el paisaje de los terrenos calizos es bien visible en sus formas superficiales, tales como agujeros y simas, dolinas, cavidades etc., que en conjunto constituyen el llamado en geología "paisaje cárstico".

En la **Altiplanicie** y en la vertiente suroeste de la misma existen rocas extrusivas (volcánicas) desde la región de **San Cristóbal Las Casas** hasta Venustiano Carranza (San Bartolomé de los Llanos). Consisten en rocas andesíticas, principalmente andesita de augita de color gris, de textura densa, con cristales de augita negra diseminados en la pasta. Esta andesita difiere bastante de la andesita del Soconusco. Es la roca que

constituye algunos de los cerros de la Altiplanicie, cerca de **San Cristóbal Las Casas**, como los cerros de Zontehuitz y **Huitepec**, y otros.

E. Generalidades del área de estudio

La ubicación geográfica del Estado de Chiapas y sus variaciones altitudinales lo proveen de un mosaico vegetacional que va desde la selva alta perennifolia hasta los bosques de pino-encino.

Clima.

Dada la posición geográfica del Estado su clima es tropical , pero el relieve accidentado y las altitudes modifican la temperatura y la humedad a tal grado que Chiapas carece de clima uniforme y caracterizado más bien por clima variable según las diferentes regiones.

El clima tropical en los terrenos de Chiapas es típico de las bajas altitudes mientras que a mayor altitud disminuye la temperatura, pero aumenta la humedad. Además, con la distancia al mar disminuyen generalmente las lluvias, pero en esto interviene mucho el relieve, puesto que una sierra alta puede recibir toda la lluvia en una pendiente, mientras que la otra queda sin precipitación alguna o con menos lluvia que la primera. Por estas razones, la depresión en Chiapas es de clima semiseco. Otro factor climatológico en el Estado son "los nortes", vientos fuertes que soplan en los meses de octubre a marzo y que pueden traer lluvia hasta el centro de la entidad y aún hasta las cumbres de la Sierra Madre. Finalmente el clima seco del sur del Istmo de Tehuantepec continúa en algunas partes del oeste de Chiapas (Müllerried, 1957).

Dentro de la región de los altos de Chiapas se eleva el cerro de Huitepec ubicado a tres km al norte de San Cristóbal de las Casas como una de las formaciones montañosas más importantes, siendo en la ladera oriente donde se ubica la Estación Biológica PRONATURA. Es la primer área natural protegida de iniciativa privada en México, por lo que se propone como un modelo de conservación no tradicional del país.

Geográficamente la zona de estudio se localiza a los 16° 44' de latitud norte y 92°41' de longitud oeste, con una extensión semitriangular de 135-75-70 ha (**Fig. 1**).

El clima de la zona es de tipo (A) C (w) (w), (García, 1981), que se caracteriza por ser templado del subgrupo semicálido con lluvias en verano siendo el más húmedo de los templados, con un porcentaje de

lluvia invernal de 5%, y la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm. Hay una condición de canícula, o sea, que es una temporada menos lluviosa dentro de la estación de lluvias, llamada también sequías de medio verano. Se Presentan tres temporadas durante el ciclo anual, la de lluvias de junio a octubre, la de nortes de noviembre a enero y la de sequía de febrero a mayo caracterizándose por la presencia constante de niebla, producto de la evotranspiración de las mismas masas boscosas, manteniéndose un ciclo cerrado y frágil (I.N.E.G.I., 1988).

Edafología

El suelo es profundo de más de un metro, con luvisol ócrico con textura a los 30 cm de tipo medla (S.P.P., 1981a; 1981b y 1985). En esta zona del cerro predomina bosque de encino-pino con pastizales inducidos y vegetación secundaria (carta uso de suelo y veg. Esc 1:250,000).

El aspecto más relevante de la estación es la existencia de uno de los ecosistemas más ricos y vulnerable de la República, la Nubliselva, su distribución insular y las exigencias ecológicas de humedad, altitud y pendiente del terreno, limitan el desarrollo de esta comunidad vegetal favoreciendo además la presencia de endemismos (Breedlove, 1981).

La Nubliselva se desarrolla de los 2,300 a los 2,550 msnm, en las partes más altas y húmedas, y a menor altitud el encinar.

Presenta tres estratos característicos: el dosel, que es cerrado alcanzando alturas de 25 m, las especies dominantes son *Quercus crassifolia*, *Q. candicans*, *Q. cissipilis*, *Styrax theacoides*, *Arbustus xalapensis*, etc.

El segundo estrato alcanza alturas de 10 m, los árboles son continuos con separaciones que van desde 10 a 8 m, algunas de las especies dominantes son: *Saurauvia oreophila*, *Symplococos breedlovei*, *Rapanea jugensenii*, *Oreaopanax xalapensis*, *Prunus barbata*, *Citharexylum donnel smithii*.

El tercer estrato se eleva de 1 a 3 m, encontrándose una gran cantidad de helechos de los géneros *Adiantum*, *Dryopteris*, *Woodwardia*, *Lophosoria*, además de *Fuchsia thippolia*, *Cestrum guatemalense* y *Arracacia ebreactata*.

Así mismo, se desarrolla una gran cantidad de lianas y plantas epífitas tanto helechos como bromeliáceas y cactáceas, además de una cubierta vegetal en el piso del bosque con especies de: *Lycopodium*, *Rigidella*,

Thelypteris, y muchas especies de hongos durante los meses de junio, julio y agosto.

Breedlove (*op. cit.*), calcula que esta estación biológica alberga de 600 a 700 especies de plantas aunque no se tiene un listado florístico completo, se conocen varias especies endémicas como *Chusquea sp*, *Symplocus breedlovei*, *Diaphnopsis turckeimana*, y *Clethra oleoides* (Breedlove, *op. cit.*).

La nubliselva (Breedlove, *op. cit.*) es confundida, con el bosque mesófilo de montaña (Rzendowski, 1983), debido a que mantienen una distribución similar, sin embargo son diferentes en composición específica.

Por otro lado en **el Bosque de Encino-Pino**, que se encuentra a menor altitud, se puede determinar una asociación dominante de *Quercus conspersa*, *Q. polymorpha*, *Pinus ocarpa*, y *Q. pendicularis*. Presentando cuatro estratos principales, el estrato arboreo de 12 a 18 m, con las especies de la asociación; el segundo comprende de 6 a 8 m, con las especies dominantes; el tercer estrato que va de 2 a 3 m, con los arbustos *Litsea glaucescens*, *Acacia sp.*, *Calandria houstoniana*, *Quercus pedicularis* y *Erythea primo*, por último el estrato de 40 a 60 cm con: *Eoutelova sp.*, *Arystida purpurancens*, *Eupatorium sp.* y *Calandria houstoniana*.

La zona de **pastizales** se extiende como "claros" dentro del bosque y en esta zona se encuentra *Aristida sp.* como dominante.

V. METODOLOGIA

A. EXTRACCIÓN

Se trabajó con las muestras recolectadas en la Estación Biológica "Pronatura" la cual en base a los diferentes tipos de vegetación presenta tres zonas; la primera, una zona perturbada con pastizal inducido y árboles muy aislados (pastizal), la segunda presenta un bosque medianamente perturbado con presencia de vegetación secundaria (bosque de encino) y la tercera zona de bosque poco perturbado (nubliselva).

B. TRABAJO DE CAMPO

En cada zona se estableció una estación de muestreo con referencia al tipo de vegetación (pastizal, encinar y nubliselva), en cada una de estas estaciones se colocaron tres necrotrampas permanentes desarmables del tipo NTP-80 (Necrotrampa permanente, modelo 80).

En la etapa de muestreo se realizaron doce salidas mensuales a partir de agosto de 1988 hasta julio de 1989, a través de las cuales se sustituyó el cebo de calamar y se recuperó la solución, con todos los organismos que cayeron, los cuales se pasaron a frascos bien sellados y etiquetados con los datos de la zona y la fecha, para su traslado al laboratorio y procesamiento de las muestras.

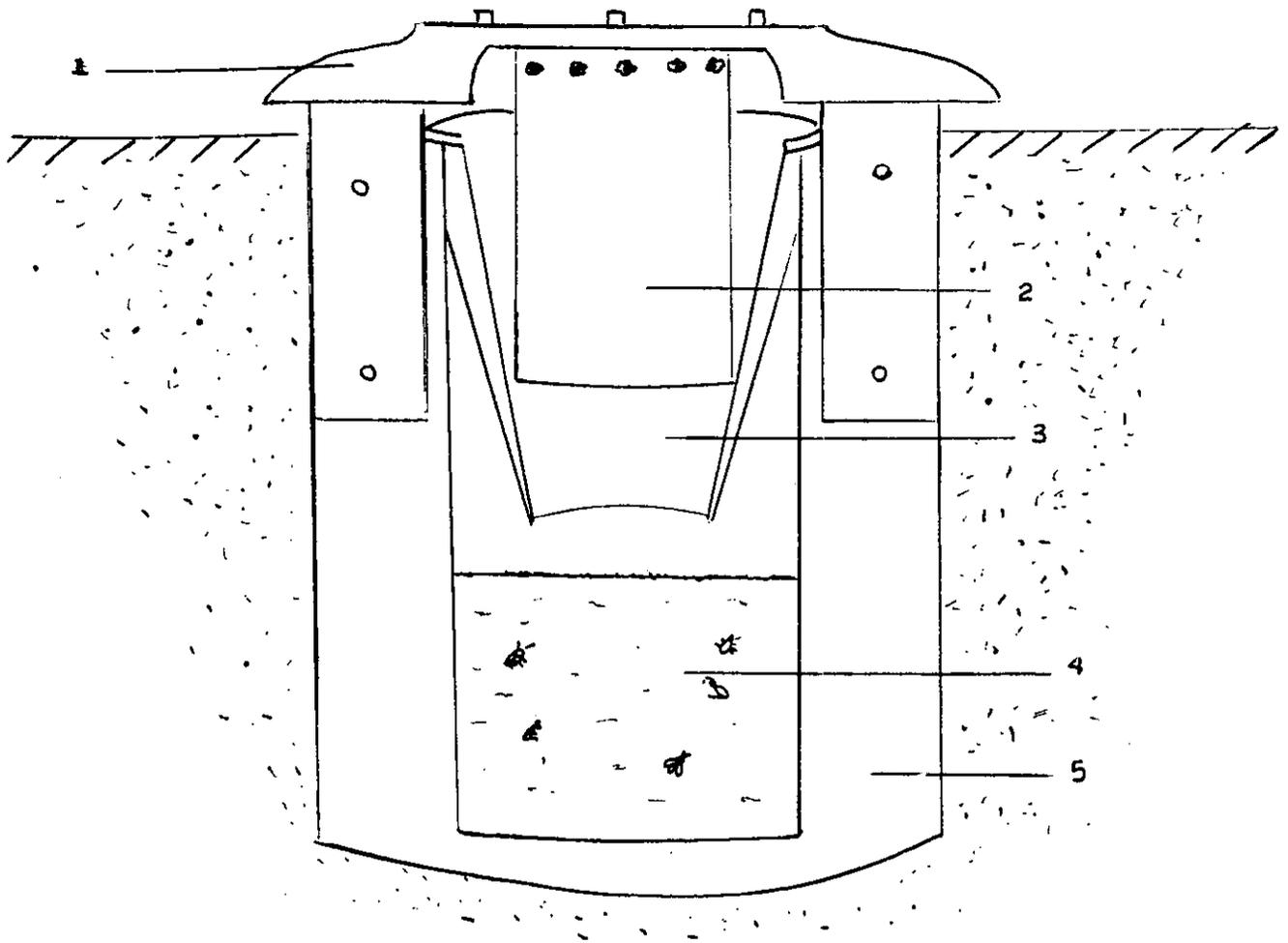
Dichas trampas se colocaron siempre en el mismo lugar, semienterradas y ocultas con la vegetación. De las tres trampas, dos fueron repeticiones de un muestreo, esto se hizo con el fin de evitar pérdidas de los mismos en cada mes y cada estación, entre las trampas de una misma estación hubo una distancia de 100 m aproximadamente, mientras que la distancia de las estaciones fueron variables, porque esto dependió del tipo de vegetación existente en el lugar de muestreo.

Las trampas se colocaron enterrando el bote y dejando la boca a 3 cm aproximadamente del suelo, ocultándolas con algunas rocas, ramas, trozos de madera y hojarasca. El tamaño y ensamblado de la NTP-80 impide que sea saqueada por mamíferos y aves. Este tipo de trampa atrae con constancia a los grupos de insectos necrófilos o a sus equivalentes ecológicos, se considera que los taxa no saprófilos capturados en este tipo de trampa caigan por accidente, o por elementos endémicos (Morón, *et al.*, 1985; Terrón-Sierra y Palacios-Vargas, *op. cit.*).

C. TRABAJO DE LABORATORIO

La elaboración de las trampas NTP-80 (**Fig.3**), se siguió de acuerdo con los lineamientos de Morón y Terrón (1984); las cuales se componen por tres piezas de plástico ensambladas con soleras, tornillos, rondanas y tuercas de aluminio, que incluyen:

a) un bote de plástico con capacidad de 1,500 ml (15.5 cm de altura por 13.4 cm de diámetro), funcionando como recipiente colector, provisto con una solución compuesta de 95 partes de alcohol etílico al



- 1.- Tapa general
- 2.- Vaso con el cebo
- 3.- Embudo
- 4.- Líquido fijador
- 5.- Recipiente colector

FIGURA 3. Esquema de la necrotrampa permanente modelo 1980 (Morón y Terrón, 1984)

70% y 5 partes de ácido acético glacial, en donde se preservaron los ejemplares atraídos.

b) un embudo de plástico con 13 cm de diámetro superior y 4 cm de diámetro inferior, que tapa parcialmente al bote anterior, disminuyendo la evaporación del alcohol y conduce a los ejemplares al líquido conservador.

c) y, un plato de plástico con 21 cm de diámetro, invertido y atornillado sobre tres soportes de aluminio, sujetos con tornillos a las paredes del bote (que funciona como tapa general evitando la entrada de agua de lluvia y de la hojarasca), que deja un espacio de 3 cm entre su borde y el bote, sosteniendo mediante un tornillo a un vaso de plástico de 5.5 cm de diámetro y 10 cm de altura, presentando una tapa que está perforada y sujeta con la tapa general; este vaso contiene el cebo, que se prepara con carne de calamar gigante.

Conteo

Se procedió bajo microscopio estereoscópico a preservar y separar las muestras en alcohol al 70% y debido al tamaño de los colémbolos, en general pequeño, una vez separados se guardaron en tubos de vidrio de fondo plano (viales), provistos con etanol al 70%, invertidos y tapados con algodón, etiquetados individualmente, y acomodados en forma de "baterías" dentro de un frasco mayor lleno de etanol al 70%, en forma tal, que los ejemplares difícilmente llegasen a secarse por completo.

Del material recolectado en las trampas se eligió el más representativo (una muestra) para su conteo y determinación, ya que algunas veces se llegaba a perder la trampa o el contenido, debido a la curiosidad de la gente o algún animal silvestre o doméstico.

D. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

Para la determinación taxonómica y para fines de acervo, se procedió a conservar el material en preparaciones permanentes, siguiendo la siguiente técnica de montaje:

a) aclarado del ejemplar en una solución fría de potasa (KOH) al 10% durante unos minutos.

b) aclarado en lactofenol caliente (50% ácido fénico y 50% ácido láctico).

c) montaje en líquido de Hoyer, compuesto por 30 g de goma arábiga cristalizada diluida en 50 ml de agua destilada, a lo cual se añade 200 gr

de hidrato de cloral y 20 gr de glicerina neutra bidestilada (Morón, 1988.). Una vez situado el insecto sobre una gota de Líquido de Hoyer en un portaobjetos, se colocó un cubreobjetos pequeño y se dejó en un pequeño horno a una temperatura entre 40 y 50°C durante 3 a 5 días. Los bordes de la preparación se sellaron con barniz de uñas incoloro, y se etiquetó tratando de que los datos fueran los más completos posible.

Para realizar la clasificación taxonómica se usaron las siguientes claves revisando las preparaciones bajo microscopio clínico: Christiansen, 1980; Denis, 1931; 1933; Jordana y Arbea, 1989; Mari Mutt, 1990; Palacios-Vargas, 1990, Stach, 1947.

E. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En función de la composición de la vegetación se clasificaron los datos obtenidos para estudiar simultáneamente la influencia de las tres variables tomadas en cuenta (vegetación, subórdenes encontrados y épocas del año). Se trabajo a nivel suborden, ya que la mayoría de los géneros encontrados tienen una frecuencia de menos del 1%, y tomados en conjunto, por suborden representan en general los mismos hábitos ecológicos (**Fig. 4**). En la abundancia del suborden Poduromorpha en la zona de estudio, se aplicó un análisis de varianza para el modelo de efectos fijos completamente aleatorizado (**ANOVA** de tres factores A X B X C) (Steven, 1986). Este análisis se realizó debido a que previamente se comprobó la idoneidad del modelo (Yamane, 1979; Statsoft, 1992), ya que no sólo puede estudiarse la influencia de las variables individualmente, sino que también se puede estudiar la interacción entre las variables. Se dice que existe ésta cuando la combinación de algún nivel de una de las variables con algún nivel de otra variable produce una influencia en el resultado de alguna otra combinación (Yamane, *op. cit.*)

El modelo es $\chi_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\beta\gamma)_{ik} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon$
 $y=1, 2..a; j=1, 2..b; k=1, 2..c$

donde:

- χ es una observación típica
- μ es una constante
- α representa un efecto debido a la variable vegetación
- β representa un efecto debido a la variable subórdenes

- γ representa un efecto debido a la variable épocas del año
- $\alpha\beta$ representa un efecto debido a la interacción de la vegetación y subórdenes
- $\alpha\gamma$ representa un efecto debido a la interacción de la vegetación y épocas del año
- $\beta\gamma$ representa un efecto debido a la interacción de los subórdenes y época del año
- $\alpha\beta\gamma$ representa un efecto debido a la interacción de la vegetación , subórdenes y épocas del año
- ε representa un error experimental

Para determinar la significancia de los factores y su posible interacción se utilizó el valor de $p < 0.05$ (Statsoft, 1992). En el momento en que los valores de las interacciones no fueron significativos los grupos se consideraron homogéneos y no existe diferencia, pero el interés es conocer que combinación de las repeticiones son significativamente diferentes, para obtener la influencia de los tres tipos de vegetación, producto del deterioro ambiental, en la distribución de los subórdenes de colémbolos y establecer la influencia de las épocas del año sobre éstos. Para observar que interacciones eran diferentes se utilizó la prueba de LSD (Comparación múltiple de medias de Fisher).

VI. RESULTADOS Y ANALISIS

A. NÚMERO TOTAL DE FAMILIAS

Se reportan 9 familias para las tres zonas y 19 géneros dentro de tres subórdenes de los cuales cuatro familias* y once géneros se reportan como nuevos registros para el Estado.

REPORTADOS

FAMILIAS	GENEROS
Hypogastruridae	<i>Ceratophysella</i>
Neanuridae	<i>Neotropiella</i>
Odontellidae	<i>Odontella (Superodontella)</i>
Entomobryidae	<i>Lepidocyrtus</i>
	<i>Pseudodicranocentrus</i>
	<i>Seira</i>
	<i>Entomobrya</i>
	<i>Pseudosinella</i>

NUEVOS REGISTROS

Neanuridae	<i>Pseudachorutes</i>
	<i>Sensillanura</i>
	<i>Anurida</i>
Paronellidae*	<i>Paronella</i>
Isotomidae	<i>Isotoma</i>
Entomobryidae	<i>Americabrya</i>
	<i>Willowsia</i>
	<i>Orchesella</i>
Dicyrtomidae*	<i>Ptenothrix</i>
Sminthuridae*	<i>Sminthurus</i>
Katiannidae*	<i>Sminthurinus</i>

Abundancia y frecuencia relativa de los géneros encontrados en las tres zonas por medio del muestreo mensual. ep, epiedáficos; h, hemiedáficos; eu, euedáficos		
GENERO	ABUNDANCIA	FRECUENCIA (%)
<i>Ceratophysella</i> (h)	10086	80.84
<i>Pseudachorutes</i> (h)	18	0.14
<i>Neotropiella</i> (eu-h)	2	0.02
<i>Sensillanura</i> (h-eu)	1	0.008
<i>Anurida</i> (h-eu)	1	0.008
<i>Superodontella</i> (eu)	37	0.3
<i>Paronella</i> (h-ep)	678	5.43
<i>Isotoma</i> (h)	13	0.1
<i>Lepidocyrtus</i> (h-ep)	272	2.18
<i>Pseudodicranocentrus</i> (h-ep)	430	3.45
<i>Seira</i> (h)	23	0.18
<i>Americabrya</i> (h)	81	0.65
<i>Willowsia</i> (h)	7	0.06
<i>Orchesella</i> (h)	25	0.2
<i>Entomobrya</i> (h)	3	0.02
<i>Pseudosinella</i> (h)	1	0.008
<i>Ptenothrix</i> (ep)	377	30.2
<i>Sminthurus</i> (ep)	419	3.36
<i>Sminthurinus</i> (h)	3	0.02

FIGURA 4. Tabla de los géneros encontrados y su frecuencia relativa del total de las muestras. La mayoría de los colémbolos colectados son hemiedáficos, como se puede observar en la tabla donde se indica la categoría ecológica a la que pertenecen: ep, epiedáficos; h, hemiedáficos; eu, euedáficos (Rapoport 1959; Cassagnau, 1960; Christiansen, 1964). El hecho de que la mayoría sean hemiedáficos es debido al tipo de trampa.

B. TOTAL DE ORGANISMOS CAPTURADOS

Los organismos capturados suman un total de 12,477 representados por 19 géneros que abarcan 9 familias dentro de tres subórdenes: Poduromorpha, Entomobryomorpha y Eusymphyleona (Fig.5). La incidencia de los insectos en este tipo de trampas, se considera a que la mayor parte son atraídos por presentar hábitos saprófilos o necrófilos de diversas categorías, y que la minoría restante tienen hábitos epidaícolas diversos, por lo que llegan accidentalmente a las trampas o son atraídos por el alcohol del fijador (Terrón-Sierra y Palacios-Vargas, *op. cit.*). El hecho de que la mayoría sean hemiedáficos puede ser debido al tipo de trampa, ya que esta colecta organismos que preferentemente viven y

transitan sobre la cubierta vegetal y superficie del suelo; aunque en otros trabajos con otros tipos de trampas han resultado dominantes en abundancia estos grupos hemiedáficos.

De los Collembola capturados el Suborden Poduromorpha, (en particular el género *Ceratophysella*) es el que más organismos presenta en las tres zonas de muestreo: en encinar representan el 91.60%, en nubliselva el 82.75% y en pastizal el 43.52% (Fig. 5, 6 y 6b). Estos datos concuerdan con otros trabajos publicados sobre la colembofauna en bosques templados y de montaña donde los colémbolos hemiedáficos están representados mayormente por este suborden (Hermosilla *et al.*, 1976, 1980; Kaczmarek, 1973) y algunos autores los citan como indicadores de la calidad agrícola (Rapoport, 1968; Najt, 1976; Villalobos, 1990), el hecho que se presenten como el grupo dominante se considera, en este trabajo, debido a sus hábitos hemiedáficos en particular el género *Ceratophysella*, y de vivir en el humus y hojarasca principalmente (Palacios-Vargas, 1983). Este género es tan numeroso que hace que el suborden Poduromorpha sea el más dominante. El Suborden Entomobryomorpha está más caracterizado por habitar sobre las plantas o a buscar lugares más seguros como nidos de insectos o cuevas poco profundas (Gadea, 1964; Palacios-Vargas, 1978) y algunas familias como Isotomidae son euedáficas (Christiansen & Bellinger, 1980).

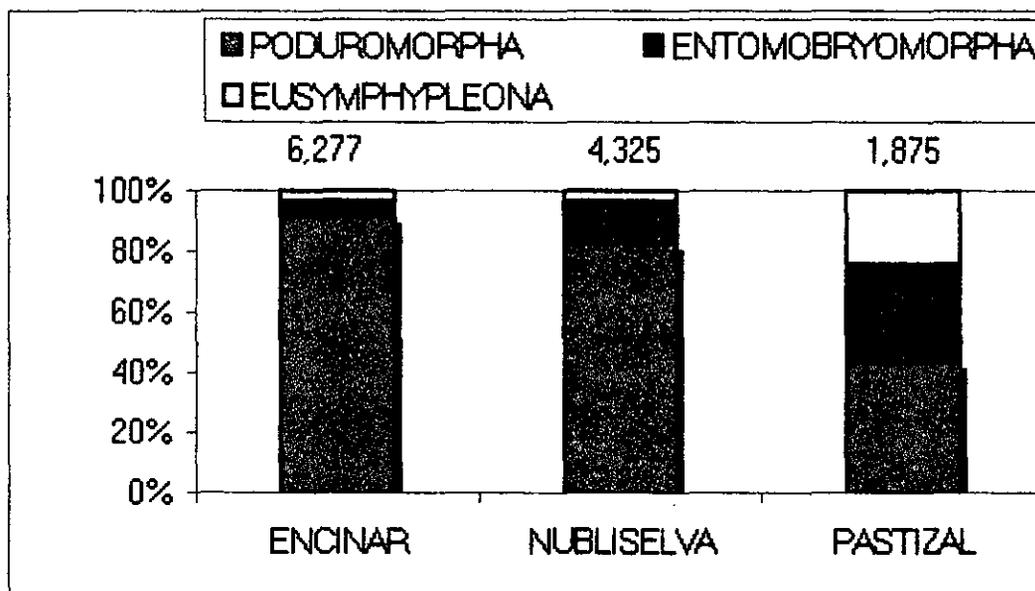


FIGURA 5. Porcentajes totales de organismos por suborden en las tres zonas de muestreo donde se ilustra la predominancia del suborden Poduromorpha.

La incidencia que tenemos de este grupo en porcentaje es la siguiente, encinar 5.13%, nubliselva 13.97% y pastizal 32.37%. El mayor índice que se presentó en pastizal podría explicarse por la ausencia de un estrato arbustivo que pueda brindar un mayor acceso a una distribución vertical y como consecuencia originar una mayor competitividad con el suborden Poduromorpha, reflejada en su disminución en este estrato (43.52% del total) también debida a la disminución de hojarasca y humus; esto originaría que la diferencia en número entre los tres subórdenes sea menor. El tercer suborden Eusymphypleona tiene hábitos parecidos a los Entomobryomorpha y su baja densidad es similar con otros trabajos sobre bosque templado (Hermosilla, *op. cit.*; Terrón y Palacios, *op. cit.*) y pastizales (King, *et al.*, 1976), en tales trabajos su equivalente taxonómico sería el Orden Symphypleona, debido a posteriores reagrupamientos taxonómicos en que los mismos grupos pertenecen ahora al suborden Eusymphypleona. En encinar este grupo representa el 3.27%, en nubliselva: 3.28% y en pastizal 24%. El hecho de que el mayor porcentaje se presente en pastizal pueda ser debido a que la mayoría de los organismos capturados son epiedáficos y las restricciones de hábitat, en este caso de un estrato arbustivo, los obligan a transitar con más frecuencia la zona de la superficie del suelo, que es al nivel donde se encuentra colocada la trampa.

Al realizar el análisis de varianza para los efectos principales suborden, tiempo y tipo de vegetación, sólo se encontraron diferencias significativas en el tipo de suborden ($p < 0.000011$) y en la combinación suborden vs tipo de vegetación (0.016); esto, como explicábamos anteriormente puede ser debido a las preferencias de hábitat en los subórdenes y al tipo de trampa empleada en la recolección. En promedio se encontró que Poduromorpha tuvo una presencia elevada en encinar con un valor de 479.17 siguiéndole como combinación la de Poduromorpha con nubliselva con un promedio de 294.08 con respecto de todas las demás combinaciones (**Fig. 7**). Aunque el tiempo no resultó diferente se puede observar que Poduromorpha se presentó o tuvo una presencia constante en los tres tiempos (**Fig. 8**) y que en encinar se refleja la mejor adaptación.

FAMILIA	GENERO	ENCINAR	NUBLISELVA	PASTIZAL	TOTAL	POR FAMILIA	POR SUBORDEN
Hypogastruridae	<i>Ceratophysella</i>	5715	3559	812	10086	10086	10145 Poduromorpha
Neanuridae	<i>Pseudachorutes</i>	5	10	3	18	22	
*	<i>Neotropiella</i>	2			2		
***	<i>Sensillanura</i>			1	1		
**	<i>Anurida</i>		1		1		
Odontellidae	<i>Superodontella</i>	28	9		37	37	
Paronellidae	<i>Paronella</i>	75	244	359	678	678	1533 Entomobryomorpha
Isotomidae	<i>Isotoma</i>	1	1	11	13	13	
Entomobryidae	<i>Lepidocyrtus</i>	50	66	156	272	842	
	<i>Pseudodicranocentrus</i>	153	271	6	430		
	<i>Seira</i>	6	15	2	23		
	<i>Americabrya</i>	29	7	45	81		
*	<i>Willowsia</i>	7			7		
***	<i>Orchesella</i>			25	25		
***	<i>Entomobrya</i>			3	3		
*	<i>Pseudosinella</i>	1			1		
Dicyrtomidae	<i>Ptenothrix</i>	109	68	200	377	377	799 Eusymphyleona
Sminthuridae	<i>Sminthurus</i>	95	73	251	419	419	
Katiannidae	<i>Sminthurinus</i>	1	1	1	3	3	
TOTAL		6277	4325	1875	12477	12477	12477

*sólo encinar

**sólo nubliselva

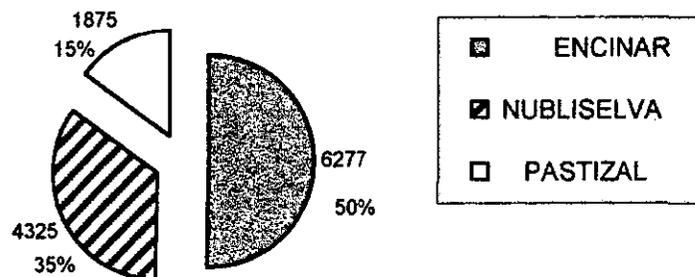
***sólo pastizal

FIGURA 6 . TOTAL DE ORGANISMOS (TAXA ENCONTRADOS) POR TIPO DE VEGETACIÓN Y POR SUBORDEN

ENCINAR	NUBLISELVA	PASTIZAL
6277	4325	1875

Poduromorpha	Entomobryomorpha	Eusymphyleona
10145	1533	799

TOTAL DE ORGANISMOS POR ZONA



TOTAL DE ORGANISMOS POR SUBORDEN

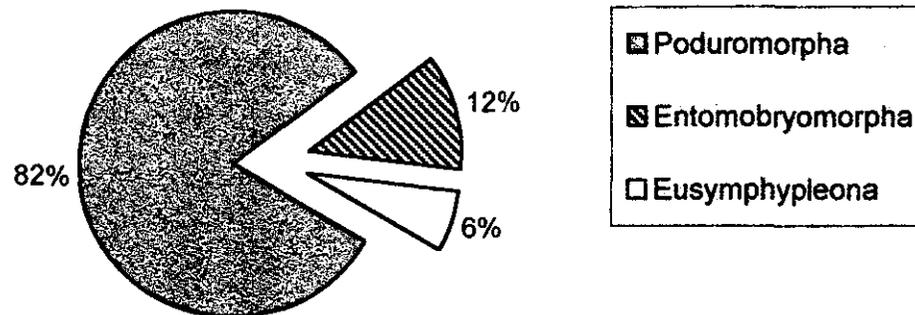


FIGURA 6B. GRÁFICAS DEL TOTAL DE ORGANISMOS (TAXA ENCONTRADOS) POR TIPO DE VEGETACIÓN Y POR SUBORDEN

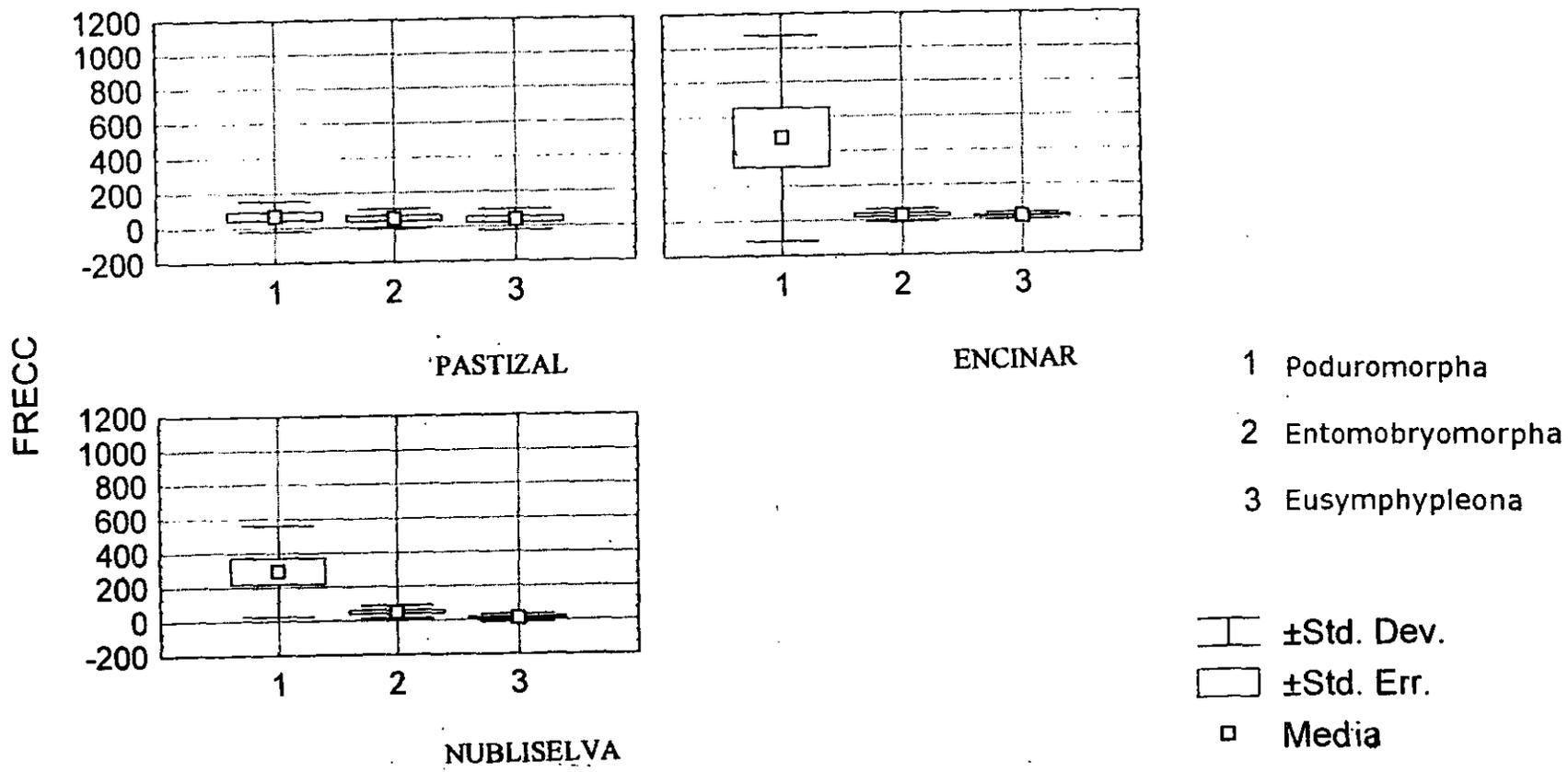


FIGURA 7.- Graficas del total de colémbolos por zona y por suborden en la que se muestra que el suborden Poduromorpha tiene una presencia elevada en encinar y muestra un promedio de 479.17. siguiendole en combinación la de Poduromorpha con nubliselva con un promedio de 294.08 con respecto de todas las demás combinaciones, esta comparación muestra que el suborden Poduromorpha esta mejor adaptado a vivir en la zona de encinar

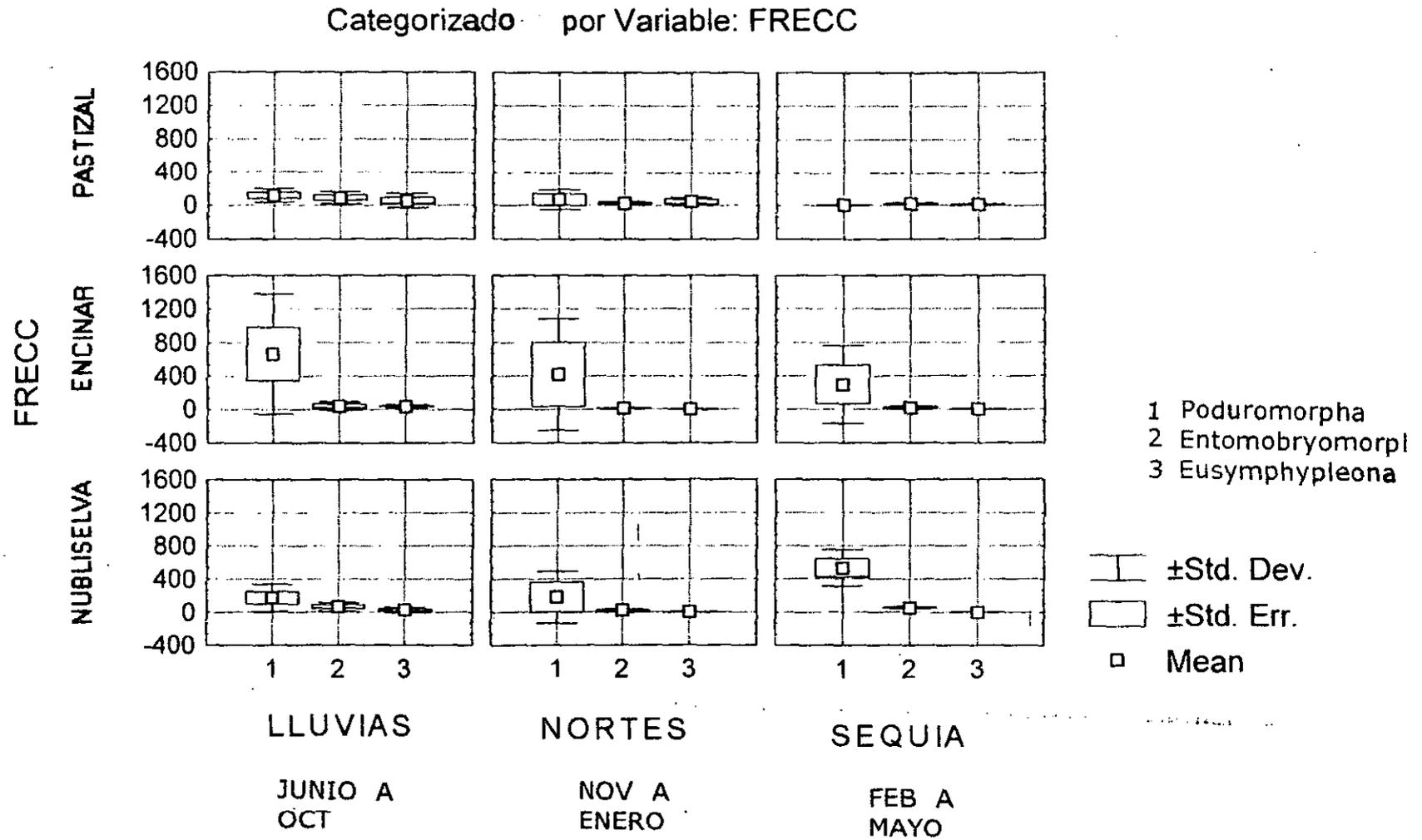


FIGURA 8. Gráficas de los tres tipos de vegetación combinados con las tres temporadas y los tres subórdenes, mostrando las medias, desviación estandar y error estandar para cada combinación. Poduromorpha refleja una mayor presencia en encinar y nubliselva, aunque su curva de crecimiento se comporta de manera inversa a través de las temporadas, y en pastizal se denota una frecuencia entre subórdenes más equilibrada a través de las temporadas.

C. DISTRIBUCION POR TEMPORADAS (LLUVIAS, NORTES Y SEQUIA)

En encinar es donde se colectó el mayor número de organismos: 6,277 (**Fig. 6b**), a través de las diversas estaciones del año y es el tipo de vegetación que más se ajusta al marco teórico de abundancia que mencionan varios autores, ya que en la primavera tardía cuando más actividad vegetal hay, es cuando más se estimula la actividad de colémbolos (Hermosilla, 1980). Esto coincide con la temporada de lluvias, donde se da el número más elevado de colémbolos con 3,710, la predominancia de los Poduromorpha se hace latente durante las tres temporadas siendo mínima la incidencia de los otros dos órdenes (no más del 6%). La sigue en número la temporada de sequías, con las mismas tendencias de distribución disminuyendo el número total a cerca de la mitad, esta temporada correspondería a la de invierno. Y la temporada de sequía con número total ligeramente menor a la obtenida en la temporada de nortes (**Fig. 9**).

Los resultados obtenidos en la zona de **nubliselva (Fig. 10)** a pesar de que se mantiene la tendencia de dominancia de los organismos hemiedáficos, nos muestra un decremento en el número total de organismos en la temporada de lluvias y un incremento poblacional en la temporada de sequías. Aunque se cuenta con las mediciones de humedad relativa promedio de la estación San Cristobal de las Casas del Servicio Meteorológico Nacional, la cual se muestra muy constante (**Fig. 19**), la falta de mediciones de humedad en el microambiente y de otros factores microambientales en el muestreo nos impide afirmar las causas de este fenómeno.

Kaczmarek (1973), realiza en el Parque Nacional de Campinos, noroeste de Varsovia, un trabajo donde realiza un estudio de la fauna de colémbolos en una área que se distingue en cuatro biotopos de acuerdo a la sucesión natural, que va de praderas inundadas a comunidades de bosque (praderas, bosque de Alder, bosque mixto y de Pino), obtiene que en el año más húmedo de su estudio la densidad del eu- y del hemiedáfon en la mayoría de los biotopos húmedos (en las praderas y en los bosques de Alder inundados) decremента. En el bosque mixto sólo la densidad del eudáfon se incrementa. Aunque es arriesgado extrapolar sus resultados en comparación a los nuestros, denotan que la humedad excesiva tiene una acción negativa en el incremento o la reproducción en los colémbolos eu- y hemiedáficos. En el bosque de nubliselva la presencia de niebla durante el año podría aumentar la humedad y combinada con el efecto del dosel evitarían la insolación y disminuiría la evaporación del agua al nivel

ENCINAR

SUBORDEN	EPOCA	LLUVIAS	NORTES	SEQUIAS
Poduromorpha		3313	1255	1182
		89.30%	96.02%	93.22%
Entomobryomorpha		210	41	79
		5.66%	3.14%	6.33%
Eusymphyleona		187	11	7
		5.04%	0.84%	0.55%
Total de organismos		3710	1307	1268
		Jun-oct	Nov-ene	Feb-may

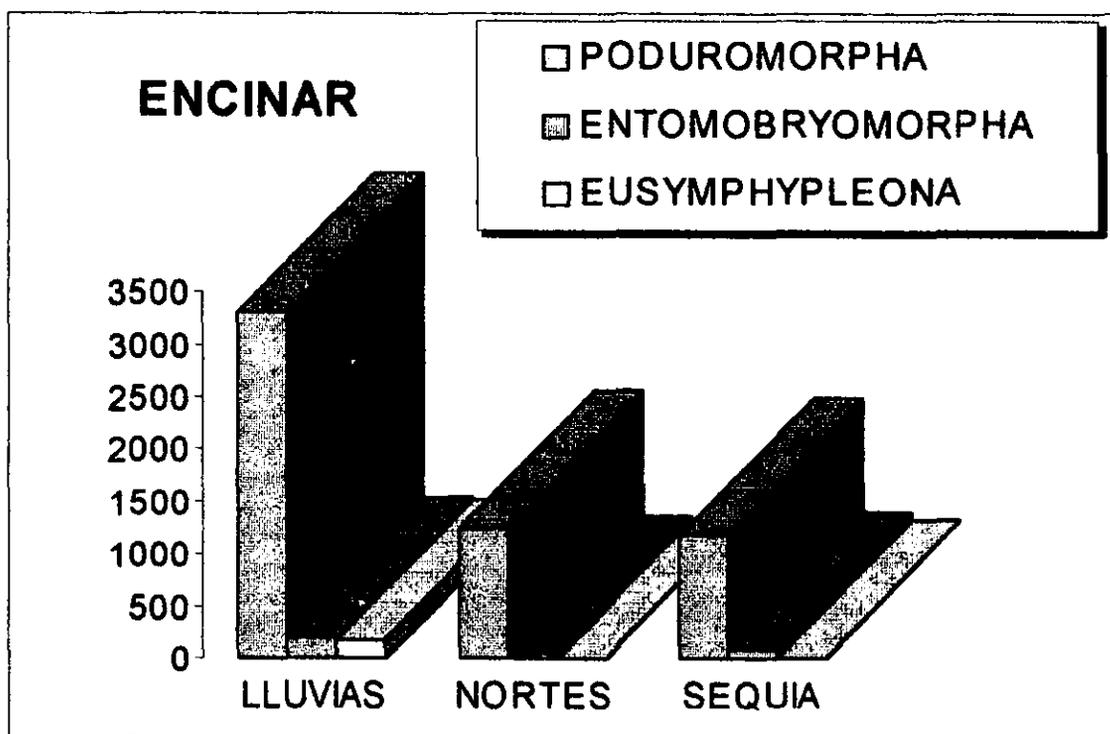


Figura 9. Tabla y gráfica de la zona de encinar durante las temporadas de lluvias, nortes y sequía. Poduromorpha mantiene una presencia elevada a través de las tres épocas con respecto a los otros dos subórdenes, y en temporada de lluvias es cuando alcanza su punto máximo.

NUBLISELVA

EPOCA	LLUVIAS	NORTES	SEQUIAS
SUBORDEN			
Poduromorpha	863	593	2123
	65%	89.71%	91%
Entomobryomorpha	334	60	210
	25.17%	9.07%	8.99%
Eusymphypleona	130	8	4
	9.8%	1.21%	0.17%
Total de organismos	1327	661	2337
	Jun-oct	nov-ene	feb-may

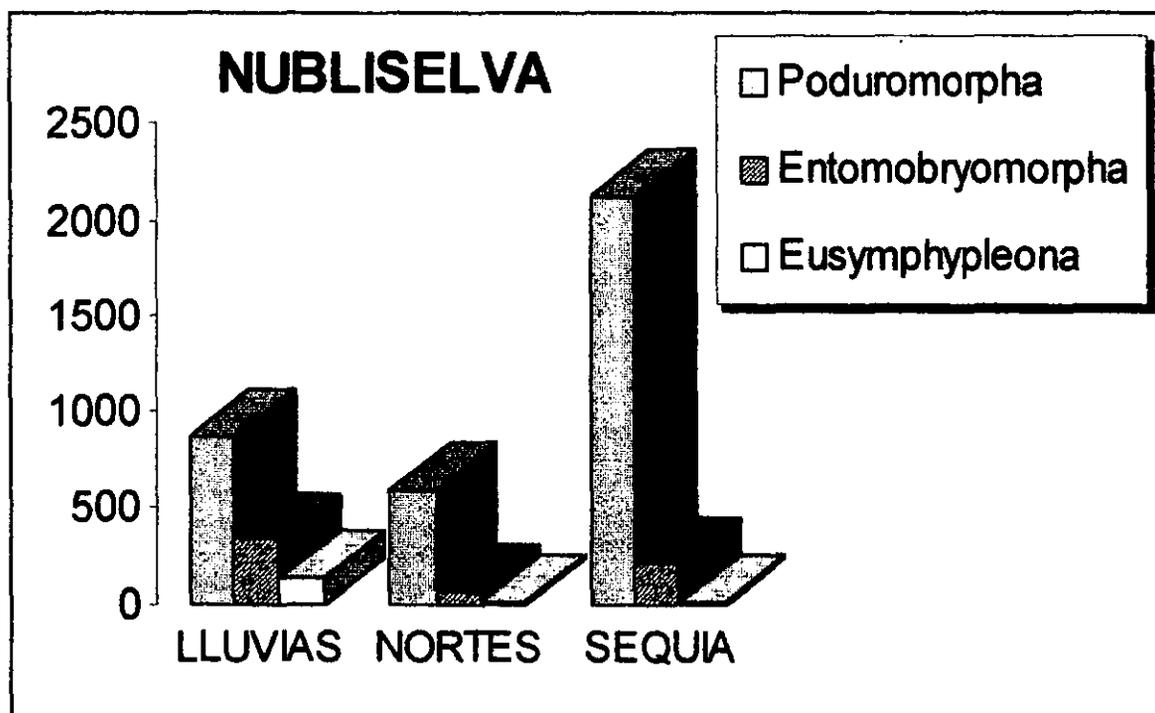


Figura 10. Tabla y gráfica de la estación de Nubliselva por temporadas y subórdenes donde se muestra que Poduromorpha tiene su mayor índice en temporada de sequía y mantiene mayor incidencia durante las tres temporadas.

del suelo, y provocarían ciertas condiciones con respecto a las características físicas y químicas del suelo que afectarían al microambiente de los colémbolos; esto podría explicar la conducta contraria a los resultados obtenidos en pastizal y encinar (**Figs. 9 y 11**), ya que en éstos el número pico de colémbolos se da en la temporada de lluvias y en nubliselva se da en la temporada de sequía. Christiansen en 1964, reportó que algunos investigadores habían encontrado que el número y tipos de organismos estaban negativamente correlacionados con la humedad del suelo, otros habían encontrado una correlación positiva o no había correlación significativa del todo; y menciona "estos reportes conflictivos llegan a ser comprensibles si aceptamos el hecho de que el grado y tipo de efecto de la humedad del suelo varía notablemente con las condiciones del suelo"

Por otra parte en comparación con el número total de colémbolos durante el año (**Fig. 6B**) tenemos que el mayor número se presenta en encinar, ésto podría conectarse con el conocido fenómeno de la más grande densidad de la mesofauna del suelo en áreas menos abundantes en humus y con más suelo arenoso (Giljarov, 1965; Naglitsch, 1963).

Con respecto al pastizal obtenemos valores más equilibrados entre los tres órdenes (**Fig. 11**), e inclusive en la época de sequía existe una predominancia de Entomobryomorpha, esto puede ser debido a la ausencia de estratos superiores que permitan una migración vertical ascendente fuera del suelo (Bowden, *et al.*, 1976; Itoh, 1991), aunque se presentan casi los mismos géneros que en las otras dos zonas, lo cual se explica debido a la migración horizontal, y todo esto contribuye a una mayor competencia. Se ha dicho que una comunidad de colémbolos muestra gran similitud con aquella de otro tipo de vegetación en la misma área (Beck, 1983). La pura distancia geográfica parece ser un factor de importancia en Collembola.

En varios suelos de pastos europeos, Wood (1966) encontró que la composición de especies de Collembola, Mesostigmata y Oribatei fueron más similares en diferentes suelos de la misma localidad que en diferentes localidades, argumento que corroboran Hagvar, 1984 y Butcher, *et al.*, 1971. Además muchas referencias muestran que la mayoría de los colémbolos presentan una estrecha especialización trófica que les permiten habitar diferentes biotopos de una misma área (Dehaverng, *et al.*, 1989), e incluso se menciona que donde la cubierta vegetal es atípica del suelo, es la anterior la que determina la distribución de colémbolos (Blackith, 1975). En pastizal el número total de colémbolos es el menor de las tres zonas, se hace referencia a que la abundancia y composición

PASTIZAL

	LLUVIAS	NORTES	SEQUIA
Poduromorpha	582	211	23
	45.26%	48.17%	15.23%
Entomobryomorpha	441	84	82
	34.29%	19.18%	54.30%
Eusymphyleona	263	143	46
	20.45%	32.65%	30.47%
Total de organismos	1286	438	151
	Jun-oct	Nov-ene	Feb-may

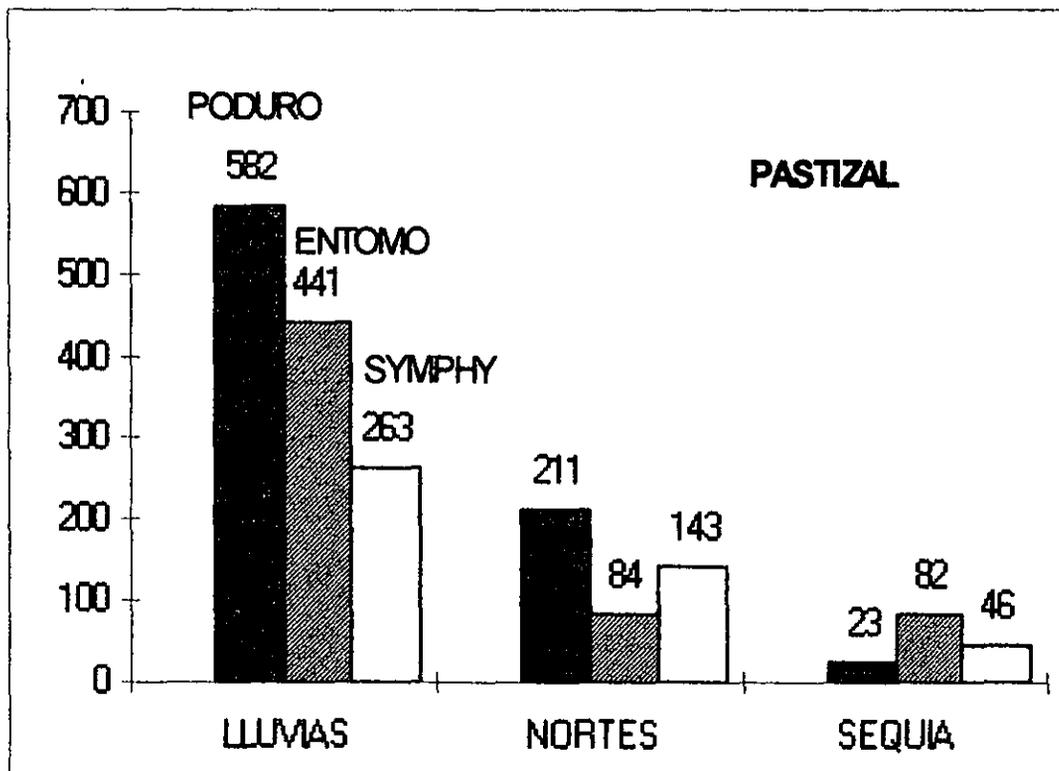


Figura 11. Tabla y gráfica de la zona de pastizal por temporadas y subordenes.

de la comunidad de invertebrados depende principalmente sobre el contenido de humus y la asociación vegetal (Alejnikova, 1965 *in*: Butcher *et al.*, 1971), y que los disturbios del hombre y animales en una comunidad natural son citados como una posible explicación del pequeño número de individuos en el pasto como opuesto a las comunidades de bosque (Block, 1970; Butcher, *et al.*, 1971).

D. DISTRIBUCION ESTACIONAL (PRIMAVERA-VERANO-OTOÑO-INVIERNO)

En encinar, donde el mayor número de organismos se colectó la predominancia de los Poduromorpha en primavera se hace notoria con 96.16% del total. La sigue en número el verano con las mismas tendencias de distribución pero en esta temporada el número de Entomobryomorpha y Eusymphyleona es el mayor durante todo el año tal vez debido a las migraciones tanto horizontales como verticales dentro y fuera del perfil del suelo derivadas después de la mejor época del año. Guilbert, *et al.* (1994) menciona que para algunos autores, las variaciones en la abundancia y composición de la fauna del suelo tales como Collembola es debido a la transferencia entre el dosel y las capas del suelo. En otoño el número total decrecimiento en comparación con verano y se presenta el menor número de Entomobryomorpha. En invierno el número de Poduromorpha decreció notablemente y por consecuencia el número total; los Eusymphyleona no se presentan y esto puede deberse también al aumento de sus depredadores en esa época del año, como los pseudoescorpiones, entre otros (en especial de esmintúridos) (Hermosilla, 1976; Beck, 1983).

ENCINAR

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
PODUROMORPHA	1751	1240	208	2551
	84.79%	95.38%	85.25%	96.16%
ENTOMOBRYOMORPHA	194	18	36	74
	9.39%	1.37%	14.75%	2.80%
EUSYMPHYLEONA	120	57	0	28
	5.80%	4.33%	0%	1.05%
Total	2065	1315	244	2653

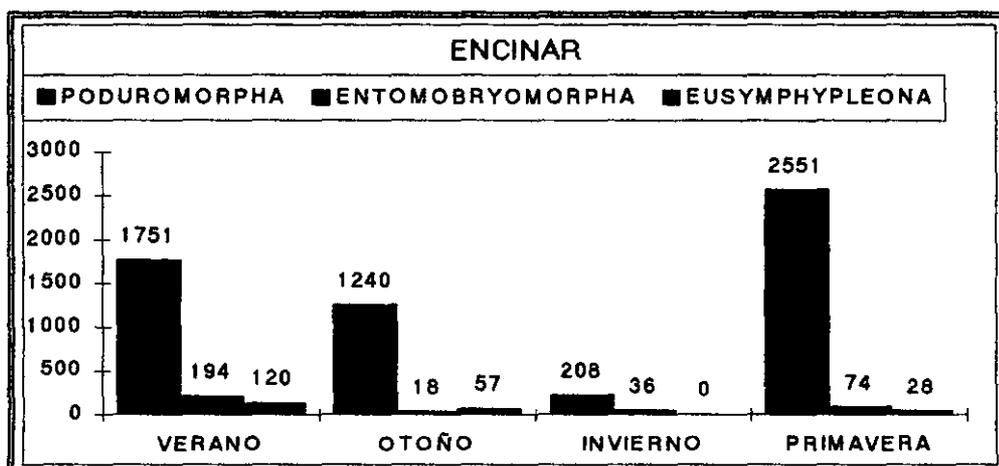


Figura 12. Tabla y gráfica de la zona de encinar por estaciones del año y por suborden donde se muestra la mayor población del suborden Poduromorpha durante la primavera.

En la zona de **pastizal** en verano y otoño se presenta el mayor índice de población, en verano el suborden Entomobryomorpha es menor en comparación a los otros dos órdenes y en invierno se presenta el menor número de colémbolos y además en este período el orden Eusymphyleona se encuentra como dominante siguiéndole en número Entomobryomorpha y Poduromorpha representado con el menor número durante todo el año (**Fig. 13**), esto puede deberse a las condiciones ambientales adversas en un medio que carece de una capa de litter que brinde protección, y en general, condiciones favorables para el suborden Poduromorpha que tiene hábitos hemiedáficos y la competencia les sea favorable a los otros dos órdenes ya que Eusymphyleona está representado en su mayoría por organismos epiedáficos que están más adaptados a vivir sobre el suelo y la cubierta vegetal (**Fig. 4 Y 6**).

PASTIZAL

ESTACION	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
SUBORDEN				
Poduromorpha	285	286	3	242
%	41.5%	47%	3.3%	49.6%
Entomobryomorpha	166	195	35	211
%	24.2%	32%	38%	43.2%
Eusymphyleona	235	128	54	35
%	34.3%	21%	58.7%	7.2%
TOTAL	686	609	92	488

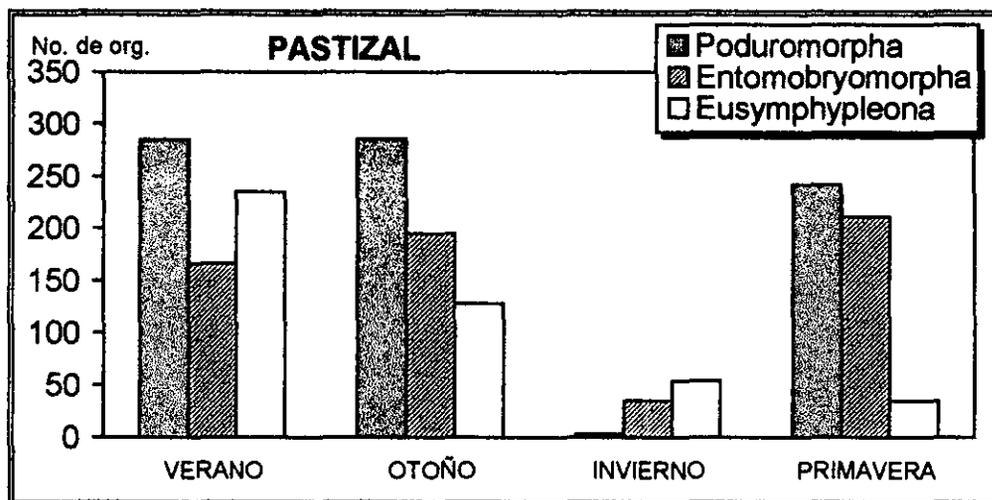


FIGURA 13.- Tabla y Gráfica de la zona de pastizal por temporada y por suborden donde se denota que en invierno se presenta el menor índice para los tres subórdenes y la curva es de manera inversa en comparación con las otras estaciones del año.

En **nubliselva**, la gráfica por estaciones nos da una curva diferente a la de encinar notándose que existen diferencias entre las dos zonas de tipo ecológico. En esta zona la población total alcanza su máximo en invierno con 1,480 organismos siendo el 91.15% del suborden Poduromorpha y, el suborden Eusymphyleona sin representación (el menor registro del año) tal vez debido a la situación ecológica mencionada anteriormente o a su ciclo biológico. En verano se muestra la menor tasa de colémbolos, pero, la tasa de Entomobryomorpha es la más alta del año. Esto puede deberse a la época de lluvias y a la migración vertical descendente desde el estrato arbustivo de estos organismos, que ocasionaría, competencia con los demás órdenes ya que en esta época se muestran los porcentajes más cercanos en cuanto un orden y otro. En otoño y primavera se muestran valores similares que anteceden y preceden al nivel pico dado en invierno.

NUBLISELVA

ESTACION SUBORDEN	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Poduromorpha	392	935	1349	903
%	53.5%	90.3%	91.1%	84%
Entomobryomorpha	244	80	131	149
%	33.3%	7.7%	8.9%	13.8%
Eusymphyleona	97	21	0	24
%	13.2%	2%	0	2.2%
TOTAL	733	1036	1480	1076

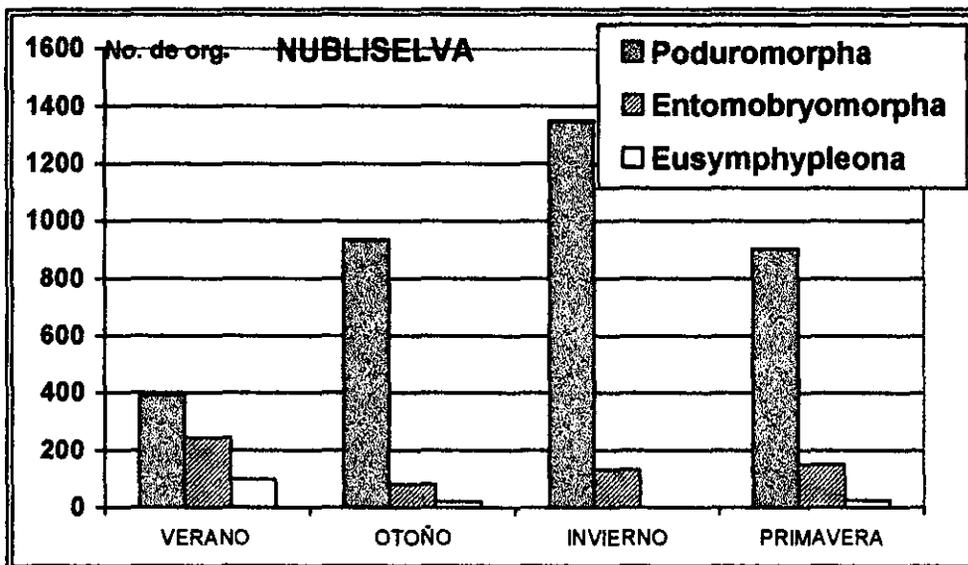


Figura 14. Tabla y gráfica de la zona de nubliselva por estación del año y por suborden, en invierno se da la mayor abundancia de Poduromorpha a través de todo el año y la menor de Eusymphyleona.

Retomando los razonamientos anteriormente discutidos en el análisis por temporadas (lluvias, nortes y sequía), parece ser, que la temporada de invierno combinada con las temporadas de sequía es la más propicia para la colembofauna hemiedáfica en la zona de nubliselva, aunque es difícil relacionarla con niveles de fertilidad, eutroficación del litter y humus ó la química del suelo (Gadea, 1964; Hagvar, 1984), se sabe que el efecto de las variaciones de las condiciones del medio en suma dan como resultado un efecto de regulación en la mesofauna del suelo (Davies, 1928; Davidson, 1931, 1932a; 1932b; Hagvar, *op. cit.*; Rapoport, *op. cit.*).

Davies (1928) encontró que cuando *Sminthurus viridis* era mantenida a temperatura de 25°C, en una atmósfera de 20% de humedad relativa, 100% de mortalidad ocurría dentro de 15 h, y 100% en 30 h cuando la humedad relativa era de 50%.

Davidson (1932a), determinó que el contenido de humedad del suelo juega una parte importante en relación a la puesta de huevos en *Sminthurus viridis*. Y el punto óptimo era por encima del 50% de saturación (alrededor del 12% de humedad). Además, a valores debajo de 10% había un marcado decremento, y que cuando el suelo está saturado hay una disminución en la puesta.

Vannier (1970), encontró que a la más alta humedad del suelo, más bajo es el número de habitantes del suelo. Kaczmarek (1973), menciona que en biotopos húmedos, en el año más húmedo, la frecuencia de colémbolos decremanta y sucede lo contrario en los biotopos secos de la misma área. Por su parte Palacios-Vargas (1983) menciona que la respiración de los colémbolos es cutánea, por lo tanto, dependen de las variaciones microclimáticas, particularmente la humedad.

Jordana, *et al.* (1987), reportan en un trabajo realizado en bosque de Hayas en Navarra (zona húmeda), resultados similares, donde otoño e invierno son las temporadas más favorables para la fauna de microartrópodos del suelo en biotopos arbustivo y bosque de pino, y donde las temporadas críticas son verano y primavera para ambos biotopos.

Robbius y Smitinand (1966 *in*: Dehavelger *et al.*, 1989), afirman que la frecuencia de neblina combinado con el dosel cerrado y la baja altitud tiene como consecuencia una fuerte atenuación sobre la heterogeneidad específica para comunidades edáficas superficiales.

Además, se sugiere que el proceso de reproducción en varias especies está relacionado al pH del suelo, y así mismo afecta la abundancia de un gran número de especies, entre ellos Collembola y Acari. También se afirma que los microartrópodos están restringidos a los espacios de poro del suelo llenados con aire y que tienen una cutícula hidrofóbica (Hagvar, *op. cit.*).

Particularmente para la especie *Pseudisotoma sensibillis* Stach (1947) y Palacios-Vargas (1978) denotaron que tiene un comportamiento muy particular, ya que, durante la época de sequía que coincide con el invierno la población llega a ser más numerosa que en la de lluvias.

Por otra parte, la humedad y la temperatura ejercen una influencia directa sobre el crecimiento de las poblaciones de colémbolos (Butcher *et al.*, 1971; Najt, 1976; Christiansen, 1992), sin embargo cualquier extremo de humedad y temperatura afectan negativamente su densidad (Rapoport, 1959; Hale, 1967).

Estudios de laboratorio muestran que los picos de población pueden ocurrir en cualquier época del año. Pero el hecho de que muchas especies son abundantes en el verano temprano, y otoño parece demostrar una óptima combinación de temperatura y humedad. El número de generaciones por año parecería de esta forma estar limitado en el campo (Davidson, 1931; Hale, 1965 *in*: Butcher, *et al.*, 1971). Massoud (1971 *in*: Hermosilla, 1980), afirma que la temperatura y la humedad son los factores climáticos más relevantes para el desarrollo de Apterygota.

Por lo anterior podemos deducir que en nubliselva, las características ecológicas están determinadas por diferentes factores como la presencia de niebla, la altitud, los nortes en la zona y la vegetación, que la hacen particularmente diferente a los biotopos contiguos y que harían falta más trabajos de investigación que despejaran las incógnitas sobre este peculiar medio ambiente.

E. PRECIPITACION Y HUMEDAD DE LA ZONA

Con respecto a la precipitación total mensual (Sistema Meteorológico Nacional) y el número de colémbolos a través de los muestreos, observamos que en pastizal la curva que corresponde a la precipitación muestra cierta correlación con la población de colémbolos (**Fig. 15**).

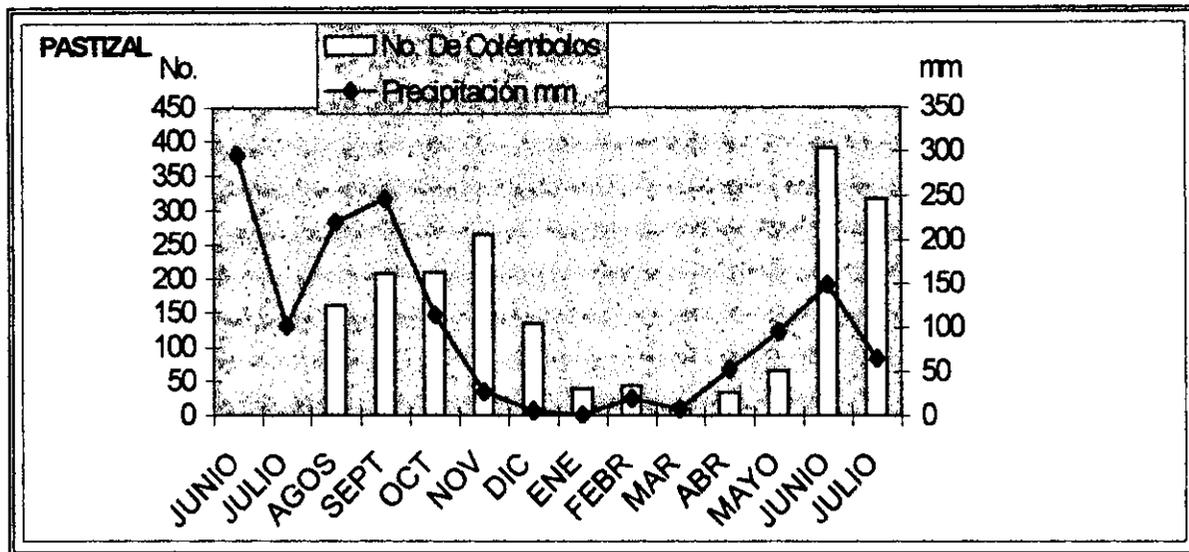


Figura 15. Gráfica : Precipitación mensual promedio (mm) y datos de totales mensuales de colémbolos en la zona de pastizal donde se muestra cierta correlación entre las variables.

En encinar observamos la misma tendencia con excepción de los meses de septiembre y octubre (**Figura 16**).

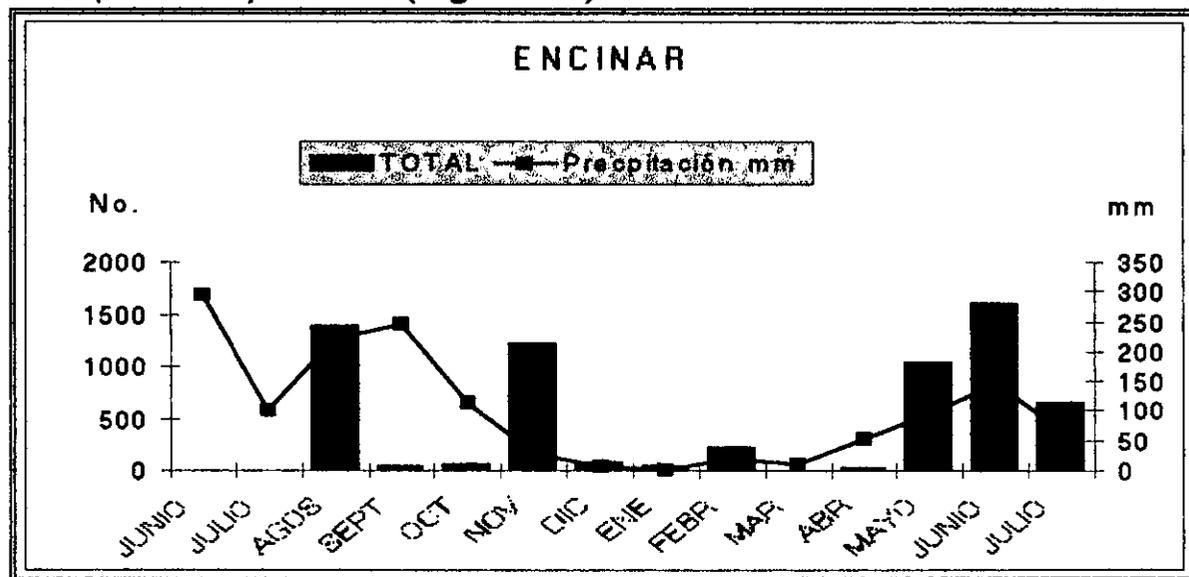


FIGURA 16. Gráfica precipitación mensual (mm) contra total de colémbolos por mes en la zona de encinar. En esta zona también se muestra una cierta correlación entre los dos factores.

En nubliselva los resultados muestran que la correlación se comporta de manera inversa (**Fig.17**), cuando asciende el nivel de precipitación descende el número de población de colémbolos, dándonos una curva de población a través de los meses inversa en comparación con pastizal y encinar, si observamos la gráfica con los valores invertidos de precipitación total (mm) se nota cierta correlación, de ésta con los picos de números de colémbolos, con excepción de los meses de diciembre y enero (**Fig. 18**). Es decir parece ser que la población crece cuando menos llueve, lo que resulta contrario a lo que se refleja en pastizal y encinar (**Figs. 15 y 16**).

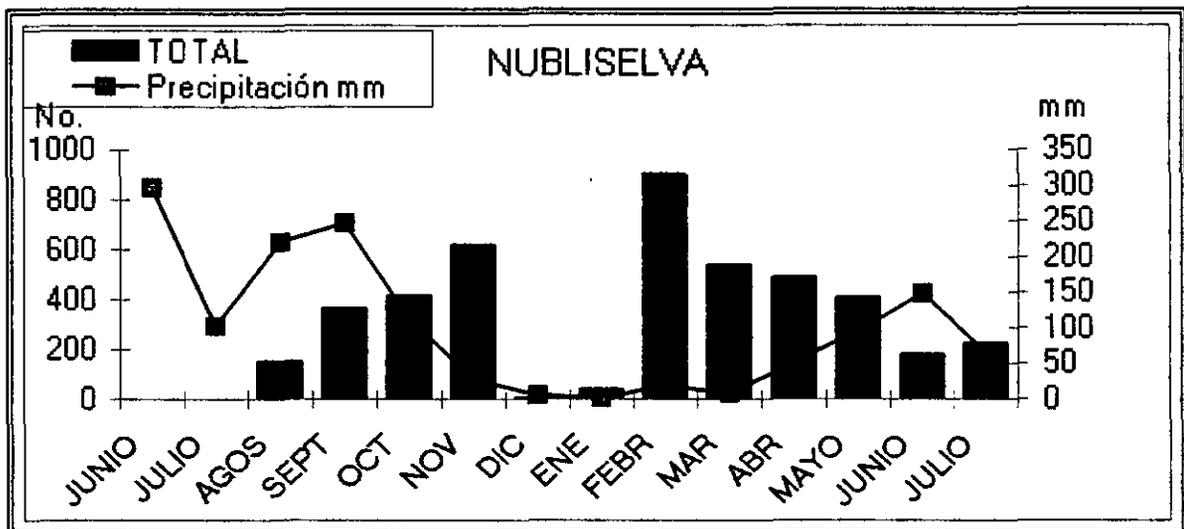


Figura 17. Gráfica total de colémbolos por mes en la zona de nubliselva contra precipitación mensual en mm, parece ser que la población crece cuando disminuye la lluvia, lo que resulta contrario a lo que se refleja en pastizal y encinar.

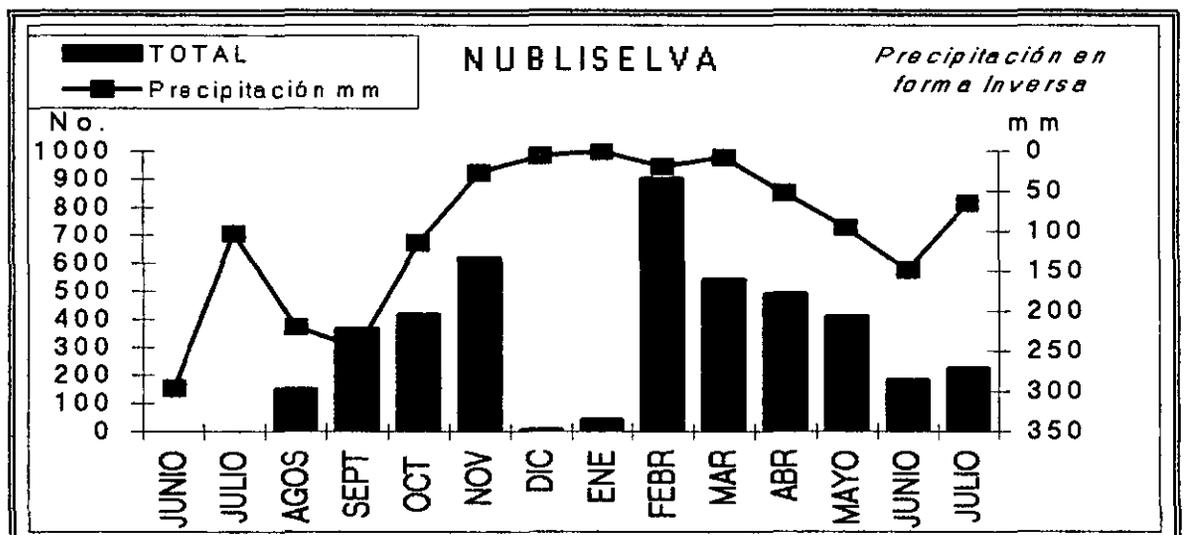


Figura 18. Gráfica total de colémbolos por mes contra precipitación mensual en mm en la zona de nubliselva con escala de valores de precipitación en forma inversa. Compárese con la figura 16 y nótese que en esta gráfica se denota mayor correlación entre los dos factores.

HUMEDAD

Con respecto a la humedad relativa promedio (Sistema Meteorológico Nacional) la variación de ésta tiene un rango estrecho en la zona por lo cual es difícil atribuirle algún efecto sobre las poblaciones de colémbolos (Fig. 19).

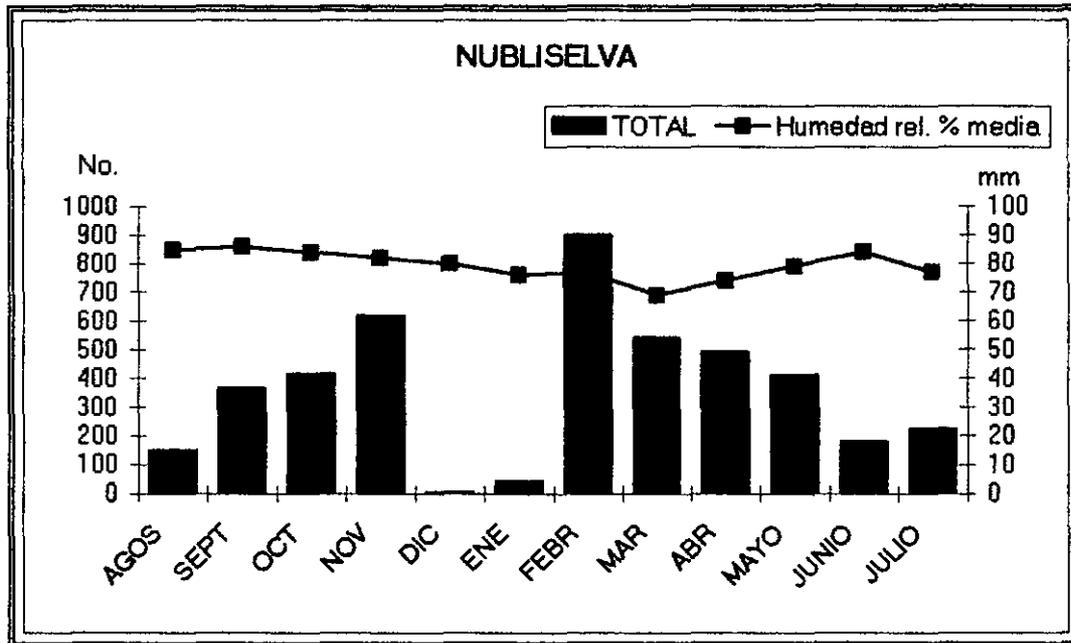


Figura 19. Gráfica de humedad relativa porcentual media y número total de colémbolos por mes en la estación de nubliselva (los valores son iguales para las tres estaciones de muestreo).

F. COMPARACION CON OTROS TRABAJOS

En comparación con el trabajo que realizaron Terrón-Sierra y Palacios-Vargas en "La Michilia", Dgo., México; en una zona de bosque de pino-encino donde el método de colecta fue el mismo, (necrotrampas permanentes mod. 1980), ellos realizaron 5 muestreos de 30, 60, 90, 120 y 300 días, obtienen la incidencia de 4 familias y 11 especies dentro de 8 géneros. Del total de sus muestras la familia Hypogastruridae tiene un 70% de abundancia lo cual corresponde en este trabajo con el 81.3% del total de los ejemplares; la familia Entomobryidae 15% y 6.8% respectivamente, Isotomidae suman el 2% en comparación con el 0.1% para este trabajo, y la familia Dicyrtomidae con el 13% que correspondería 3% para el cerro de Huitepec, Chiapas.

Familia	"La Michilia" %	"Cerro de Huitepec" %
Hypogastruridae	70	81.3
Entomobryidae	15	6.8
Isotomidae	2	0.1
Dicyrtomidae	13	3.0
Otros	-	8.8

Con base en el criterio de que se consideran especies fundamentales a las que presentan un valor mayor de 51%, accesorias a las que tienen entre 26 y 51%, y accidentales, menos de 26% (Moraza *et al.* 1980). Vemos que en ambos trabajos tenemos un claro predominio de el Suborden Poduromorpha debido a los hábitos hemiedáficos que prevalecen en la familia Hypogastruridae (*Ceratophysella*) la cual representa la mayoría en ambos estudios y debido al tipo de trampa usada para la colecta, la cual parece específica para la fauna hemiedáfica (mantillo y litter) y donde las condiciones del tiempo ejercen una influencia sobre este tipo de colémbolos (Joosse, 1965). Los otros dos subórdenes (Entomobryomorpha y Eusymphyleona) con sus respectivas familias concurren a este estrato de manera accidental ya que la preferencia de su hábitat se encuentra en otros niveles superiores (Poole, 1964; Rapoport, *op. cit.*) y por medio de la migración vertical llegan a poblar en alguna etapa de su vida otros estratos, esto les da una posibilidad de ampliar sus expectativas de vida y de no depender de una especialización marcada tanto de hábitat como de alimento que les resulte adversa para su sobrevivencia (Hagvar, *op. cit.*). Bowden *et al.* (1976) mostraron que la lluvia es el mayor factor de causa de la escalada de los

Entomobrya muralis, *Orchesella sincta* y otros, hacia estratos por encima del suelo (truncos de árboles) y advierten cierta relación entre las poblaciones arborícolas y terrestres las cuales serían presumiblemente, la fuente de las poblaciones arborícolas.

En un estudio realizado en tierras de pastoreo para ovejas por King, *et al.* (1976) reportan que **las especies hemiedáficas fueron dominantes** y que componen más del 90 por ciento en 5 de los 6 sitios de muestreo ubicados en una zona del sur de Australia.

Hermosilla, *et al.* (1976) en un estudio ecológico en la Cordillera Pelada, Chile, encuentra que Poduromorpha alcanza casi el 50 %, Entomobryomorpha el 22 % y Symphypleona 16 % del total de colémbolos muestreados por medio de trampas "Barber" las cuales son similares en funcionamiento a las trampas NTP-80 y a los resultados obtenidos en este trabajo.

Arbea y Jordana (1985) utilizando muestras de hojarasca, mantillo, suelo mineral y muestreando en setas, piñas y líquenes de una zona la cual corresponde a bosque de hayas con suelo tipo cambisol en Macizo de Quinto Real, España, **encuentran una dominancia de especies de Collembola hemiedáficas** en seis biotopos característicos.

Villalobos (1990) analizando la abundancia y diversidad de colémbolos edáficos en diferentes etapas serales del bosque mesófilo de montaña en la reserva "El cielo", Tamaulipas, México; reporta que la importancia relativa de **Poduromorpha varía de 21% a 77.5%** en parcelas de 15 y 8 años de abandono respectivamente.

Miranda y Palacios-Vargas (1992) reportan de un estudio comparativo de colémbolos edáficos realizado en bosque de *Abies religiosa* y cultivo de haba (*vicia faba*), ubicados en la Sierra de Quetzaltepec, Edo. de México, que **las familias hemiedáficas presentan una mayor abundancia en la hojarasca de bosque** y que una familia euedáfica presenta mayor abundancia en el suelo mineral y el biotopo de cultivo. Estadísticamente muestran que no hay una distribución azarosa de las diferentes familias y sugieren que hay un aprovechamiento de las diferentes familias según sus afinidades ecológicas.

Cutz (1998) en un estudio sobre colémbolos que realiza utilizando hojarasca y primeros centímetros del suelo del ejido forestal de Noh-Bec, Quintana Roo, México, en la selva alta subperenifolia, reporta que de las 5 **especies dominantes** encontradas **la mayor parte son hemiedáficas** y el resto euedáficas y que estos datos concuerdan con los resultados

obtenidos en un estudio realizado por Mendoza-Arvizu (1995) de un bosque mesófilo de montaña en la reserva "El cielo", Tamaulipas, México.

Los trabajos anteriormente mencionados tienen en común con este trabajo que todos muestran una predominancia del grupo ecomorfológico denominado hemiedafón en sus resultados parciales o globales, y además, otro factor de comparación y de similaridad es que la mayoría de ellos se realizaron en zonas de bosque o muy cercanas a éstas y las cuales presentaban algún grado de perturbación.

VII. CONCLUSIONES

Los organismos capturados suman un total de 12,477 representados por 19 géneros que abarcan 9 familias dentro de tres subórdenes: Poduromorpha, Entomobryomorpha y Eusymphypleona.

Cuatro familias y once géneros se reportan como nuevos registros para el Estado.

La riqueza genérica varió muy poco para cada zona, pero en encinar se reporta la mayor: 15 géneros.

En encinar también se reporta el mayor número de organismos capturados: 50% del total de las muestras analizadas. Lo sigue nubliselva con el 35% y pastizal con el 15%.

El suborden Poduromorpha representa el 82% del total de los organismos capturados durante todo el año en las tres zonas, le sigue Entomobryomorpha con 12% y por último Eusymphypleona con 6%.

El suborden Poduromorpha está constituido principalmente por el género *Ceratophysella* el cual constituye el 80.84% del total de organismos.

Los organismos hemiedáficos tuvieron una presencia mayoritaria en este estudio, siguiendo en número los epiedáficos y raras incidencias de organismos euedáficos.

El suborden Poduromorpha refleja una mayor adaptación a vivir en el ambiente de encinar.

Las tres zonas presentan una amplia similitud faunística a nivel genérico.

El género *Ceratophysella* es el más abundante 80.84%, seguido por *Ptenothrix* (30.2%), *Paronella* (5.43%), *Pseudodicranocentrus* (3.45%), *Sminthurus* (3.36%) y *Lepidocyrtus* (2.18%). Los demás géneros presentan una frecuencia de menos del 1%.

En encinar en la temporada de lluvias se presenta el mayor número de recolecta, el suborden Poduromorpha refleja una dominancia durante las tres temporadas siendo mínima la incidencia de los otros dos órdenes (no más del 6%). La sigue en número la temporada de nortes con las mismas tendencias de distribución con una reducción del número total a cerca de

la mitad, y la temporada de sequía con número total ligeramente menor a la obtenida en la temporada de nortes.

En la zona de nubliselva, se mantiene la tendencia de dominancia del suborden Poduromorpha, se muestra un decremento en el número total de organismos en la temporada de lluvias y un incremento poblacional en la temporada de sequías, lo cual resulta contrario a los resultados obtenidos en las otras dos zonas y nos muestra un comportamiento diferente de las poblaciones de colémbolos.

Con respecto al pastizal el número total de colémbolos es el menor de las tres zonas, se presenta el mayor número de recolecta en lluvias seguida por la temporada de nortes y luego sequías pero, se obtienen valores más equilibrados entre los tres subórdenes, e inclusive en la época de sequía existe una predominancia de Entomobryomorpha.

Al realizar el análisis de varianza para los efectos principales suborden, tiempo y tipo de vegetación, sólo se encontraron diferencias significativas en el tipo de suborden ($p < 0.000011$) y en la combinación suborden vs tipo de vegetación (0.016).

Por estaciones del año, en encinar existe una predominancia de los Poduromorpha en primavera con 96.16% del total de los tres subórdenes. La sigue en número el verano con las mismas tendencias de distribución presentando su mayor índice del año Entomobryomorpha y Eusymphyleona. En otoño el número total decrementa en comparación con verano y se presenta el menor número de Entomobryomorpha. En invierno el número de Poduromorpha decrementa notablemente y así el número total, y los Eusymphyleona no se presentan.

En la zona de pastizal en verano y otoño se presenta el mayor índice de población con predominancia del suborden Poduromorpha, en verano el suborden Entomobryomorpha es menor en comparación a los otros dos órdenes y en invierno se presenta el menor número de colémbolos con los Eusymphyleona como dominantes.

En la zona de nubliselva en invierno se alcanza el punto máximo de población total constituyendo Poduromorpha el 91.15% del total, y el suborden Eusymphyleona sin representación, en verano se muestra la menor tasa de colémbolos pero la tasa de Entomobryomorpha es la más alta del año. En otoño y primavera se muestran valores similares que anteceden y preceden al nivel pico dado en invierno.

Con respecto a la precipitación de la zona en encinar y pastizal existe cierta correlación entre la cantidad de lluvia y el tamaño de la población, lo cual en nubliselva se refleja de manera contraria, es decir parece ser que en este medioambiente la población de colémbolos se incrementa cuando menos llueve.

Por lo tanto:

Se confirma que los colémbolos están más asociados al tipo de vegetación y al área que habitan.

De la familia Hypogastruridae, en particular el género *Cerathophysella*, resulta dominante en el estrato hemiedáfico. Los organismos euedáficos sólo inciden en este tipo de trampas por sucesos ocasionales fortuitos.

La zona de nubliselva con respecto a la mesofauna se comporta como un biotopo muy peculiar, que determina su variación estacional, la cual resulta diferente a los biotopos contiguos.

La zona de encinar por ser un biotopo intermedio registra el mayor número de población y el pastizal refleja la perturbación del medio.

Los estratos de vegetación superiores en un biotopo favorecen a las poblaciones de insectos, y las características particulares medioambientales de cada ecosistema influyen en su fenología.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Arbea, J. T. y R. Jordana, 1985. Estudio ecológico de la colembofauna de los suelos del Macizo del Quinto Real (Pirineos Occidentales) y descripción de dos especies nuevas: *Anurida flagellata* sp. n. y *Onychiurus subedinensis* sp. n. (Insecta, Collembola). *Bol. Est. Central Ecol.*, **14** (28): 57-80.
- Beck, L. 1983. Terrestrial Ecosystems, On the soil biology of deciduous forest. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*, 37-54.
- Bellinger, P. F. 1982. Collembola. de Aquatic Biota of México, Central America and West Indies. San Diego University. 240-241.
- Blackith. R. E. y R. M. Blackith, 1975. Zoogeographical and ecological determinants of collembolan distribution. *Proc. R. I. A.* , Vol. 75, Sect. B. 345-369.
- Block, W. 1970. Micro-arthropods in some Uganda soils. UNESCO/IBI Symposium on Methods of study in Soil Ecology: 195-202.
- Bonet, F. 1943. Sobre la clasificación de los Oncopoduridae (Collembola) con descripción de especies nuevas. *An. Esc. nac. Cienc. biol.(México)*, **3**:127-153.
- Bonet, F. 1944. Tullberginos de México (Collembola) *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, **5** (1-2): 51-72.
- Bonet, F. 1945. Nuevos géneros y especies de Hipogastrúridos de México (Collembola). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, **6** (1-2):13-45.
- Bonet, F. 1946. Más Hipogastrúridos Anoftalmos de México. (Collembola). *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.*, **7**:51-62.
- Bonet, F. 1947. Monografía de la familia Neelidae. *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.*, **8**:133-192.
- Bonet, F. y C. Tellez, 1947. Un nuevo género de Esmintúridos. *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.*, **8**: 193- 203.
- Bowden, J., I. H. Hines and D. Mercer. 1976. Climbing Collembola. *Pedobiologia*, **16**: 298- 312.

- Breedlove, D. E. 1981. Introduction to the flora of Chiapas. Ed California Academy of Sciences U.S.A. pp 49,124-125.
- Burges, A. y F. Raw. 1971. Biología del Suelo. Ed. Omega. Barcelona, España. 596 pp.
- Butcher, J. W., R. Snider and R. J. Snider, 1971. Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. Department of Entomology, Michigan State University, East Lansing: 249-288
- Christiansen, K. 1963. Notes on Miocene Amber Collembola from Chiapas. *In* Petrunkevich *et al.* Studies of fossiliferous amber arthropods of chiapas, México. *Univ. Calif. Publ. Ent.*, **31** (1): 45-48
- Christiansen, K. 1964, Bionomics of Collembola. *Ann. Rev. Entomol.*, **9**:147-178
- Christiansen, K. 1992, Springtails. *The Kansas School Naturalist*. **39**(1): 16 pp.
- Christiansen, K.A. y P. F. Bellinger. 1980. Collembola of North America north of the Rio Grande. A taxonomic analysis. Grinnell College, Iowa, USA. 1322 pp.
- Cutz, L. Q. 1998. Estudio comparativo de la fauna colembológica edáfica (Insecta: Collembola) del ejido forestal de Noh-Bec, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura, Inst. Tec. de Chetumal. 75pp.
- Davidson, J. 1931. The influence of temperature on the incubation period of the eggs of *Sminthurus viridis* L. (Collembola). *Aust. Journ. Exper. Biol. and Med. Sci.* **8**: 143-152.
- Davidson, J. 1932a. Factors affecting oviposition of *Sminthurus viridis* L. (Collembola). *Aust. Journ. Exper. Biol. and Med. Sci.*, **10**: 1-16
- Davidson, J. 1932b. On the viability of the eggs of *Sminthurus viridis* L. (Collembola) in relation on their environment. *Aust. Journ. Exper. Biol. and Med. Sci.*, **10**: 65-88
- Davies, N. M. 1928. The effect of variation in relative humidity on certain species of Collembola. *Brit. J. Exp. Bio.*, **6**:79-86.

- Deharveng, L., A. Bedos and P. Leksawasdi. 1989. Diversity in tropical forest soils: The Collembola of Do Inthanon (Thailand). 3rd. International Seminar on Aptterigota. 317-328.
- Denis, J. R. 1931. Contributo alla conoscenza del "microgenton" di Costa Rica, II. Collemboles de Costa Rica avec une contribution aux espèces de l'ordre. *Boll. Lab. Zool. Gener. Agrar. Fac. Portici*. **25**.
- Denis, J. R. 1933. Contributo alla conoscenza del "microgenton" di Costa Rica, III. Collemboles de Costa Rica avec une contribution aux espèces de l'ordre (seconde note). *Boll. Lab. Zool. Gener. Agrar. Fac. Portici*. **27**.
- Folsom, J. W. 1898. Description of a species of Machilis and Seira from Mexico. *Psyche. Camb.* **8**: 183-184.
- Folsom, J. W. 1933. The economic importance of Collembola. *J. Econ. Entomol.*, **26** (5): 934-939.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. U.N.A.M. pp. 245.
- Ghilarov, M. S. 1965. Zoologiceskij metod diagnostiki poev. Moska. 276 pp.
- Guilbert, E., J. Cahazeau, & L. Bonet. 1994. Canopy arthropod diversity in a New Caledonian Primary Forest sampled by fogging. *Mem. Queensland mus.*, **36** (1): 77-85
- Hagvar, S. 1984. Ecological Studies of microarthropods in forest soils, with emphasis on relation to soil Acidity. Doctoral disertation. University of Oslo, 35 pp.
- Hale, W. G. 1967, Collembola. Ch. 12 In : Soil Biology, A. Burges & F. Raw (eds.). Academic Press London-N.Y. 397-409.
- Handschin, E. 1928. Collembola from Mexico. *Journ. Linn. Soc. London (Zool.)*. **30**: 533-552.
- Hermosilla, W., R. Murúa y R. Urbina. 1976. Estudios ecológicos en Cordillera Pelada (provincia de Valdivia); Chile. V. Distribución estacional de la epifauna de artrópodos en bosque de Alerce. *Medio Ambiente* **2**(1): 3-11.

- Hermosilla, W. y R. Murúa. 1980. Ecological studies in "Cordillera Pelada", Province of Valdivia (Chile). *BRENESIA* **18**: 217-230
- I.N.E.G.I. 1988. Atlas Nacional del Medio Físico. 2a. ed. S.P.P. México.
- Itoh, R. 1991. Growth and life cycle of an Arboreal Collembola, *Xenylla brevispina* kinoshita, with special reference to its seasonal migration between Tree and Forest Floor. *Edaphologia*, **45**: 33-48
- Jordana, R. et. al. 1987. Effect of reafforestation by conifers in natural biotopes of middle and south Navarra (Northern Spain). *Revue suisse zool.*, **94** (3): 491-502.
- Jordana, R. y J. I. Arbea, 1989. Clave de identificación de los géneros de Colémbolos de España (Insecta: Collembola). *Publ. De Biol. De la Univ. De Navarra, Serie Zoologica*, **19**: 1-16 + 16 lám. Pamplona, España.
- Jousse, E. N. G. 1965. Pitfall-trapping as method for studying surface dwelling Collembola. *Z. Morph. U. Ökol. Tiere*. Bd. 55, Heft **5**: 587-596
- Kaczmarek, M. 1973. Collembola in the biotopes in the Kampinos National Park distinguished according to the natural succession. *Pedobiologia*, **13**: 257-272
- King, K., K. J. Hutccinson & P. Greenslade. 1976. The effects of sheep numbers on associations of Collembola in sown pastures. *J. Appl. Ecol.* **13**:731-739.
- Mari Mutt, J. A. & P. F. Bellinger. 1990. A Catalog of the Neotropical Collembola, Including Neartic Areas of Mexico. Sandhill Crane Press. U.S.A. 237 PP.
- Mendoza, M. S. 1995. Los insectos colémbolos y la sucesión secundaria del Bosque Mesófilo de la Reserva de la biósfera "El Cielo" Tamaulipas. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P. Iztacala, UNAM. 92 PP.
- Mills, H.B. 1938. Collembola from Yucatan caves. *Carnegie Inst. Wash., Publ.* **491**: 183-190.

- Miranda, A. y J.G. Palacios-Vargas. 1992. Estudio comparativo de las comunidades de colémbolos edáficos de bosque de *Abies religiosa* y cultivo de haba (*Vicia faba*). *Agrociencia* **3** (3): 8-26.
- Moran-Zenteno, D. 1994. Geology of the Mexican Republic. A.A.P.G. 75-82.
- Moron, M. A. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología. México. D. F.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra del Norte de Hidalgo. *Acta Zool Mex.*, **5** (3):1-47.
- Morón, M. A., M. J. A. López y O. Canul. 1985. Análisis de la entomofauna necrófila de un cafetal en el Soconusco, Chiapas, México. *Fol. Entomol. Mex.* **65**: 131-137
- Mülleried, F. K. G. 1957. La Geología de Chiapas. Editorial Cultura. México. pp. 13-152
- Najt, J. 1976. Algunos conceptos sobre la biología de los suelos como ciencia de nuestro tiempo. *IDIA Supl.* **29**. 97-105
- Najt, Judith y J. G. Palacios-Vargas, 1986. Nuevos *Brachystomellinae* de México (Collembola, Neanuridae). *Nouv. Revue Ent.* (N. S.). Paris. **3** (4) 457-471.
- Naglitsch, F. 1963. Untersuchungen über Individuen-und Artenzahl der Collembollen auf lichten und schweren Böden. In : Doenksen, J. and I. Van der Drift (eds) : *Soil Organisms*. 395-405.
- Palacios-Vargas, J.G. 1978. Collembola (Ins. : Apter.) asociados a *Tillandsia* (Monoc.: Brom.) en el derrame del Chichinautzin, Mor. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias UNAM México. 170 pp.
- Palacios-Vargas, J.G. 1980. Problemas taxonómicos en Collembola debidos a la variación intraespecífica. *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.* **23**: 85-95.
- Palacios-Vargas, J.G., 1983. Catálogo de los colémbolos mexicanos. *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.* **27**: 61-76.

- Palacios-Vargas, J. G. 1990. Diagnósis y clave para determinar las familias de los Collembola de la regi3n Neotropical. Facultad de Ciencias UNAM. M3xico, D. F. 15 pp.
- Palacios-Vargas, J. G. 1994. Memorias Primeras jornadas de Biología. Fac. de Ciencias Univ. de Guadalajara. M3xico. 6-15
- Palacios-Vargas, J. G. 1991. Introducci3n a los insectos sin alas. Facultad de Ciencias UNAM. M3xico, D. F. 23 pp.
- Palacios-Vargas, J. G. 1994. Primeras jornadas de biología memorias. pp. 6-15
- Palacios-Vargas, J. G. y Rios, G. 1996 . Two new species of Americanura (Collembola: Neanuridae) from Central America. *Journal of the Kansas Entomol. Soc.* **68** (4), pp. 437-443
- Palacios-Vargas, J. G. 1996. New species of Palmanura (Colembola: Neanuridae) from M3xico and Guatemala. *The Canadian Entomologist.* **128**: 805-824.
- Palacios-Vargas, J. G. 1997. Catalogo de los Collembolla de M3xico. Fac. de Ciencias UNAM. M3xico. 102 pp.
- Palacios-Vargas, J. G. y G. Rios. 1996 . Two new species of Americanura (Collembola: Neanuridae) from Central America. *Journal of the Kansas Entomol. Soc.* **68** (4), pp. 437-443
- Palacios-Vargas, J. G. y J. A. G3mez-Anaya. 1993. Los Collembola (Hexapoda: Apterigota) de Chamela, Jalisco, M3xico (Distribuci3n ecol3gica y claves) *Folia Entomol. M3x.* **89**: 1-34
- Parada, B. G. 1987. Composici3n de la Entomofauna Degradadora del Bosque Mes3filo de Montaña de la Sierra de Manantlián, Jalisco. Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Entomología 1987.
- Ponge, F. J. 1983. Les Collemboles indicateurs du type d'humus en milieu forestier. Resultats obtenus au sud der Paris. *Oecol. Gen.* **4**(4): 359-374.
- Poole, T.B. 1964. Algunos conceptos sobre la biología de los suelos como ciencia de nuestro tiempo. IDIA. Suplemento **29**: 97-105.

- Rapoport, E.H. 1959. Algunos aspectos de la biología del suelo. Univ. Nac. del Sur. Extensión Cultural. Bahía Blanca. Argentina. 23 pp.
- Rapoport, E.H. y Bianco, E. 1966. Observaciones sobre el régimen de transpiración en algunos animales del suelo. Actas primer coloquio latinoam. Biol. Suelo. UNESCO, Montevideo. 371- 377.
- Rapoport, E. H. 1968. La fauna edáfica y su aplicaciones en la caracterización de los suelos. Progresos em biodinamica de solo. Univ. Sta. María Brazil. 155-164.
- Rapoport, E. H. 1970. Fauna del suelo. Algunos datos sobre su abundancia y distribución. La Ciencia en Venezuela. Univ. de Carabobo, Venezuela: 468-481.
- Rivera, E. L. 1988. Comunidad de Artrópodos Asociados al arbolado muerto de un Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Entomología.
- Rzendoski, J. 1983. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 62-66.
- Schott, H. 1896. North American Apterygoceneri. Proc. Calif. Acad. Sci., 6(2): 169-196.
- Stork, E. N. y P. Eggleton, 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *Ame. J. Alt. Ag.*, 7(1-2): 38-47.
- S.P.P. 1981a. Carta uso de suelo y vegetación E15-11. Chiapas. Dirección General de Geografía. Esc. 1:250 000. México.
- S.P.P. 1981b. Carta topográfica E15-11. Chiapas. Dirección General de Geografía. Esc. 1:250 000. México.
- S.P.P. 1985. Carta edafológica. E15-11. Chiapas. Dirección General de Geografía. Esc. 1:250 000. México.
- Stach, J. 1947. The apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. Family: Isotomidae. *Acta. Mon. Mus. Hist. Nat., Polska Akad.*, Krakov. 488 pp.
- Statsoft (1992). Paquete de computación CSS: Statistics. U.S.A.

- Terrón-Sierra, R. A. y Palacios-Vargas, J. G. 1991. Colémbolos atraídos a necrotrampas NTP-80 en la reserva de la biosfera "La Michila", Durango, México. *Fol. Entomol. Mex.* **81**: 337-339.
- Teuscher H. Y R. Adler. 1987. El suelo y su fertilidad. Ed. C.E.C.S.A.. México. 510 pp.
- Vannier, G. 1970. Reactions des Microarthropodes aux variations de le'tat hydrique du sol. C.N.R.S. Publ., Paris, 319 pp.
- Villalobos, F. J. 1989. Los colémbolos Poduromorpha (Apterygota: Insecta) y la sucesión secundaria del Bosque Mesófilo de Montaña. *Biotam*, UAT Tamaulipas, México. **1**:45-52
- Villalobos, F. J. 1990. Estudio preliminar sobre la abundancia y diversidad de los Collembola (Apterygota) de un bosque tropical del Noroeste de México. *Fol. Ent. Mex.* No. 80: 5-29.
- Villalobos, F. J. y J. G. Palacios-Vargas, 1986. Colembolla de Chiapas, México. *Fol. Entomol. Mex.* **67**: 3-12.
- Yamane, P. T. 1979. Estadística. Ed 3ª., Edit. Harla, México pp. 422
- Wood, T. G. 1966. The fauna of grassland soils with special reference to Acari and Collembola. *Proc. N. Z. Ecol. Soc.* **13**, 79-85.

IX. APÉNDICE

APÉNDICE 1.- Arreglo de las variables y los factores dentro del análisis de varianza de tres factores (ANOVA) .

APÉNDICE 2.- Tabla de ANOVA, todas las interacciones.

APÉNDICE 3.- Tabla de ANOVA, interacción entre subórdenes-tipo de vegetación

APÉNDICE 4.- Índice de similitud de Sorensen

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

STATISTICA: ANOVA/MANOVA

(135 casos con 4 variables)

Variable

4: FRECC -9999
3: SO -9999
2: TIEMPO -9999
1: TVEG -9999

VARIABLES INDEPENDIENTES (entre -factores de grupos) :

SO	Número de niveles	3	Codigos:	categoria	1: 1 Poduromorpha
				categoria	2: 2 Entomobryomorpha
				categoria	3: 3 Eusymphyleona
Tiempo	Número de niveles	3	Codigos:	categoria	1: 1 lluvias
				categoria	2: 2 nortes
				categoria	3: 3 sequías
TVEG	Número de niveles	3	Codigos:	categoria	1: 1 pastizal
				categoria	2: 2 encinar
				categoria	3: 3 nubliselva

DISEÑO: 3 - way ANOVA				fixed effects
DEPENDIENTE: 1 variable:	FRECC			
ENTRE: 1- SO	(3)	1	2	3
2- TIEMPO	(3)	1	2	3
3- TVEG	(3)	1	2	3
DENTRO: ninguna				

APÉNDICE 1.- ARREGLO DE LAS VARIABLES Y LOS FACTORES DENTRO DEL ANALISIS DE VARIANZA DE TRES FACTORES (ANOVA) .

STAT GENERAL MANOVA		Resumen de todos los Efectos; diseño: (vecollem.sta) 1-SUBORDEN, 2- TEMPORADA, 3-TIPO DE VEGETACION				
Efecto	Df Efecto	MS Efecto	Df Error	MS Error	F	p-nivel
SUBORDEN	2*	680985.9*	81*	51669.73*	13.17959*	.000011*
TEMPORADA	2	27166.3	81	51669.73	.52577	.593105
VEGETACION	2	118732.6	81	51669.73	2.29791	.106983
SUBORDEN- TEMPORADA	4	4395.6	81	51669.73	.08507	.986818
SUBORDEN- VEGETACION	4*	168568.0*	81*	51669.73*	3.26241*	.015614*
TEMPORADA- VEGETACION	4	58269.4	81	51669.73	1.12773	.349311
SUBORDEN- TEMPORADA- VEGETACION	8	50061.7	81	51669.73	.96888	.466188

APENDICE 2.- TABLA DE ANOVA CON TODAS LAS INTERACCIONES DE LAS VARIABLES: SUBÓRDENES, VEGETACIÓN Y ÉPOCAS DEL AÑO SIENDO SIGNIFICATIVOS LOS QUE PRESENTAN ASTERÍSCO (P<0.05): **SUBORDEN Y SUBORDEN-TIPO DE VEGETACIÓN.**

VARIABLES INDEPENDIENTES (entre -factores de grupos) :

SO Número de niveles 3 Codigos: categoría 1: 1 Poduromorpha
categoría 2: 2 Entomobryomorpha
categoría 3: 3 Eusymphypleona
TVEG Número de niveles 3 Codigos: categoría 1: 1 Pastizal
categoría 2: 2 Encinar
categoría 3: 3 Nubliselva

INTERACCION : SUBORDEN X TIPO DE VEGETACION							
SUBORDEN	VEGETACION		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			68.00000	479.1667	294.0833	50.58333	26.83333
Poduromorpha	Pastizal (1)			.000016*	.014380*	.848180	.651050
Poduromorpha	Encinar (2)		.000016*		.044041*	.000008*	.000003*
Poduromorpha	Nubliselva (3)		.014380*	.044041*		.008540*	.004022*
Entomobryomorpha	Pastizal (4)		.848180	.000008*	.008540*		.794066
Entomobryomorpha	Encinar (5)		.651050	.000003*	.004022*	.794066	
Entomobryomorpha	Nubliselva (6)		.846029	.000008*	.008475*	.997807	.796185
Eusymphypleona	Pastizal (7)		.738866	.000004*	.005704*	.887093	.905208
Eusymphypleona	Encinar (8)		.575975	.000002*	.002912*	.712774	.914649
Eusymphypleona	Nubliselva (9)		.537344	.000001*	.002440*	.670271	.869038

INTERACCION : SUBORDEN X TIPO DE VEGETACION						
SUBORDEN	VEGETACION		(6)	(7)	(8)	(9)
			50.3333	37.66667	17.08333	11.83333
Poduromorpha	Pastizal (1)		.846029	.738866	.575975	.537344
Poduromorpha	Encinar (2)		.000008*	.000004*	.000002*	.000001*
Poduromorpha	Nubliselva (3)		.008475*	.005704*	.002912*	.002440*
Entomobryomorpha	Pastizal (4)		.997807	.887093	.712774	.670271
Entomobryomorpha	Encinar (5)		.796185	.905208	.914649	.869038
Entomobryomorpha	Nubliselva (6)			.889264	.714822	.672272
Eusymphypleona	Pastizal (7)		.889264		.821015	.776469
Eusymphypleona	Encinar (8)		.714822	.821015		.953978
Eusymphypleona	Nubliselva (9)		.672272	.776469	.953978	

APENDICE 3.- INTERACCIÓN ENTRE LOS TRES SUBORDENES Y LOS TRES TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA). NOTESE QUE LOS VALORES PARA LAS INTERACCIONES (2) PODUROMORPHA-ENCINAR Y (3) PODUROMORPHA-NUBLISELVA RESULTAN SIGNIFICATIVOS (REPRESENTADOS CON ASTERISCO EN LA TABLA).

Coefficiente de similitud de Sorensen:

$$Cs = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

Donde: **a** = Número de géneros presentes en a

b = Número de géneros presentes en b

c = Géneros comunes en a y en b

No. De géneros en Pastizal P=14

No. De géneros en Encinar E=15

No. De géneros en Nubliselva N=13

Géneros comunes entre Pastizal y Encinar=11

$$Cs = \frac{(2)11}{14+15} \times 100 = 75.86\%$$

Géneros comunes entre Encinar y Nubliselva=12

$$Cs = \frac{(2)12}{15+13} \times 100 = 85.71\%$$

Géneros comunes entre Nubliselva y Pastizal=12

$$Cs = \frac{(2)11}{14+13} \times 100 = 81.48\%$$

APÉNDICE 4.- ÍNDICE DE SIMILITUD DE SORENSEN QUE INDICA EL PORCENTAJE DE SIMILITUD ENTRE LAS TRES ZONAS Y LOS GÉNEROS ENCONTRADOS.