

Diversidad de arañas de estrato rasante en transectos borde-interior de un bosque del piedemonte cordillerano (Medina, Cundinamarca) Colombia

Spider's diversity of low stratum in interior-edge transects from a forest of cordilleran piedmont (Medina, Cundinamarca) Colombia

CAMILO CORTÉS C.¹, GIOVANNY FAGUA G.²

Revista Colombiana de Entomología 29 (2): 113-120 (2003)

Resumen. Se estudió la diversidad de arañas de estrato rasante en un bosque subtropical del piedemonte de la cordillera oriental, en la vereda de Toquiza, en jurisdicción del municipio de Medina, Cundinamarca. El objetivo fue describir la diversidad, distribución y composición de la comunidad de arañas de estrato rasante en transectos borde-interior de un bosque subtropical. Para esto se realizaron capturas mediante colecta manual, trampas pitfall y trampas Winkler en 6 transectos borde-interior, a lo largo de los cuales se realizaron colectas a distancias definidas del borde. Se colectaron 409 individuos, pertenecientes a 86 morfoespecies, 31 familias y 2 subórdenes. Mediante los estimadores Chao1 y Michaelis-Menten (MMmean) se estimó que el número esperado de especies osciló entre 100 y 120, correspondientes al 84,21 y 73,11% de lo observado, por lo que se determinó que el muestreo fue eficaz. El método más efectivo de captura fue el de las trampas pitfall. Las familias más abundantes fueron: Zodariidae, Ctenidae, Araneidae, Heteropodidae, Salticidae, Pholcidae y Liocranidae. Araneidae presentó el número mayor de morfoespecies (15); las restantes presentaron números comparativamente bajos. El pastizal y el interior del bosque evaluados muestran diferencias significativas en cuanto a la distribución de individuos dentro de las estaciones; la mayoría de las especies registradas se encontraron en el interior del bosque. Zodariidae, Ctenidae, Araneidae y Salticidae presentaron tendencia a la doble-distribución (en interior del bosque y pastizal). Los Números de Hill, en el bosque evaluado, muestran un aumento en la diversidad de arañas en las estaciones internas, aunque los 30 metros externos no mantienen esa tendencia. Lo anterior puede estar asociado a una influencia menor de los factores que definen el efecto de borde; en consecuencia, se evidencia un efecto de borde muy marcado y una disminución de la diversidad de arañas en las estaciones externas correspondientes al borde y a los 60 metros externos del transecto.

Palabras clave: Efecto de borde. Araneae. Riqueza. Distribución. Comunidades.

Summary. The spider diversity in the forest understory was studied from a premontane forest of the basal slope on the cordillera oriental, in Toquiza's region, Medina's county, Cundinamarca. The main purpose was to describe the diversity, distribution and composition of spider communities on the remaining layer in interior-edge fragments from a premontane forest. We collected specimens using different methods at defined distances from the edge. The results showed a total 409 specimens, 86 morph species and 31 families included in two suborders. The estimators Chao1 and Michaelis-Menten showed that the number of species ranged between 100 and 120. These species correspond to 84,21% and the 73,11% of the total observed, from which we concluded that the sampling was effective. The most effective method of capture was the pitfall traps. The most abundant families were Zodariidae, Ctenidae, Araneidae, Heteropodidae, Salticidae, Pholcidae and Liocranidae. Araneidae showed the highest number of morph species (15); the others showed values comparatively low. The open area and the forest interior evaluated showed significant differences in the distribution of individuals within stations; most of the species were found in the forest interior. Zodariidae, Ctenidae, Araneidae and Salticidae showed one tendency to the double-distribution (in both forest interior and open areas). The Hill's Numbers in the evaluated forest showed an increase in the spiders diversity within the interior stations, although the area outside the forest (a 30 meters fragment) did not have that tendency. This could be associated with the minor influence of the factors that define the edge effect; consequently, our study shows a remarkable edge effect and a reduction of the spider diversity in the external stations located on the edge and the 60 external meters from the transect.

Key words: Edge effect. Araneae. Richness. Distribution. Communities.

Introducción

La diversidad biológica, una propiedad de los sistemas vivos, está reducida hoy por acciones humanas que transforman sus paisajes y sus hábitats. En Colombia, esta reducción de la diversidad

ha llegado a límites sin precedentes, conllevando a la deforestación y reducción de los bosques andinos y a la destrucción de los ecosistemas naturales (Andrade 1993) generada por la expansión humana. Como consecuencia de la presión antrópica que se ejerce en los bosques

andinos, los paisajes resultantes que se mantienen están fragmentados, razón por la cual han perdido su continuidad original y han generado los llamados efectos de borde (Murcia *et al.* 1993; Murcia 1995); se entiende como borde a una transición abrupta o nula entre dos

1 Biólogo, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. E-mail: ccortes10@yahoo.com

2 Autor para correspondencia: Pontificia Universidad Javeriana, Carrera 7ª No 43-82, Bogotá, Colombia. E-mail: fagua@javeriana.edu.co

ecosistemas o unidades de paisaje (Murcia 1995).

Los efectos de borde pueden influir sobre el bosque, penetrar a diferentes distancias e incluir la introducción en éstos de especies generalistas, habituadas a las condiciones variables del exterior, generando bien sea la extinción local, el reemplazo o el desplazamiento de las especies de bosque, habituadas a las condiciones del interior mucho más homogéneas en cuanto al comportamiento de los factores físicos. Estas especies con excelentes capacidades de dispersión, capaces de invadir y colonizar hábitats disturbados, son atraídas a los bordes y pueden penetrar en el centro de hábitats naturales que están conectados con otros bordes que tienen introducción de líneas de claros o de áreas abiertas (Andrews 1990).

Algunas arañas se encuentran dentro del grupo de especies pioneras, otras son propias del interior del bosque (Gunnarsson 1990). Esta doble característica permite emplearlas como modelos para el estudio del efecto que ejerce la cercanía del borde sobre las características de la comunidad al penetrar hacia el interior del bosque (Merret 1978; Webb y Hopkins 1984). En este sentido, el objetivo del presente trabajo consistió en describir las variaciones en la comunidad de arañas de estrato rasante a lo largo de transectos borde-interior de un bosque subtropical, con el ánimo de observar cómo se comporta la comunidad durante esta transición.

Las arañas pertenecen a la Clase Arachnida, que se encuentra dentro del Phylum Arthropoda, catalogado como el grupo

más diverso y abundante de los ecosistemas terrestres (Erwin 1991; Kremen *et al.* 1993). Las arañas de estrato rasante al igual que las tejedoras, cumplen un papel ecológico muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que se encargan de regular las poblaciones de insectos e incluso alimentarse de pequeños vertebrados (Wise 1993; Flórez 1996).

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en la vereda de Toquiza, ubicada en la vertiente oriental de la cordillera oriental a los 4° 30' 26" N y 0° 44' 14" E, en jurisdicción del municipio de Medina, departamento de Cundinamarca, Colombia (Fig. 1). El sitio de estudio está ubicado en un gradiente altitudinal que va desde los 1.000 a los 1.200 msnm. El bosque evaluado pertenece al bioma higrofitico bosque pluvial subtropical (bp-ST) (Holdridge 1967; Igac 1977).

La vereda de Toquiza presenta un relieve escarpado y ondulado, formado por colinas y las vegas de los ríos Gazanore y Gazaunta, cuyas pendientes oscilan entre el 35 y el 50%. Presenta una cobertura bastante diversa que incluye bosques intervenidos (de los cuales se extrae madera de forma continua) y bosques poco intervenidos.

La zona de investigación presenta tres estratos de vegetación: un estrato arbóreo, uno arbustivo y uno rasante o herbáceo (observación en campo). En el estrato arbóreo predominan plantas de los géneros y especies: *Alchornia* sp. (escobo),

Persea coerulea (aguacatillo), *Cupania* sp. (tostao), *Cecropia* sp. (yarumo), *Ochroma lagopus* (balso), *Inga edulis* (guamo santafereño), *Erythrina glauca* (cámbulo), *Inga densiflora* (guamo machete), *Loasa* sp. (pringamosa), *Calliandra* sp. (carbenero), *Clusia* sp. (chagualo), *Warscewiczia ciccinea* (barba de gallo), *Tabebuia chrysantha* (guayacán rosado), *Ficus* sp. (caucho), *Guadua angustifolia* (guadua), *Cynerium sagittatum* (cañaflacha) y *Cedrela* sp. (cedro). El estrato arbustivo está constituido por las siguientes especies: *Rapanea* sp. (chagualo), *Juglans* sp. (nogal), *Weinmania* sp. (encenillo) y *Abatia verbascifolia* (duraznillo) (Igac 1995), en tanto que el rasante o herbáceo mantiene a: *Begonia* spp., *Psychotria* spp., *Palicourea* spp., *Calathea* spp., *Heliconia* spp., *Peperomia* sp., *Piper* spp., *Anthurium* spp., *Xanthosoma* sp., *Asplundia* sp., *Cyperus* spp., entre otros.

La investigación se desarrolló en tres fases (Fig. 2): La primera, fase preliminar, tuvo una salida con duración de ocho días, en ella se seleccionaron y se ubicaron las zonas de muestreo y se establecieron los transectos. En la segunda, fase de campo, se realizaron 3 colectas con salidas mensuales de 20 días en agosto de 1999 y enero - febrero y junio - julio de 2002, con una intensidad horaria comprendida entre las 7 y las 17:30 h. La tercera, fase de laboratorio, se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, donde se procedió a la preservación de las arañas coleccionadas en campo, a su determinación taxonómica y por último a su separación por morfoespecies y a su posterior incorpora-

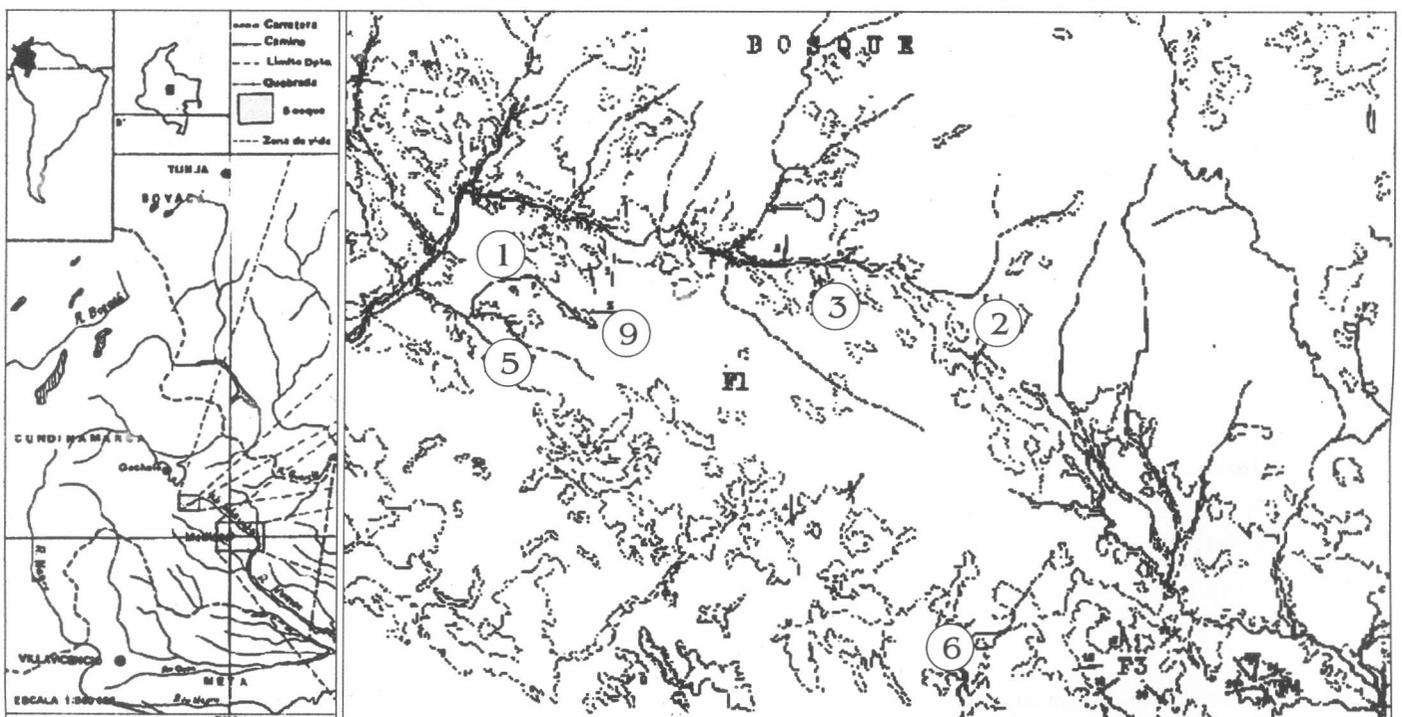


Figura 1. Área de estudio donde se realizó la investigación.

ción en la base de datos. Finalmente, se analizaron los datos y se catalogaron los ejemplares en la colección de arácnidos e insectos del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana (MUJ) en Bogotá.

Durante la fase preliminar se conoció la zona en general, se seleccionaron rutas de acceso a las zonas de muestreo ubicadas en las veredas de Toquiza y San Antonio. Se establecieron los transectos de cada una de las zonas de muestreo y se realizó un premuestreo para discriminar familias preliminares de arañas presentes en la zona. Se determinó 0,1 ha como unidad física de muestreo. Se utilizaron dos métodos de captura: un método directo y uno indirecto. El método de captura directo consistió en la colecta manual de cada uno de los individuos y los métodos de captura indirecta en las trampas pitfall y la recolección de hojarasca y su procesamiento mediante el método Winkler.

En la fase de muestreo se demarcaron seis transectos de 210 m perpendiculares al bosque. En cada uno de ellos se delimitaron ocho estaciones separadas cada 30 m. En cada estación se colocaron 11 trampas de caída tipo pitfall, una cada 10 m (Fig. 3), por un intervalo de dos días. Unido a esto se realizaron colectas manuales, teniendo en cuenta los datos respectivos como sustrato, altitud y la zona donde se colectó el ejemplar. En cada estación se colectaron, al azar, porciones de hojarasca mediante el uso de un cernidor, y luego se depositaron en las trampas selectivas tipo Winkler. Estas trampas se dejaron instaladas por dos días y el contenido se vertía posteriormente en frascos plásticos para muestras de orina de tamaño estándar conteniendo alcohol al 70%. Cada frasco se rotuló con una etiqueta que contenía los siguientes datos: zona de colecta, el respectivo transecto y número de estación donde se había recolectado la hojarasca.

Las colectas manuales se realizaron mediante el uso de pinzas largas y pequeñas, teniendo cuidado de no dañar el ejemplar capturado. Se anotaron los datos del lugar exacto donde se había colectado el ejemplar y posteriormente, los ejemplares se depositaron en frascos plásticos para muestras de orina de tamaño estándar con una etiqueta que reseñaba la zona, el transecto, el sustrato y la estación donde se colectó.

Durante la fase de laboratorio, las arañas colectadas se separaron y se preservaron; posteriormente, se depositaron en frascos de vidrio con alcohol al 70%. En estos frascos se colocaron dos etiquetas con datos de colecta. Se realizó la separación de las morfoespecies, se determinaron taxonómicamente los ejemplares hasta familia, mediante las claves dicotómicas de Flórez (1996), Kaston (1978), Dipenaar-Schoeman y Jocqué (1997), Raven (1985) y los que se podían hasta el nivel de género o especie, mediante las claves de Levi (1976).

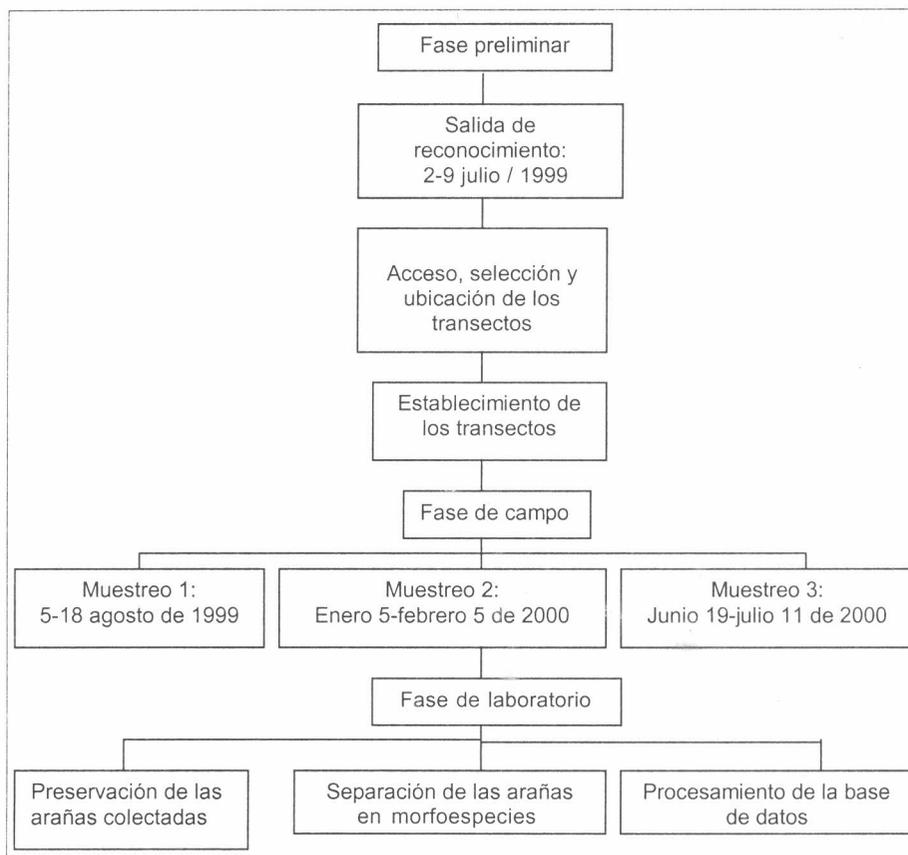


Figura 2. Esquema de las actividades realizadas en este estudio.

Finalmente la información fue pasada a la base de datos.

Resultados

Se colectaron 409 arañas de estrato raso durante la fase de muestreo. Se identificaron 86 morfoespecies pertenecientes a 31 familias y dos subórdenes. Contemplando todas las capturas en conjunto, las familias más abundantes fueron Zodariidae, Ctenidae, Araneidae, Heteropodidae, Salticidae, Pholcidae y Liocranidae con abundancias entre 53 y 24 individuos (Fig. 4, abundancias respecto

de los 409 individuos capturados), el resto de familias presentaron valores menores. Las familias más ricas (asumiendo a las morfoespecies como equivalentes a especies) fueron Araneidae con 15 morfoespecies; Ctenidae, Salticidae y Zodariidae con 6 morfoespecies (Fig. 5), las restantes presentaron menos de 6 morfoespecies.

Las morfoespecies con mayor número de capturas en el área de estudio fueron Zodariidae M1, Araneidae M5, *Pamphobeteus* sp. 2 (Theraphosidae), Pholcidae M3, Oonopidae M1, Ctenidae M2 y Hetero-

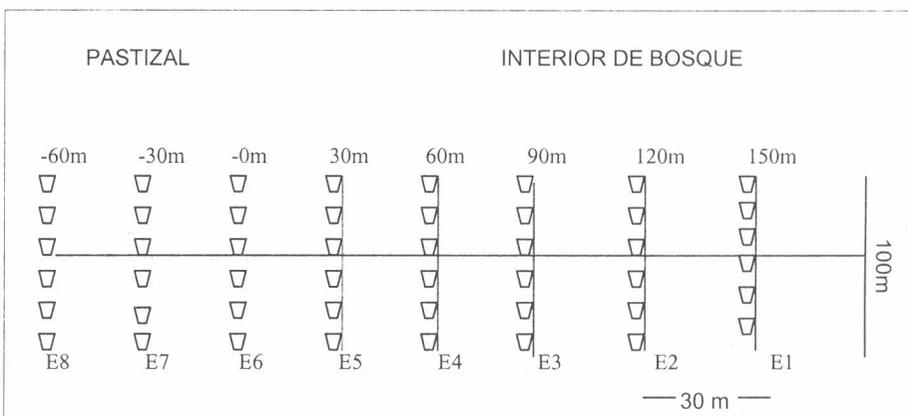


Figura 3. Disposición de los transectos borde interior.

podidae M2, con valores de abundancia relativa entre el 5,12 y 3,17% (Fig. 6), las restantes especies presentaron valores inferiores.

Las familias que se capturaron más con el uso de las trampas de caída tipo pitfall fueron Araneidae, Zodariidae, Theraphosidae, Salticidae, Liocranidae y Ctenidae (Fig. 7). La captura mayor de la familia Araneidae se observó en la estación 3 de interior, correspondiente a los 90 m. En cuanto a la familia Zodariidae, este método fue muy efectivo, ya que se capturaron ejemplares en todo el interior del bosque. Para la familia Theraphosidae, la captura mayor se registró en la estación 5 (60 m); al igual que en la familia Zodariidae, las capturas por trampas de caída para Salticidae, Liocranidae y Ctenidae, fueron altas y se observaron en todo el interior del bosque (Fig. 7) y en las áreas abiertas (Fig. 8).

Las familias más representativas mediante la utilización de las trampas Winkler en el interior del bosque fueron Zodariidae, Oonopidae y Hahniidae. Este método mostró alta efectividad en el interior del bosque para la familia Zodariidae y Oonopidae. En la familia Hahniidae, se vio una distribución de abundancias en casi todo el interior del bosque. En la familia Heteropodidae se observó que el método sólo fue efectivo en las estaciones 2 y 3 correspondientes a los 120 m y 90 m, respectivamente (Fig. 9) y en los pastizales (Fig. 10).

La distribución de arañas de estrato rasante en los hábitats evaluados (interior de bosque y pastizal) se comparó con el coeficiente de disimilitud de Bray-Curtis que está basado en matrices de abundancias como también mediante el coeficiente de similitud de Dice, el cual está basado en matrices de presencia-ausencia.

Aplicando el coeficiente de disimilitud de Bray-Curtis, los resultados muestran altas diferencias entre las estaciones evaluadas y los hábitats a los que están asociadas (pastizal y bosque), observándose una disimilitud del 69% (Bray-Curtis = 0.69) para la comunidad de arañas de estrato rasante encontradas para los dos hábitats anteriormente mencionados (Fig. 11). Con el uso del coeficiente de asociación de Dice, los resultados indican qué tan asociados están los hábitats evaluados, observándose una asociación del 39% (Dice = 0.39) para la comunidad de arañas de estrato rasante para los dos hábitats evaluados (Fig. 12), lo cual confirma el nivel de asociación muy bajo entre estaciones que puede inferirse como nulo.

Pese a la baja asociación observada, se destaca la relación considerablemente mayor entre las estaciones de interior, lo que indica que la composición de las arañas de estrato rasante es más estable en el interior del bosque. En cuanto al pastizal, se observa que no hay relación entre las estaciones aunque la estación 6 (0 m) y la 8 (-60m) forman una unidad claramente definida. La estación 7 (-30m) se muestra

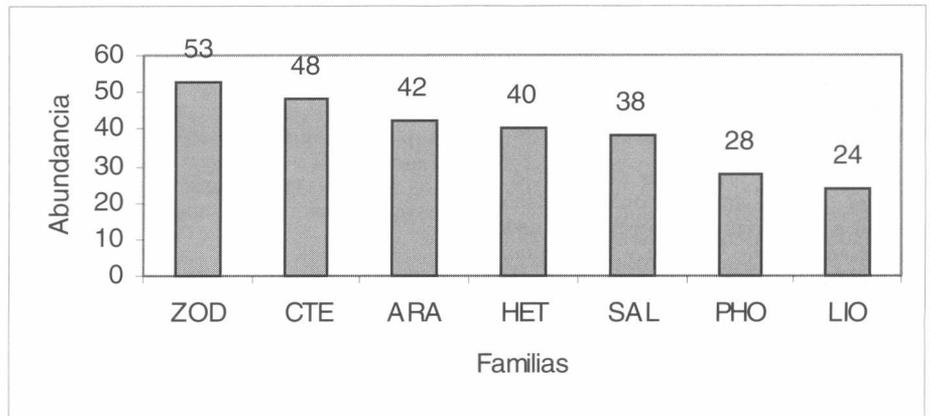


Figura 4. Familias más abundantes en el área de estudio. ZOD: Zodariidae, CTE: Ctenidae, ARA: Araneidae, HET: Heteropodidae, SAL: Salticidae, PHO: Pholcidae y LIO: Liocranidae.

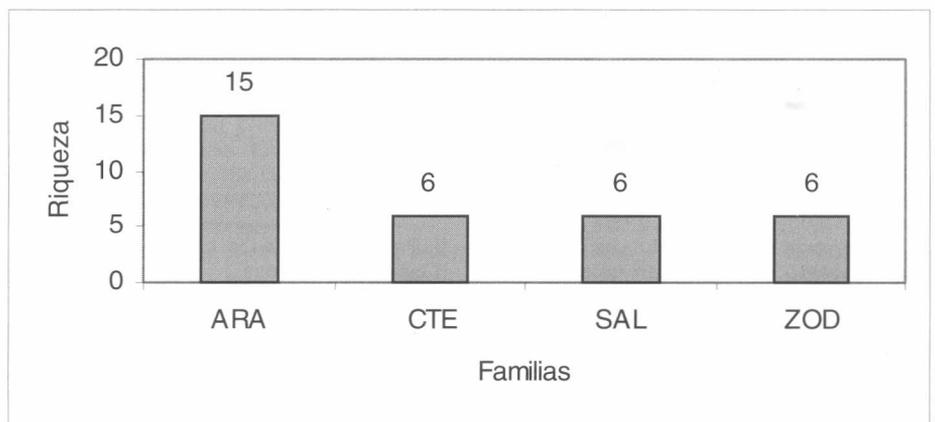


Figura 5. Familias más ricas que se registraron en el área de estudio. ARA: Araneidae, CTE: Ctenidae, SAL: Salticidae y ZOD: Zodariidae.

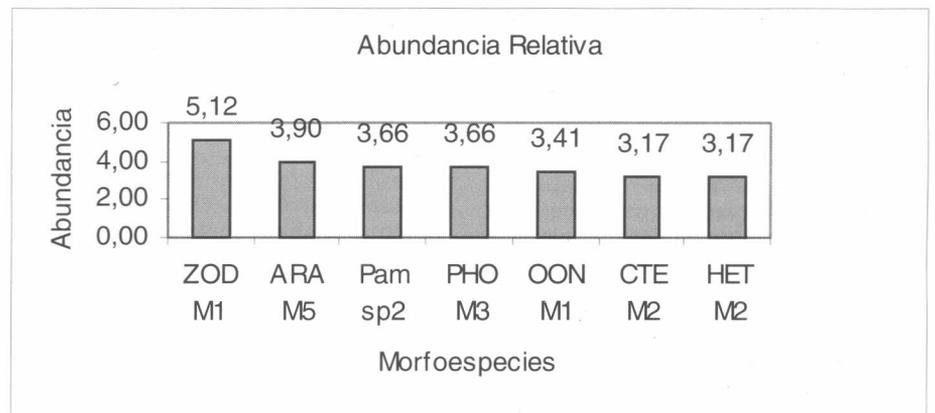


Figura 6. Grupo de morfoespecies más abundantes en los transectos evaluados. ZOD M1: Zodariidae M1, ARA M5: Araneidae M5, Pam sp2: *Pamphobeteus* sp. 2, PHO M3: Pholcidae M3, OON M1: Oonopidae M1, CTE M2: Ctenidae M2 y HET M2: Heteropodidae M2.

como una unidad independiente dentro de las estaciones del pastizal, lo cual podría asociarse a que esta estación sea de distribución especial para un grupo específico de arañas de estrato rasante que pueda establecerse allí.

La riqueza esperada de arañas de estrato rasante en el área de estudio se estimó

mediante el programa "EstimateS 5.01" (Colwell 1997) para el interior del bosque y el pastizal. Según este programa y confrontando con los resultados presentados, el número de morfoespecies observadas para todo el muestreo (Sobs: 86; incluyendo todo lo colectado en las estaciones) fue entre 84,21 y el 73,11% del esperado mediante los estimadores

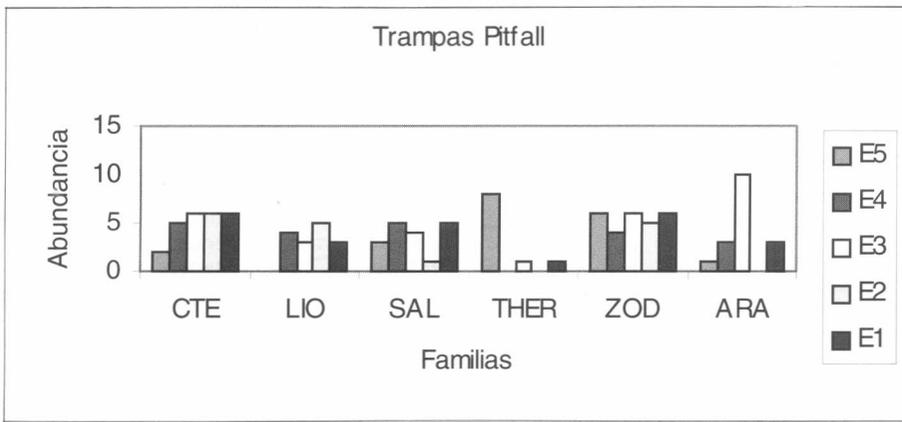


Figura 7. Grupo de familias que se registraron mediante la utilización de las trampas Pitfall en el interior del bosque. CTE: Ctenidae, LIO: Liocranidae, SAL: Salticidae, THER: Theraphosidae, ZOD: Zodariidae y ARA: Araneidae.

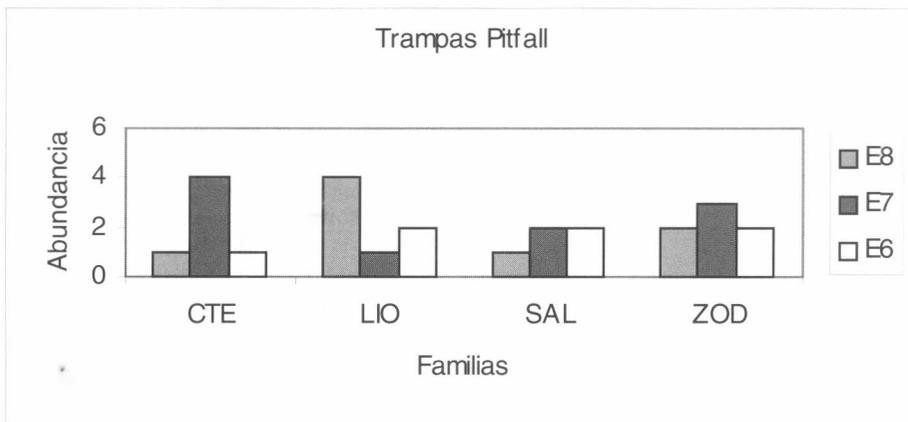


Figura 8. Grupo de familias que se registraron en los pastizales mediante la utilización de las trampas Pitfall. CTE: Ctenidae, LIO: Liocranidae, SAL: Salticidae y ZOD: Zodariidae.

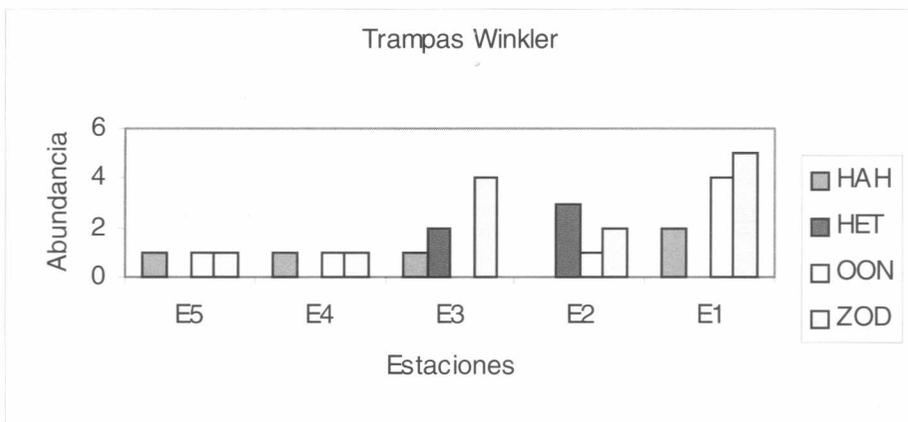


Figura 9. Grupo de familias más frecuentes que se registraron mediante la utilización de las trampas Winkler en el interior del bosque. HAH: Hahniidae, HET: Heteropodidae, OON: Oonopidae y ZOD: Zodariidae.

de Chao1 y Michaelis-Menten, respectivamente. Estos resultados indican que la efectividad del muestreo general fue buena. En cuanto al número de especies con un sólo individuo "singletones" fue de 22 y el número de especies con 2 individuos "doubletones" fue de 15 (Fig. 13). De acuerdo con este resultado, se consideró apropiado emplear índices de

diversidad como descriptores de la comunidad de arañas dado que la mayoría de las especies estaban representadas en la muestra.

Para cada distancia con respecto al borde, se estimó un valor de diversidad de arañas de estrato rasante relacionando los datos de riqueza y abundancia de las morfo-

especies presentes en el bosque. A partir de estos valores, se estimó el índice de diversidad expresado en los Números de Hill (Hill 1973) que muestran la relación entre el índice de Shannon y el índice de Simpson; así los Números de Hill reflejan aspectos diferentes de la diversidad de cada distancia (N_1 se refiere a las especies relativamente abundantes y N_2 se refiere a las especies dominantes). En la figura 14 se observa que la diversidad de arañas de estrato rasante expresada en N_1 , presentó dos picos de diversidad alta claramente definidos en la estación 7 del pastizal (-30 m) y en la estación 1 del interior del bosque (150 m). A partir de la estación 6 (0 m) y al ir ingresando al bosque se ve un aumento paulatino de la diversidad. La diversidad expresada en N_2 refleja tres picos de dominancia claramente definidos en los 30 m externos y los 60 y los 120 m del interior del bosque.

Discusión

Se puede asociar la abundancia y riqueza de arañas de estrato rasante de las familias Zodariidae y Liocranidae con la buena disponibilidad de lugares adecuados para la instalación de sus madrigueras en los sitios de estudio, tales como la hojarasca o bajo piedras, ambos abundantes de acuerdo con las observaciones de campo. Con respecto a Pholcidae, a pesar de que esta familia es tejedora, en campo ubica sus telas en cavernas que están al mismo nivel del estrato rasante, lo cual se corrobora porque en el bosque evaluado se observan desniveles que se intercalan entre el piso de hojarasca y el estrato donde empiezan a crecer las raíces grandes y sólidas de los árboles, lo cual concuerda con resultados similares obtenidos por Silva y Coddington en varios hábitats estudiados en Pakitsa, Perú (1996). También se puede atribuir a las diferencias entre la vegetación arbórea y arbustiva presente en el bosque evaluado, la cual puede albergar un número potencial de microhábitats y de especies bioindicadoras, razón que se aplica en esta investigación dado que el efecto de borde presente en esta zona es bastante marcado. Este hecho también coincide con las apreciaciones de Fowler y Venticinque (1995), quienes detectan abundancias de arañas errantes y tejedoras asociadas al suelo y capturadas mediante trampas pitfall en cuatro hábitats: bosque costero de tierras bajas, el suelo, el bosque atlántico y una plantación.

De Araneidae, por su hábito orbitelar, y Salticidae, por asociarse más con el follaje de herbáceas, no se esperaba una frecuencia alta en el estrato de estudio, ya que la distribución de Salticidae va desde el suelo hasta el dosel (Foelix 1996; Preston-Mafham y Preston-Mafham 1999) como también el no usar telas para la captura de sus presas y moverse entre el estrato rasante o herbáceo buscando a sus presas, lo cual concuerda con lo encontrado en Pakitsa, Perú por Silva y Coddington

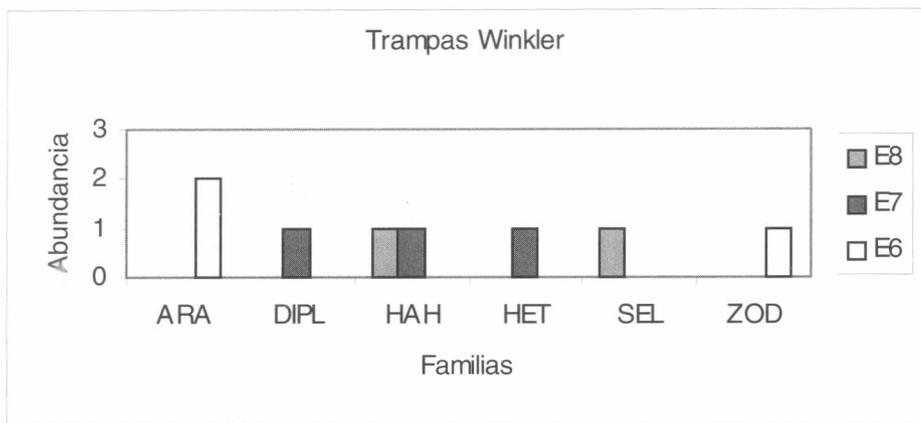


Figura 10. Grupo de familias registradas mediante la utilización de las trampas Winkler en los pastizales. ARA: Araneidae, DIPL: Dipluridae, HAH: Hahniidae, HET: Heteropodidae, SEL: Selenopidae y ZOD: Zodariidae.

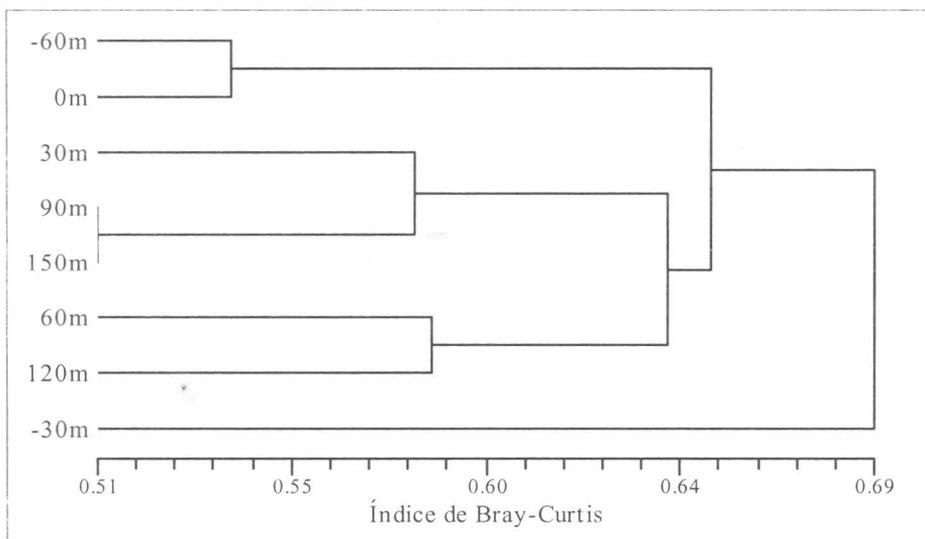


Figura 11. Coeficiente de Bray-Curtis para cada uno de los hábitats evaluados. -60 m: Estación 8, 0 m: Estación 6, 30 m: Estación 5 (Interior de bosque), 90 m: Estación 3 (Interior de bosque), 150 m, 60 m, 120 m: Estaciones 1, 4 y 2 (Interior de Bosque) y -30 m: Estación 7 (pastizales).

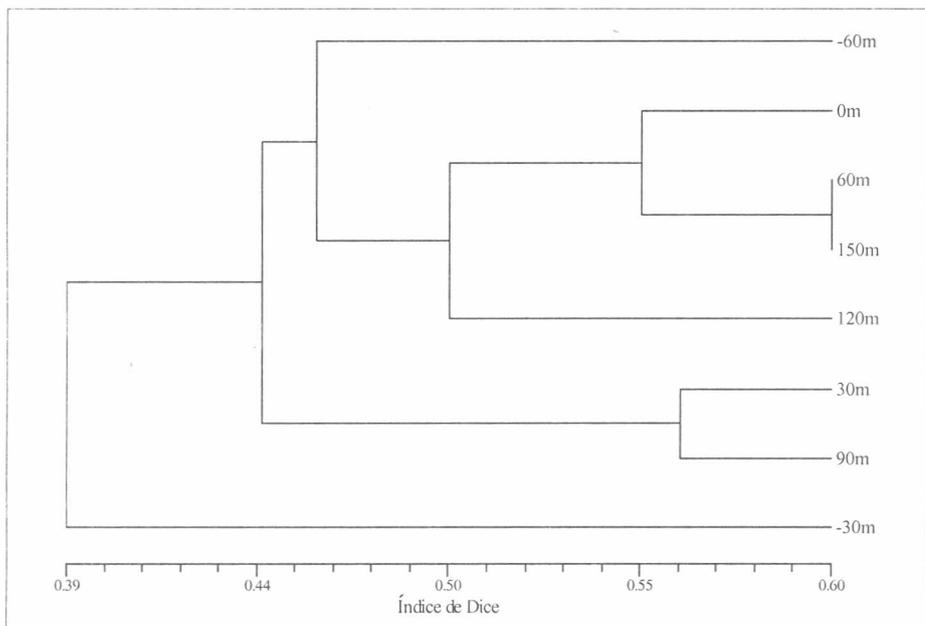


Figura 12. Coeficiente de Dice para cada uno de los hábitats evaluados.

(1996). Con respecto a Araneidae hay que anotar que probablemente los machos en sus primeras incursiones en el hábitat boscoso, cazan y acechan sobre el follaje y la vegetación rasante herbácea del bosque, lo cual posiblemente establecería una relación entre la complejidad estructural de la hojarasca y las abundancias de arañas tejedoras, ya que las hojas secas presentes en la hojarasca fomentan la presencia de telarañas y la abundancia de presas potenciales (principalmente insectos, *sensu* Uetz 1979) lo cual concuerda con la información presentada por Bultman (1981) y Bultman y Uetz (1982).

La familia Ctenidae, junto con las familias anteriormente mencionadas, está presente en la hojarasca confirmando lo señalado por Levi y Levi (1993). Heteropodidae suele encontrarse en la hojarasca y en los cultivos de plátano o platanales (Levi y Levi 1993), cultivos que están presentes en el área de estudio, además de que otras zingiberales, como las *Heliconia* spp., fueron de las herbáceas más frecuentes en el área de investigación. Hay que anotar que el hábitat de hojarasca puede favorecer o afectar a estas familias de arañas por el suplemento de presas, reducción en las fluctuaciones microclimáticas, mantenimiento de la humedad como también la introducción de sustrato heterogéneo (hábitat modificado antrópicamente) y el aumento de espacio intersticial que existe entre la hojarasca, de acuerdo con las observaciones hechas por Uetz (1975, 1979), Bultman y Uetz (1982) y Pelletier *et al.* (1998). También la heterogeneidad espacial en la hojarasca (Hatley y Macmahon 1980), puede influenciar la abundancia relativa de poblaciones de arañas por el incremento en las interacciones depredadoras que se presentan intra e interespecíficamente (Breymer 1966; Edgar 1969; Bultman *et al.* 1982). Entre otros factores, la estructura física de la hojarasca juega un papel muy importante en la distribución y diversidad de estas familias de arañas, en el éxito reproductivo, actividad de forrajeo y presencia de depredadores (LaSalle y De La Cruz 1985; Brady *et al.* 1991).

Con base en los resultados obtenidos mediante el índice de Bray-Curtis, se corrobora la separación de las unidades del interior del bosque claramente diferenciadas de las estaciones del pastizal. Hay que resaltar que la estación 7 (-30m) se separa como unidad independiente de las estaciones 8 (-60 m) y 6 (0 m), con las que en teoría puede asociarse. Esta estación posiblemente se comporta como una unidad de distribución especial, que marca la transición abrupta entre microhábitats típicos de zonas abiertas, donde probablemente se dé una migración de las especies de arañas de estrato rasante entre este ambiente para llegar al interior del bosque.

Las 86 morfoespecies de arañas de estrato rasante registradas en el piedemonte cordillerano oriental constituyeron el

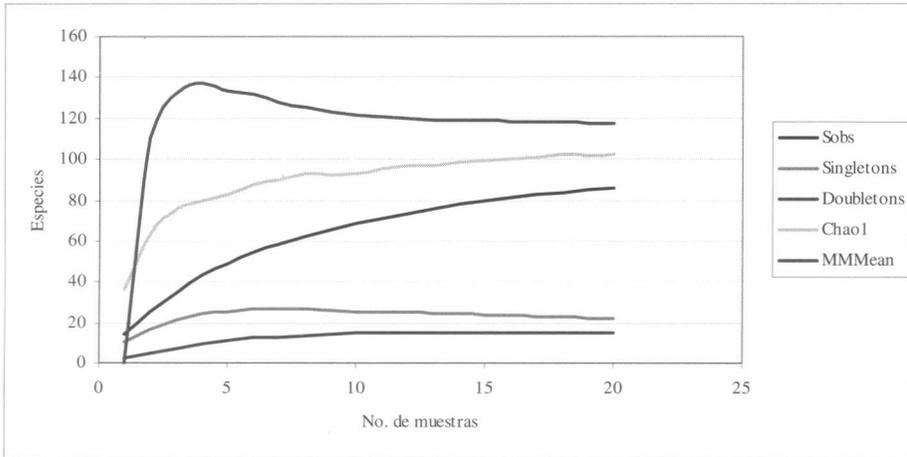


Figura 13. Curva de riqueza para las especies observadas (Sobs = 86) durante la fase de campo. Con un total de 20 muestras, se espera un total de 94 especies con Chao1 y 120 especies con Michaelis-Menten (MMmean) en el piedemonte de la cordillera oriental en Toquiza, Cundinamarca.

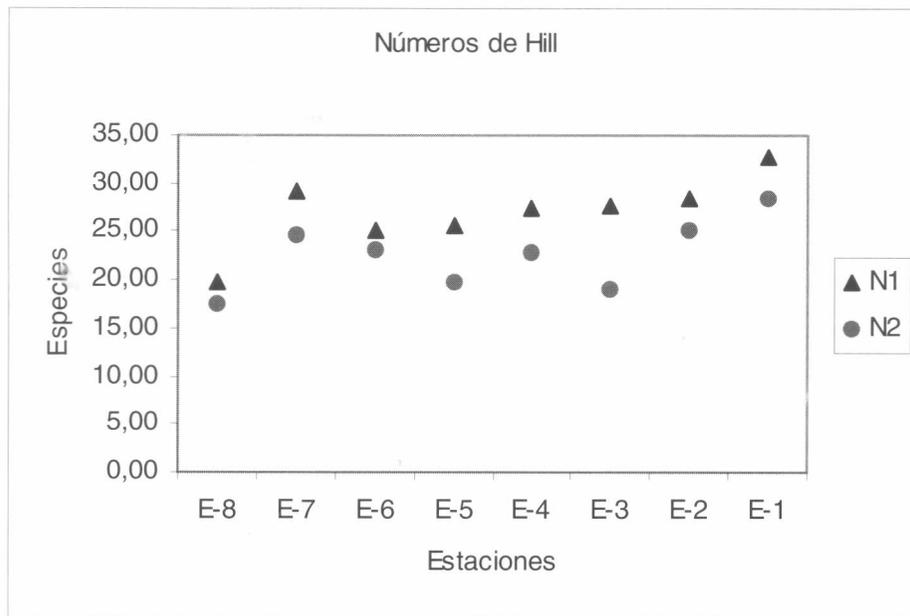


Figura 14. Variación de la diversidad de especies (expresada en los Números de Hill) para cada una de las distancias con respecto al borde de los hábitats evaluados.

84,21% de lo esperado para Chao1 y el 73,11% para Michaelis-Menten; es decir, se estiman entre 100 y 120 las morfoespecies para la zona de estudio, lo que corrobora la efectividad del muestreo realizado.

La diversidad de la comunidad de arañas de estrato rasante expresada en los Números de Hill (N_1 y N_2) presentó una tendencia a incrementarse hacia el interior del bosque para las dos variables, aunque fue más evidente para N_1 ; esto se podría asociar con una influencia creciente del efecto de borde al aproximarse hacia el borde, posiblemente determinado por el incremento drástico de las condiciones que imperan en estos ambientes (las variaciones en microclima, reducción en la disponibilidad de presas, de refugios en las

rocas, hojarasca o vegetación, e incremento de la exposición a depredadores). Hay que destacar que este comportamiento de la diversidad en la comunidad evaluada probablemente aumente con la complejidad estructural y la profundidad de la hojarasca, lo cual genera una gran cantidad de microhábitats estructurales posibles haciendo que más especies de arañas coexistan en ellos (Uetz 1975, 1979), como también los cambios en diversidad que ocurren con los incrementos en las variaciones entre hábitats de áreas abiertas o pastizales y el bosque; además posiblemente las arañas asociadas al estrato rasante puedan responder a los cambios verticales de muy fina escala en la estructura de la hojarasca, con lo cual se espera que se genere al mismo tiempo un incremento

en la riqueza y abundancia de las especies y en la profundidad de la hojarasca (Lowrie 1948; Huhta 1971; Anderson 1975, 1978).

Con la utilización de las trampas de caída, se encontraron cambios en la composición de especies, ya que se registraron familias como Zodariidae, Ctenidae, Salticidae, Araneidae, Liocranidae, Heteropodidae, Theraphosidae y Oonopidae. A diferencia de las trampas Winkler donde no se observaron cambios en cuanto a las abundancias, hay que anotar que éstas confirman y corroboran la efectividad de este método de captura según las pruebas hechas por Uetz y Unzicker (1976), en las cuales compararon la efectividad de muestreo de los cuadrantes y de las trampas de caída; ellos encontraron que los muestreos mediante las trampas de caída se correlacionan significativamente mientras que los de cuadrantes evidencian una relación no lineal con el número total de especies. Además, la técnica de los cuadrantes no muestra una fracción constante de especies, pero toma una fracción desproporcionadamente grande en diversas comunidades. Los datos que ellos presentan sugieren que las capturas que se hagan por el uso de trampas de caída, arrojan un estimado cercano al número total de especies en una comunidad, lo cual es de gran utilidad en estudios de diversidad de especies.

En cuanto a la utilización de las trampas Winkler, se observaron variaciones en la composición de las especies, información que corrobora su procedencia a partir de la hojarasca. Sus abundancias en el nivel de especies reflejaron un 26,92% total de lo colectado y observado, constituyéndose en un buen método de captura pero no el más efectivo, por lo cual se recomienda como un método complementario al de las trampas Pitfall.

Conclusiones

- Las familias más abundantes en el área de estudio fueron: Zodariidae, Ctenidae, Araneidae, Heteropodidae, Salticidae, Pholcidae y Liocranidae.
- El número mayor de morfoespecies se registró para la familia Araneidae.
- Las morfoespecies más abundantes que se registraron en la región fueron: Zodariidae M1, Araneidae M5, *Pamphobeteus* sp. 2 (Theraphosidae), Pholcidae M3, Oonopidae M1, Ctenidae M2 y Heteropodidae M2.
- La mayoría de las especies registradas se encuentran en el interior del bosque.
- Las familias más abundantes en el interior del bosque fueron: Zodariidae, Ctenidae, Araneidae y Salticidae, mientras que en las áreas abiertas fueron: Ctenidae, Liocranidae y Zodariidae.
- La mayor diversidad y distribución de especies de arañas de estrato rasante en el interior del bosque puede estar determinada por la mayor complejidad estructural del hábitat, disponibilidad de presas

y disponibilidad de sustratos en este hábitat.

- La riqueza de especies de arañas de estrato rasante, mediante los estimadores Chao1 y Michaelis-Menten (MMmean), osciló entre 100 y 120 especies, valores correspondientes al 84,21 y 73,11% de lo observado.

- El método de captura más efectivo fue el de las trampas pitfall.

- El pastizal y el interior del bosque evaluados muestran claras diferencias en cuanto a la distribución de individuos dentro de las estaciones.

Agradecimientos

A Eduardo Flórez Daza, Profesor del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, por sus enseñanzas en la taxonomía de los diferentes grupos de arañas. A Diego Tobar, investigador del Instituto Alexander von Humboldt, por su asesoría en el análisis estadístico de los datos. Al Fondo "José Celestino Mutis" de la FEN-Colombia, por el apoyo financiero a este trabajo.

Literatura citada

- ANDERSON, J. M. 1975. Succession, diversity and trophic relationship of some soil animals in decomposing leaf litter. *Journal of Animal Ecology* 44: 475-496.
- ANDERSON, J. M. 1978. Inter-and-intra habitat relationships between woodland cryptosigmatid species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats. *Oecologia (Berl)* 32: 341-348.
- ANDRADE, G. I. 1993. Biodiversidad y Conservación en Colombia. Nuestra Diversidad Biológica, Fundación Alejandro Ángel Escobar. Editorial Cerec. 296 p.
- ANDREWS, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: A review. *Australian Zoologist* 26: 130-141.
- BRADY, A. R.; BOSWORTH, W.; SANGSTER, W. 1991. A comparison of cursorial spiders associations in three Western Michigan Communities. *Michigan Academician* XXIV: 247-258.
- BREYMEYER, A. 1966. Relations between wandering spiders and other epigeic predatory arthropoda. *Ekological Polska* 14: 18-71.
- BULTMAN, T. L. 1981. The effect of litter structure on the abundance and community organization of forest floor arthropods. MS Thesis, University of Cincinnati, Ohio.
- BULTMAN, T. L.; UETZ, G. W. 1982. Abundance and community structure of forest floor spiders following litter manipulation. *Oecologia (Berl)* 55: 34-41.
- BULTMAN, T. L.; UETZ, G. W.; BRADY, A. R. 1982. A comparison of cursorial spiders communities along a successional gradient. *Journal of Arachnology* 10: 23-33.
- COLWELL, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5.0. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- DIPENAAR-SCHOEMAN, A. S.; JOCQUÉ, R. 1997. African spiders: An identification manual plant protection research institute handbook No. 9. 200 p.
- EDGAR, W. D. 1969. Prey and predators of the wolf spider, *Lycosa lugubris*. *Journal of Zoology* 159: 405-411.
- ERWIN, T.L. 1991. Canopy arthropod biodiversity: A chronology of sampling techniques and results. *Revista Peruana de Entomología* 32: 71-77.
- FLÓREZ, E. 1996. Las Arañas del departamento del Valle del Cauca. Un manual introductorio a su diversidad y clasificación. INCIVA-COLCIENCIAS. 89 p.
- FOELIX, R. F. 1996. Biology of Spiders. Second Edition. Oxford University Press. Oxford. 360 p.
- FOWLER, H. G.; VENTICINQUE, E. M. 1995. Ground spider (Araneae) diversity in differing habitats in the Ilha do Cardoso State Park. *Naturalia (Sao Paulo)* 20: 75-81.
- GUNNARSON, B. 1990. Vegetation structure and the abundance and size distribution of spruce-living spiders. *Journal of Animal Ecology* 59: 743-752.
- HATLEY, C. L.; MACMAHON, J. A. 1980. Spider community organization: Seasonal variation and the role of vegetation architecture. *Environmental Entomology* 9: 632-639.
- HILL, M. O. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.
- HOLDRIDGE, L. R. 1967. Life zone ecology. Rev. Ed. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 300 p.
- HUHTA, V. 1971. Sucesión in the spider communities of the forest floor alter clear-cutting and prescribed burning. *Annual Zoologica Fennici* 8: 483-542.
- IGAC, 1977. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. IGAC, Bogotá. 200 p.
- IGAC. 1995. Suelos de Colombia: Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. IGAC, Bogotá. 60 p.
- KASTON, B. J. 1978. How to know the spiders. University of Chicago, Chicago press. 272 p.
- KREMEN, C.; COLWELL, R. K.; ERWIN, T. L.; MURPHY, D. D.; NOSS, R. F.; SANJAYAN, M. A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7: 796-808.
- LaSALLE, M. W.; DE LA CRUZ, A. A. 1985. Seasonal abundance and diversity of spiders in two intertidal marsh plant communities. *Estuaries* 8: 381-393.
- LEVI, H. W. 1976. The orb-weaver Genera *Verrucosa*, *Achanthepeira*, *Wagneriana*, *Acaecia*, *Wixia*, *Scoloderus* and *Alpaida*, North of Mexico (Araneae: Araneidae). *Bull. Mus. Comp. Zool.* 147: 351-391.
- LEVI, H. W.; LEVI, L. R. 1993. Arácnidos y otros artrópodos. Guías del Saber. Ed Trillas. 166 p.
- LOWRIE, D. C. 1948. The ecological succession of spiders of the Chicago area dunes. *Ecology* 29: 334-351.
- MERRETT, P. 1978. Spiders on dorset heathlands. Annual Report of the Institute of Terrestrial Ecology 8: 97-102.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *TREE (10)*: 58-62.
- MURCIA, C.; KATTAN, G.; ÁLVAREZ-LÓPEZ, H.; ARANGO, N.; GIRALDO, M. 1993. Patrones, procesos y mecanismos de extinción de especies en un bosque de niebla fragmentado. Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis", FEN. Colombia. 40 p.
- PELLETIER, M.; RIZZOLO, D. J.; HEIBER, C. S. 1998. Cursorial spiders on two forest habitat substrates. En: <http://users.ids.net/~proteus/Spiders.spiders.html>
- PRESTON-MAFHAM, R.; PRESTON-MAFHAM, K. 1999. Spiders of the world. Rod y Ken Preston-Mafham (eds.). New York.
- RAVEN, R. J. 1985. The Spider Infraorder Mygalomorphae (Araneae): Cladistics and Systematics. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 182: 1-180.
- SILVA, D.; CODDINGTON, J. A. 1996. Spiders of Pakitsa (Madre de Dios, Perú): Species richness and notes on community structure. D. E. Wilson and A. Sandoval (Eds.). The biodiversity of Southeastern Perú. Smithsonian Institution.
- UETZ, G. W. 1975. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. *Environmental Entomology* 4: 719-724.
- UETZ, G. W. 1979. Influence of variation of litter habitats on spider communities. *Oecologia (Berl)* 22: 373-385.
- UETZ, G. W.; UNZICKER, J. D. 1976. pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *Journal of Arachnology* 3: 101-111.
- WEBB, N. R.; HOPKINS, P. J. 1984. Invertebrate diversity on fragmented *Calluna* heathland. *Journal of Applied Ecology* 21: 921-933.
- WISE, D. H. 1993. Spiders in Ecological Webs. *Studies in Ecology*. Cambridge University Press, N.Y. 280 p.

Recibido: May. 15/2002

Aceptado: Oct. 02/2002