

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADO

11 JUN 1998
AL DIRECTOR
C

DIVERSIDAD DE ESPECIES DE AUCHENORRHYNCHA (HOMOPTERA)
EN CAFETALES CON DIFERENTE TIPO DE SOMBRA,
EN TURRIALBA, COSTA RICA

POR

LILIANA ROJAS ALVAREZ



Turrialba, Costa Rica
1998

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA ESCUELA DE POSTGRADO

RECIBIDO

**DIVERSIDAD DE ESPECIES DE AUCHENORRHYNCHA
(HOMOPTERA) EN CAFETALES CON DIFERENTES TIPO DE
SOMBRA, EN TURRIALBA, COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado. Programa de Educación en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para el grado de

Magister Scientiae

Por

LILIANA ROJAS ALVAREZ

CATIE
TURRIALBA, COSTA RICA
DICIEMBRE, 1998.

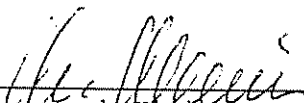
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Dirección de la Escuela de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:



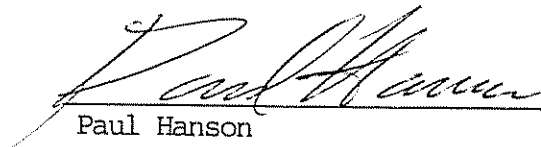
Luko Hilje
Profesor Consejero



Christoph Kreinn
Miembro Comité Asesor



Carolina Godoy
Miembro Comité Asesor



Paul Hanson
Miembro Comité Asesor

Gilberto Páez
Director y Decano de la Escuela de Postgrado



Liliana Rojas Alvarez
Candidato

DEDICATORIA

A MIS PADRES ROSENDO Y CELINA, QUE CON SUS BENDICIONES DESDE MI PAIS, HAN LLENADO MI VIDA DE GRANDES LOGROS.

A MI ESPOSO JAVIER, QUIEN ME BRINDO TODO SU APOYO PARA CONTINUAR CON MIS ESTUDIOS A QUIEN AMO CON TODO MI CORAZON..

A MIS HERMANOS ROSENDO, NERY, ACENETH, HECTOR, HUBER, ÉSNEDA, GLORIA Y POR LA MEMORIA DE MI QUERIDO HERMANO ABRAHAM.

SOBRINOS

AMIGOS Y COMPAÑEROS DE ESTUDIO.

CLAUDIA, CARMEN, ROSAURA, MIRZA, ANA. M, JUDITH, JESUS, DARIO, LUIS Y ESPOSA, FERNANDO, TANGAXHUAN, ALEJANDRO M. Y DEMAS AMIGOS Y COMPAÑEROS.

AGRADECIMIENTOS

A Fundatrópicos y ODA por haber financiado mis estudios de Postgrado.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza por permitirme realizar mis estudios.

Al Dr. Luko Hilje por su valiosa colaboración y apoyo permanente para la ejecución y elaboración de este trabajo de investigación.

A la M. Sc Carolina Godoy por su linda amistad y su valiosa colaboración en la identificación de los insectos estudiados.

Al Dr. Paul Hanson por sus enseñanzas en entomología y apoyo en la planeación de este trabajo.

Al Dr Christoph Kleinn, por su apoyo en la intrpretación de los resultados.

A Johnny Perez Nuñez, por su valiosa colaboración en los análisis de los resultados.

A Dario Navarrette, esposa e hijos, por su permanente apoyo y valiosa amistad.

Al personal de entomología, por su amabilidad y colaboración en la ejecución del trabajo de investigación.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, por su disposición y amabilidad.

A mis amigos de la Escuela de Postgrado por su disposición y colaboración permanente.

A Guillermo Ramirez, por su colaboración en la ubicación del trabajo de investigación.

A los dueños y colaboradores de las fincas La Isabel, Pavones y Verberna, por prestarme los terrenos para realizar esta investigación.

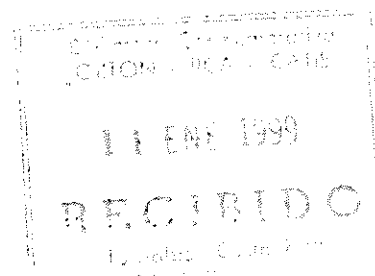
A Arnoldo Barrantes y su colaborador don Miguel, por su constante colaboración, en el trabajo de campo.

A la familia Bustamante, por haberme tratado como parte de su familia durante mi estadia en CATIE.

A Isabel Gutierrez y Viviana Sanchez por su valiosa amistad.

A mis amigos y compañeros de maestria, que hicieron de mi estadia en CATIE algo inolvidable.

INDICE



RESUMEN

SUMMARY

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ANEXOS

I. INTRODUCCION	1
1. OBJETIVOS	2
1.1. OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
1.2. HIPOTESIS	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Importancia socioeconómica del café	3
2.2. Los sistemas de café con sombra	3
2.3. Estabilidad del agroecosistema cafetero	4
2.4. Diversidad de la entomofauna en los cafetales	6
2.5. Efecto de la eliminación de la sombra sobre la entomofauna	8
2.6. Biología y ecología en Auchenorrhyncha	10
2.6.1. Generalidades	10
2.6.2. Abundancia estacional	10
2.6.3. Hábitos alimentarios	11
2.6.4. Desarrollo y hábitos de oviposición	13
2.6.5. Agregación y mutualismo	14
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. Localidad	17
3.2. Parcelas	17
3.3. Muestreo	18
3.4. Análisis	19

IV. RESULTADOS	21
4.1. Composición de especies	21
4.2. Diversidad de especies	26
4.3. Similitud de especies	30
V. DISCUSION	43
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	56
VIII. LITERATURA CITADA	57
IX. ANEXOS	63

ROJAS A., L. 1998. Diversidad de especies de Auchenorrhyncha, (Homoptera) en cafetales con diferentes tipos de sombra, en Turrialba, Costa Rica.

Palabras claves: Café, Sombra, Diversidad, Homoptera, Auchenorrhyncha, Costa Rica.

RESUMEN

Entre los sistemas agroforestales predominantes en Mesoamérica y el Caribe, se destaca el café (*Coffea arabica* L.). Los árboles de sombra que lo acompañan cumplen funciones importantes en dichos agroecosistemas, como la incorporación de materia orgánica, la fijación de nitrógeno, la circulación de nutrimentos y la disminución de la erosión del suelo. En Costa Rica y otras regiones del mundo dichos agroecosistemas han mostrado gran estabilidad en las poblaciones de insectos herbívoros, pero se desconoce la importancia de la sombra en dicha estabilidad. Estudios recientes han demostrado que el componente arbóreo en esos agroecosistemas es factor importante en la alta diversidad de especies.

Por tanto, para valorar la importancia de la sombra en la diversidad de especies se eligió un grupo de homópteros (suborden Auchenorrhyncha) bien conocido taxonómicamente, del cual se estudiaron sus patrones de diversidad y similitud de especies en tres sistemas contrastantes: café sin sombra, café-poró y café-poró-laurel. Para ello se seleccionaron tres parcelas comerciales de cada tipo de sistema, en la región de Turrialba, Costa Rica. En cada una de ellas se efectuaron tres muestreos en cada componente (café, poró y laurel), se muestrearon 400 plantas y 20 de poró y laurel por parcela. En el laboratorio se separaron las especies y se contabilizaron el número de individuos por especie para posteriormente graficar las curvas de abundancia de especies y de rarefacción para cada sistema. Se calcularon varios índices de diversidad (Simpson, Shannon-Wiener, Margalef), dominancia (Simpson), equidad y similitud de especies (Sorensen, Jaccard, Simpson y Morisita) para cada sistema, componente y parcela; los datos de similitud se complementaron con un análisis de conglomerados.

En los tres tipos de sistemas el 58% de las especies y el 71% de los individuos perteneció a la familia Cicadellidae, la cual fue seguida en abundancia por Membracidae y Cercopidae. En cada sistema hubo una especie predominante: *Graphocephala* sp. 1 en café sin sombra, *Fusigonalia lativittata* en café-poró y *Hebralebra nicaraguensis* en café-poró-laurel; sin embargo, ellas estuvieron poco o nada representadas en los demás sistemas, componentes o parcelas; solamente *F. lativittata* predominó en el componente de café, independientemente del tipo de sistema.

Tanto la riqueza como la diversidad de especies de homópteros fueron mayores en el sistema de café-poró, mientras que no hubo tendencias claras al respecto para los sistemas de café sin sombra y café-poró-laurel, debido en parte al efecto específico de algunas localidades (parcelas). Sin embargo, el cultivo de café casi siempre mostró la mayor diversidad de especies, y sus valores se incrementaron en los sistemas mixtos. Los sistemas con mayor similitud de especies entre sí fueron el café-poró y el café-poró-laurel, pero la composición de especies por componente y por parcela (localidad) tuvo una alta variabilidad, dependiente en gran parte de la ubicación geográfica de las parcelas y de la fecha de muestreo.

ROJAS L., M. G. 1998. Diversidad de especies de Auchenorrhyncha (Homoptera) en cafetales con diferentes tipos de sombra, en Turrialba, Costa Rica.

Key words: Coffee, Shade, Diversity, Homoptera, Auchenorrhyncha, Costa Rica.

SUMMARY

Coffee plantations represent one of the most common agroforestry systems in Middle America and the Caribbean. Shade trees that are part of these systems play important functions, such as organic matter incorporation, nitrogen fixation, nutrient circulation, and the reduction of soil erosion. Stability in herbivorous insect numbers has been detected in agroecosystems from Costa Rica and other regions. However, the contribution of shade trees in this stability has not been assessed yet. Recent studies have shown that the tree component of these agroecosystems can harbor many insect species and reach high levels of species diversity.

A taxonomically well known homopteran group (Auchenorrhyncha) was chosen to assess the importance of shade trees in species diversity. Homopteran diversity and similarity patterns were studied in three contrasting systems, in Turrialba, Costa Rica: shade-less coffee, coffee-poró, and coffee-poró-laurel; poró is coral tree (*Erythrina* spp.) and laurel is cypre (*Cordia alliodora*). Three commercial farms, divided in four quadrats, were sampled for each type of system, on three dates. Sampling consisted of hitting 400 coffee plants and 20 poró or laurel trees with an aerial insect net, for each plot and date, according to the type of shade trees. In the laboratory, species were identified and the number of individual per species were recorded. Species-abundance and rarefaction curves were plotted for each system, and several diversity (Simpson, Shannon-Wiener, and Margalef), dominance (Simpson), species evenness and similarity indexes (Sorensen, Jaccard, Simpson, and Morisita) were calculated for each system, component and plot; in addition, similarity indexes were complemented with a cluster analysis.

For the three systems, 58% of the species and 71% of the individuals belonged to Cicadellidae, followed in abundance by Membracidae and Cercopidae. A particular species predominated in each system, as follows: *Graphocephala* sp. (shade-less coffee), *Fusigonalia lativittata* (coffee-poró), and *Hebralebra nicaraguensis* (coffee-poró-laurel). Except for *F. lativittata*, which was present in coffee, regardless of the system, the other species were barely or not represented at all in the other systems, components or plots.

Both homopteran species richness and diversity were higher in the coffee-poró system, and no clear trend was detected for the other two systems, partially due to the specific effect of some plots. However, species diversity was always higher in coffee, and its value increased in mixed systems, where species diversity in coffee was higher than on either poró or laurel. Species similarity was higher between coffee-poró and coffee-poró-laurel, but species composition by component and plot varied a lot, according to geographic location of each plots and sampling dates.

LISTA DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
1.	Número total de familias, especies e individuos de Homópteros hallados en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998	22
2.	Indices de diversidad, dominancia y equidad de especies de Homópteros, en los tres sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998	27
3.	Indices de diversidad, dominancia y equidad de especies de Homópteros, según las parcelas muestreadas en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998	28
4.	Indices de diversidad, dominancia y equidad de especies de Homópteros, según los componentes vegetales (café, poró, laurel), dentro de cada una de las parcelas muestreadas en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998	31
5.	Indices de similitud de especies de Homópteros en los tres tipos de sistemas. Turrialba, Costa Rica. 1998	32
6.	Indices de similitud de especies de Homópteros en las tres parcelas muestreadas en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998	33
7.	Indices de similitud de especies de Homópteros entre dos componentes (café y poró) dentro de cada parcela del sistema café- poró. Turrialba, Costa Rica. 1998	34
8.	Indices de similitud de especies de Homópteros entre dos componentes (café y poró) dentro de cada parcela del sistema café-poró. Turrialba, Costa Rica. 1998.	35
9.	Indices de similitud de especies de Homópteros, para cada componentes (café y poró) y entre ambos para las parcelas del sistema café-poró. Turrialba, Costa Rica. 1998	36

10. Indices de similitud de especies de Homópteros, para cada componentes (café y poró) y entre ambos para las parcelas del sistema café-poró. Turrialba, Costa Rica. 1998 36

11. Resumen de relaciones estadísticas para la abundancia de especies e individuos de homópteros (en anexo 3), según las parcelas y las mediciones. Turrialba, Costa Rica. 1998. 41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1.	Curvas de abundancia para el total de especies de Homópteros en los sistemas de café sin sombra (A), café-poró (B) y café-poró-laurel (C).	23
2.	Curvas de rarefacción para las especies de Homópteros en los sistemas de café sin sombra (A), café-poró (B) y café-poró-laurel (C). Turrialba, Costa Rica. 1998.	24
3.	Dendograma de similitud de especies de homópteros, utilizando el índice de Jaccard, por parcelas y componentes (café-poró-laurel), para los sistemas de café-poró (A) y café-poró-laurel (B). Turrialba, Costa Rica. 1998.	39
4.	Número promedio de especies (A) e individuos (B) de homópteros en los sistemas de café sin sombra (CS), café-poró (CP) y café-poró-laurel (CPL), en cada una de las tres mediciones (1,2,y 3), y dentro de cada parcela. Turrialba, Costa Rica. 1998.	42

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	TITULO	PAGINA
1.	Resumen acumulado de datos climaticos hasta 1996, estación CATIE, Turrialba, Costa Rica.	63
2.	Familias y especies encontradas en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998.	64
3.	Salidas de SAS para el análisis de los datos (diseño anidado con etapas divididas en el tiempo	67

I. INTRODUCCION

Entre los sistemas agroforestales predominantes en Mesoamérica y el Caribe, se destaca el café (*Coffea arabica* L.) (OTS-CATIE 1986). Los árboles de sombra que lo acompañan cumplen funciones importantes en este agroecosistema, como la incorporación de materia orgánica, la fijación de nitrógeno, la circulación de nutrimentos, y la disminución de la erosión del suelo (Beer *et al.* 1998).

En general, históricamente dicho agroecosistema ha mostrado gran estabilidad en las poblaciones de insectos herbívoros, en países como Costa Rica (Hilje *et al.* 1989), lo cual coincide con otras regiones del mundo (Le Pelley 1968). Es posible que dicha estabilidad se deba al papel regulatorio de los enemigos naturales de dichos herbívoros (Hanson 1991, Cerda *et al.* 1996), que impide que algunas plagas secundarias se conviertan en primarias.

Recientemente se ha demostrado que el componente arbóreo en el agroecosistema del café puede ser rico en diversidad de especies (Perfecto y Vandermeer 1994, Perfecto *et al.* 1996a, 1996b), pero no se ha evaluado su efecto en la estabilidad de las poblaciones de herbívoros, quizás al favorecer el mantenimiento de las poblaciones de enemigos naturales de dichas plagas secundarias. Esto amerita estudiarse, seleccionando grupos de insectos que sean abundantes y bien conocidos taxonómicamente, y que estén tanto en el café como en los árboles de sombra.

Por tanto, el presente trabajo tuvo como objetivos caracterizar la diversidad de especies de homópteros del suborden Auchenorrhyncha, presentes en café con y sin sombra, y además entender el papel de la sombra en la interacción y composición de homópteros en los sistemas estudiados.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del componente arbóreo sobre la diversidad de especies de homópteros del suborden Auchenorrhyncha, en plantaciones de café.

- Objetivos específicos

Comparar la diversidad y la similitud de especies de homópteros, tanto en plantaciones de café con y sin sombra, como en el componente arbóreo y el café *per se*.

1.2. Hipótesis

La diversidad de homópteros es tan alta en plantaciones de café con y sin sombra, como en el componente arbóreo y el café *per se*.

La composición de especies de homópteros en el componente arbóreo y en el café es muy similar.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia socioeconómica del café

En América Central, el café (*Coffea arabica* L.) ha sido un cultivo de gran importancia económica y social, históricamente, y así lo ilustra el caso de Costa Rica, donde por muchos años fue el principal producto de exportación, generador de divisas y prosperidad económica (Gutiérrez 1994).

En 1995-1996, se dedicaban a su cultivo 103.597 ha, y se alcanzó un 14% del valor bruto de la producción agropecuaria, con un valor de \$367.8 millones en las exportaciones, a pesar de la seria crisis con la reducción sustancial en los precios internacionales a inicios de este decenio (ICAFFE 1997). Además, esta actividad requiere gran cantidad de mano de obra en sus distintas etapas, como la cosecha, beneficiado y comercialización del grano, por lo que genera aproximadamente 17.819.528 jornales, lo cual significa un 4,87% de la fuerza de trabajo del país y, dentro del sector agropecuario, el 22,93% de dicha fuerza (ICAFFE 1997).

2.2. Los sistemas de café con sombra

En varios países de Africa, Asia, Oceanía y América, el café se siembra junto con árboles de sombra (Le Pelley 1968). En Costa Rica esta fue la norma, históricamente, pero desde el decenio de los 70 se ha promovido la idea de reducir la sombra, o eliminarla por completo (Fournier 1988).

Las plantaciones de café tradicional poseen varias capas de vegetación, conformadas por los arbustos de café en el sotobosque, plantas de musáceas y árboles frutales o maderables, por lo que su fisonomía se parece a la de un bosque natural (Perfecto *et al.* 1996a, Beer *et al.* 1998). Esta estructura agroforestal resulta en un sistema de producción bastante estable, que

evita la erosión del suelo, crea los regímenes de temperatura y humedad favorables, y garantiza la constante incorporación de materia orgánica al suelo (Perfecto *et al.* 1996a, Beer *et al.* 1998).

La composición de especies y la estructura florística de las plantaciones de café tradicional varían según el país, las zonas agroecológicas y los tipos de productores. Es común que se incluyan árboles fijadores de nitrógeno, como guabas (*Inga spp.*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y porós (*Erythrina spp.*), así como árboles frutales (cítricos y guayaba), plantas de musáceas y árboles maderables, de los cuales se pueden obtener madera para construcción, postes para cercas y leña (Rice y Ward 1996).

Por otra parte, recientemente se ha documentado que en Mesoamérica los árboles de sombra aportan beneficios para la conservación de la biodiversidad, al servir como hábitats temporales para muchas aves migratorias (Greenberg 1995, en Perfecto *et al.* 1996a). Además, algunos de estos árboles pueden contribuir, directa o indirectamente, al aumento de la diversidad de especies de varios grupos de insectos (Nestel *et al.* 1993, Perfecto y Snelling 1995, Perfecto y Vandermeer 1994, 1996, Perfecto *et al.* 1996a, 1996b). Perfecto *et al.* (1996b) registraron valores de riqueza de especies, por árbol individual, incluso tan altos como algunos de los hallados en bosques tropicales.

2.3. Estabilidad del agroecosistema cafetalero

La estabilidad de un sistema se refiere a su capacidad para recuperarse de perturbaciones, lo que en el campo de la ecología de poblaciones equivale a la ausencia de grandes fluctuaciones en el largo plazo (Krebs 1978).

Este tipo de estabilidad en las densidades poblacionales se ha observado en algunos insectos que afectan a monocultivos perennes, como el café. En estos agroecosistemas,

dichos insectos pueden mantener su continuidad generacional debido a la permanencia temporal del sistema, y casi todos tienen enemigos naturales que se mantienen allí, por sus condiciones estables y el suplemento constante de hospedantes (Le Pelley 1968). La estabilidad de algunos herbívoros, como el minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*), la cochinilla harinosa (*Planococcus citri*) y la escama del café (*Saissetia coffeae*), así como la de sus parasitoides, se refleja en las bajas poblaciones de ambos, dada su interdependencia, como se ha documentado en Costa Rica (Cerdeira *et al.* 1996). En algunos cafetales de Costa Rica se han hallado más de 80 especies de parasitoides (Hanson 1991)

Una evidencia indirecta de dicha estabilidad es la explosión poblacional de algunas plagas cuando este control natural se altera, debido a factores externos, como el empleo indebido de insecticidas y ciertos fenómenos naturales (Le Pelley 1968, DeBách 1974).

Por ejemplo, en una hacienda cafetalera en Turrialba, Costa Rica, en 1986-1987 hubo un brote severo de larvas de *Rothschildia orizaba* (Lepidoptera: Saturniidae), y su combate con insecticidas fue insuficiente para controlarlo. Sin embargo, con la instalación de jaulas de cedazo que contenían pupas de la mosca *Belvosia* prob. *nigrifons* (Tachinidae), que fueron recolectadas allí mismo, se solucionó el problema en apenas cuatro meses (Quezada y Rodríguez 1989), lo cual indica que las poblaciones de este regulador natural habían sido diezgadas, quizás por el uso de insecticidas.

Otro ejemplo, en el mismo país, es que entre 1963 y 1965 hubo fuertes erupciones del volcán Irazú, lo cual provocó el surgimiento de tres plagas casi desconocidas hasta entonces (el minador de la hoja, la cochinilla harinosa y el ácaro *Oligonychus yothersi*), las cuales causaron pérdidas superiores a \$ 13 millones (Hamilton 1967). Dichos brotes se explican porque dichos artrópodos tienen algún tipo de protección contra el efecto directo de la ceniza (ubicación en el parénquima foliar para el minador, cubierta cerosa para la cochinilla y tela de seda para el ácaro), mientras que sus enemigos naturales quedaban expuestos y resultaban muy afectados por el efecto abrasivo de la ceniza (Wille y Fuentes 1975).

2.4. Diversidad de la entomofauna en los cafetales

En el plano mundial, se ha documentado la presencia de representantes de los siguientes diez órdenes de insectos en cafetales: Collembola, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Saltatoria y Thysanoptera (Le Pelley 1968). Sin embargo, en América Central no se han efectuado inventarios amplios y profundos sobre las especies de insectos presentes en el agroecosistema cafetalero.

En dicha región, por razones de tipo práctico, se han enfatizando aquellas especies que actúan como plagas primarias o secundarias, entre las que destacan varias especies de Coleoptera, como la broca (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) y los jobotos (*Phyllophaga* spp., Scarabaeidae); una de Lepidoptera, el minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella*, Lyonetiidae); una de Diptera, la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Tephritidae); y varias de Homoptera, que incluyen a escamas (Coccidae) y cochínillas o piojos harinosos (Pseudococcidae) (Hanania 1989). En Costa Rica aún no está presente la broca y se considera como plagas secundarias o de importancia ocasional a *L. coffeella*, la escama del café (*Saissetia coffeae*), la cochinilla harinosa (*Planococcus citri*) y la cochinilla de la raíz (*Geococcus coffeae*) (ICAFE- MAG 1989).

No obstante, el agroecosistema cafetalero normalmente incluye árboles de sombra, cuya entomofauna es poco o nada conocida, como lo revela la escasez o ausencia de información pertinente en textos agroforestales (OTS-CATIE 1986) y reuniones técnicas (Beer *et al.* 1987, Westley y Powell 1993). Para las especies promovidas como sombra en cafetales en Costa Rica, como los porós (*Erythrina* spp.) y el laurel (*Cordia alliodora*), aunque existen inventarios preliminares (Hilje *et al.* 1991, Arguedas *et al.* 1997), se desconocen las interacciones de los insectos presentes en el componente arbóreo y en el cultivo *per se*, las cuales podrían incluso ser indeseables (Kettler 1995).

Un grupo que aparece tanto en algunos árboles como en el café, son los homópteros del suborden Auchenorrhyncha. Hilje *et al.* (1991) y Arguedas *et al.* (1997) hallaron en el laurel a, *Aethalion reticulatum* (Aethalionidae) y a *Macunolla ventralis* (Cicadellidae), y en

porós a, *Sibovia occatoria*, *Isogonalia sexlineata*, *Graphocephala versuta*, *Oncometopia* sp. a, *O. orbona*, *Scaphytopius frontalis* (Cicadellidae); *Thionia variegata* (Issidae); *Anthianthe expansa*, *Bolbonota insignis*, *Ceresa testacea*, *C. vitulus*, *minor*, *Enchenopa binotata*, *E. lanceolata*, *Membracis* sp. y *Spongophorus ballista* (Membracidae). Por su parte, en el café se ha hallado a *Aethalion* sp. (Aethalionidae); un Cercopidae; *Agallia* sp., *Agalliopsis* sp., *Coelidiana* sp., *Erythrorogonia* sp., *Fusigonalia* sp., *Graphocephala* sp., *Hecalapona* sp., *Homalodisca* sp., *Oncometopia* sp., *Scaphytopius* sp., *Sibovia* sp. (Cicadellidae); un Flatidae; y *Membracis* sp. (Membracidae) (M.Sc. Carolina Godoy 1997, INBio, com. pers.)

El hecho de que haya especies comunes entre ambos componentes del agroecosistema, y que en el café se encuentren parasitoides de algunos Cicadellidae (Hanson 1991), sugiere que podría haber interacciones positivas entre ambos, con el componente arbóreo actuando como un reservorio de parasitoides que afectan a varias especies de herbívoros dentro del agroecosistema total.

Esto podría ser importante desde el punto de vista práctico. Aunque se asume que los homópteros del suborden Auchenorrhyncha detectados en Costa Rica no causan daños de importancia económica, en el futuro podrían hacerlo. Por ejemplo, de las especies de homópteros de dicho suborden registrados mundialmente en el café, *Lawana candida* (Flatidae) ha causado daños serios en el cultivo, así como en *Erythrina* sp., en Asia (Le Pelley 1968). Otras especies son *Aethalion reticulatum* (Aethalionidae); *Clastoptera irrorata* y *Epicranion championi* (Cercopidae); *Macugonallia testudinaria*, *Sibovia occatoria*, *Joruma brevidens*, *Penthimia bella*, *Dilobopterus pardalinus*, *Caribovia coffeacola*, y *C. coffeaphila* (Cicadellidae); *Ugyops occidentalis* (Delphacidae); *Crytoflata unipunctata*, *Lawana candida*, *Petrusa epilepsis*, y *Siphanta acuta*, (Flatidae); *Colpoptera brunnea* y *Hemithiscia taeniatifrons* (Issidae); *Anthianthe expansa*, *Foliatrotus elephants*, *Hoplophorion pertusa*, y *Monobelus fasciatus* (Membracidae) (Le Pelley 1968).

Para el manejo de un agroecosistema cafetalero específico podría ser útil conocer la riqueza de especies de homópteros y sus parasitoides, así como su abundancia relativa, y sus relaciones funcionales. Los dos primeros aspectos se pueden evaluar determinando la diversidad de especies, pues ésta considera tanto la cantidad de especies presentes (riqueza), como a la cantidad de individuos por especie (equidad) (Krebs 1978). Para ello existen varios índices de diversidad, como los de Shannon-Wiener, Simpson y Brillouin (Krebs 1989).

Asimismo, la composición de especies de dos o más agroecosistemas puede ser comparada mediante índices de similitud, como los coeficientes de Jaccard, Sorensen, y Morisita y Horn (Krebs 1989). Otro criterio valioso es la estabilidad, que permite conocer la variación en abundancia poblacional a lo largo del tiempo, para lo cual existe un índice específico (Wolda 1983). Esta refleja las interacciones entre los herbívoros y sus enemigos naturales, expresadas, por ejemplo, en los niveles de parasitismo (McAuslane *et al.* 1993).

2.5. Efecto de la eliminación de la sombra sobre la entomofauna

Existe mucha controversia acerca de las ventajas y desventajas de la reducción o eliminación de la sombra en los cafetales (Fournier 1988). Las mayores ventajas son el aumento en la densidad de plantas de café y de la productividad del cultivo, mientras que las principal desventaja es la pérdida de nutrimentos, lo cual amenaza la sostenibilidad del sistema (Perfecto 1996). Además, se favorece el incremento en la cantidad de radiación solar y la temperatura, la reducción en la amortiguación de la velocidad del viento, el impacto directo de la lluvia y una disminución de la humedad relativa (Beer 1987).

Aunque abundan los argumentos sobre las desventajas agronómicas, ecofisiológicas e incluso fitopatológicas de dicha reducción (Fournier 1988, Perfecto *et al.* 1996a, Beer *et al.* 1998, Rice y Ward 1996), se desconoce el efecto de la sombra sobre la estabilidad del sistema, desde el punto de vista entomológico.

Por muchos años se consideró que la estabilidad de un sistema aumenta conforme lo hace su diversidad de especies, pero esta aseveración ha sido seriamente cuestionada, y actualmente se reconoce que son fenómenos que pueden o no estar interrelacionados (Krebs 1978). No obstante, en el caso del agroecosistema cafetalero, el conocimiento de los patrones de diversidad de especies de herbívoros y de sus parasitoides, así como de las relaciones funcionales entre ellos, podría contribuir a sugerir formas de aprovechar la sombra desde el punto de vista fitosanitario. Por lo tanto, en años recientes ha aumentado el interés por estudiar los patrones de diversidad de varios grupos de insectos asociados con el café (Benítez y Perfecto 1989, Nestel *et al.* 1993, Perfecto y Snelling 1995, Perfecto y Vandermeer 1994, 1996, Perfecto *et al.* 1996a, 1996b).

Por ejemplo, en plantaciones de café tradicional en Costa Rica, se han hallado más especies de hormigas de hábitos terrestres que en plantaciones sin sombra (Benítez y Perfecto 1989, Perfecto y Snelling 1995, Perfecto y Vandermeer 1994, 1996). Sin embargo, se desconoce si el mecanismo que explica este fenómeno es directo, como la eliminación de sitios para la construcción de nidos, o indirectos, como los cambios microclimáticos que favorecen a ciertas especies y les permiten dominar el área. Dicho patrón fue congruente con el observado en insectos que habitan los árboles de sombra y los arbustos de café (Perfecto *et al.* 1996a), pues hubo mayores números de especies de abejas, hormigas y otros himenopteros, para ambos componentes, en las plantaciones con mayor cantidad de sombra. Asimismo, lo fue con el detectado por Nestel *et al.* (1993) en Veracruz, México, al estudiar los coleópteros que viven sobre o dentro del suelo.

Estos resultados sugieren que con la producción de café bajo sombra, por contribuir en la conservación de la biodiversidad de aves migratorias, insectos y otros organismos (Perfecto *et al.* 1996b), se podrían derivar beneficios económicos importantes, como resultado de su venta a precios preferenciales entre cierto tipo de consumidores de los países desarrollados (Rice y Ward 1996).

2.6. Biología y ecología en Auchenorrhyncha

Generalidades. Los saltahojas (suborden Auchenorrhyncha, Homoptera) son un diverso y abundante componente de la entomofauna en zonas tropicales y templadas. Se divide en dos grupos, Cicadomorpha y Fulgoromorpha. En el primero, las principales familias son Cicadidae, Membracidae, Cercopidae y Cicadellidae, mientras que en el segundo lo son Fulgoridae, Derbidae, Achilidae, Delphacidae, Dictyopharidae, Tettigometridae, Cixiidae, Flatidae, Acanaloniidae, Issidae, Ricaniidae y Lophopidae (Borror y DeLong 1964, Dolling 1991). Una de las familias más grandes es Cicadellidae, con aproximadamente 15.000 especies descritas (Dolling 1991, Wilson y Claridge 1991).

La disponibilidad de información sobre la diversidad y biología de saltahojas es escasa, excepto para algunas especies de importancia económica. Las dos familias de mayor importancia son Cicadellidae y Delphacidae, porque algunos de sus representantes son vectores de patógenos. Ciertas especies de Delphacidae a menudo se asocian con la transmisión de virus a monocotiledóneas, causando serios problemas a cultivos tales como trigo, arroz, maíz y cebada (Dolling 1991). Por su parte, algunas especies de Cixiidae tienen un amplio ámbito de hospedantes. Los estadios ninfales en este grupo además tienen hábitos subterráneos y al succionar la savia de la raíces causan debilitamiento y retraso en el crecimiento de las plantas hospedantes (O'Brien y Wilson 1985). Algunas especies de Cercopidae pueden causar daño por la alimentación y por la transmisión de patógenos, en cultivos, pastos y huertos (Dolling 1991).

Abundancia estacional. Mientras que en las zonas templadas existen cuatro estaciones claramente delimitadas, en las zonas tropicales la estacionalidad está definida por la precipitación y hay dos estaciones, seca y lluviosa. Los trópicos se caracterizan por su alta precipitación, estabilidad térmica y constancia del fotoperíodo, lo cual repercute directamente en la diversidad de la biota. Para cada región existe un patrón de precipitación, pero se ha registrado una gran variación en el inicio de esta estación y en la cantidad de precipitación entre años (Denlinger 1986).

En muchas regiones tropicales la lluvia coincide con el crecimiento vegetativo de las plantas. Wolda (1978) reportó, en estudios realizados en la isla Barro Colorado, en Panamá, picos anuales de caída de follaje durante la estación seca, y de la producción de nuevo follaje durante la estación lluviosa. Puesto que la mayoría de homópteros se alimentan de partes jóvenes de las plantas, se esperaría la mayor abundancia de especies durante la estación lluviosa. Asimismo, Wolda (1982) encontró los mayores picos poblacionales de homópteros en la estación lluviosa, lo cual coincide con la aparición de hojas tiernas. La distribución de la mayoría de homópteros muestra picos en la mitad de la estación lluviosa; comienzan a decrecer antes de finalizar la estación lluviosa, y durante la estación seca se observan los niveles más bajos de especies (Wolda 1977, 1988).

En la estación seca no solo se reduce el número de especies, sino también el número de individuos por especie. Para las familias Cicadellidae y Fulgoridae, Wolda (1977) encontró pocas especies y pocos individuos por especie, lo cual coincide con los resultados de Janzen (1973) en Costa Rica, donde los niveles de diversidad y abundancia de especies de homópteros, hemípteros y lepidópteros se redujeron considerablemente durante dicha estación.

Hábitos alimentarios. Los homópteros succionan la savia de plantas vasculares, especialmente en los brotes nuevos de tallos, hojas y raíces (O'Brien y Wilson 1985). En el caso de la superfamilia Cicadoidea, la fuente de nutrición es la savia de las plantas (floema, xilema y parénquima).

De dicha superfamilia, las ninfas de la familia Cicadidae viven en el suelo y chupan savia del xilema en raíces, por intervalos de 2-5 años (Horn 1976, Dolling 1991), mientras que los adultos son arbóreos, y succionan la savia del xilema (Wolda 1992). En Cercopidae los adultos y las ninfas chupan savia, y pueden ocasionar daños en gramíneas, especialmente en pastos y caña de azúcar; las ninfas en este grupo se caracterizan por alojarse dentro de una masa de espuma, compuesta por excremento y una sustancia mucilaginosa, la cual mantiene las condiciones de temperatura y humedad adecuadas, las protege de la desecación y les sirve de defensa, al ocultarlas de sus enemigos naturales (Dolling 1991, Thompson 1997).

Muchos miembros de este grupo son plagas de algunos cultivos y a veces actúan como vectores de patógenos (Uribe 1995). Por ejemplo, las ninfas y adultos de la chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walker) pueden alcanzar grandes poblaciones y retardar el crecimiento de las plantas de arroz y maíz (Saunders *et al.* 1998).

Las ninfas y los adultos de Membracidae succionan savia en arbustos, árboles, malezas y pastos; en algunas especies las ninfas succionan sobre las hendiduras donde fueron colocados los huevos (Borrer y White 1970, Horn 1976, McKarney y Deitz 1991). En papaya, *Acoponora* spp. se alimentan en el envés de las hojas, tallos y brotes terminales, causando senescencia prematura en la hoja, lo cual afecta el crecimiento terminal (Saunders *et al.* 1998). En cacao, *Amastris obtengens* se alimenta de la savia de hojas tiernas o de cojines florales y debilita estas partes de la planta, lo cual causa una gran reducción en la producción de frutos (Saunders y Enríquez 1989).

En Cicadellidae, las ninfas y adultos chupan la savia de hojas, yemas y hasta frutos (Arnett *et al.* 1981, O'Brien y Wilson 1985), sobre todo en plantas de importancia económica. En general, las plantas hospedantes atacadas presentan síntomas como amarillamiento, punteo pálido y distorsión en el crecimiento de las hojas jóvenes; en las gramíneas causan amarillamiento, una quema de las puntas y la reducción en su vigor y rendimiento (Saunders *et al.* 1998). Por ejemplo, el saltahojas de la papa (*Empoasca fabae*), además de producir cuantiosos daños en este cultivo, también ataca alfalfa, frijol y otras leguminosas, y su daño causa amarillamiento, distorsión y enrollamiento de las hojas hacia abajo; cuando el ataque es severo, produce clorosis y necrosis de los bordes de las hojas y reduce el vigor de la planta, así como del rendimiento (Horn 1976, Saunders *et al.* 1998). En maíz, las ninfas y los adultos de *Dalbulus maidis* chupan la savia de la base de las hojas nuevas, y son importantes como vectores de los virus causantes del achaparramiento del maíz y del rayado fino, pudiendo causar pérdida total del cultivo (Saunders *et al.* 1998).

En algunas especies de la superfamilia Fulgoroidea el ámbito de plantas hospedantes incluye árboles, arbustos y plantas herbáceas, y se alimentan de su savia, produciendo

soluciones azucaradas (Borror *et al.* 1981). Cixiidae, que es una de las familias con mayor número de especies y ampliamente distribuida, presenta la mayor diversidad en los trópicos, con más de 200 especies (Borror *et al.* 1981). Las ninfas por lo general son subterráneas y succionan la savia de raíces (O'Brien y Wilson 1985, Dolling 1991). Las especies de Derbidae son especialmente tropicales, y las ninfas viven en el suelo, en cavidades de troncos podridos, alimentándose posiblemente de las raíces o de hongos (Flynn y Kramer 1983, Dolling 1991).

En algunas especies de Delphacidae, las ninfas y adultos se alimentan entre las bases de las hojas y en la parte baja del tallo. Por ejemplo, *Peregrinus maidis* chupa la savia de las hojas tiernas de maíz y arroz, causando clorosis en las hojas, pudrición y achaparramiento de las plantas; además es vector del virus de la hoja rayada del maíz (Saunders *et al.* 1998).

Desarrollo y hábitos de oviposición. En la mayoría de familias, durante su desarrollo, el insecto pasa por cinco instares ninfales (O'Brien y Wilson 1985). La mayoría de las especies son solitarias, pero unas pocas son gregarias obligadas, al menos en sus primeros instares (Dolling 1991).

La mayoría de las hembras de Auchenorrhyncha hacen un corte superficial con su ovipositor sobre la epidermis del tejido vascular de hojas, tallos o troncos, y dentro de esta incisión depositan los huevos individualmente y en fila. En Cicadidae lo hacen en hendiduras que ellas mismas hacen en tejidos leñosos vivos o muertos (Young 1975), o en ramas jóvenes de árboles y arbustos, las cuales son tan severamente dañadas que causan el marchitamiento de las partes terminales (Horn 1976).

En Cicadellidae, las hembras generalmente depositan los huevos de uno en uno dentro del tejido de la hoja, y las ninfas pasan por cinco instares, los cuales casi siempre se encuentran en el envés de las hojas jóvenes (Saunders *et al.* 1998). En Cercopidae, por lo general las hembras depositan sus huevos en la base de la planta hospedante, y las ninfas viven dentro

de una masa de saliva, en las raíces o las partes inferiores del tallo. En Membracidae, las hembras ovipositan sobre fisuras hechas en la corteza de troncos de árboles, sobre peciolo, el envés de las hojas, y en las venas centrales de las hojas (Arnett *et al.* 1981, Saunders *et al.* 1998). Por ejemplo, la hembra del periquito verde (*Antianthe expansa*) hace cortes en ramas y tallos gruesos y leñosos, y coloca hasta 47 huevos en filas dobles, en cultivos como chile, tomate, berenjena y melón (Saunders *et al.* 1998). En algunas especies de la tribu Aconophorini las hembras hacen una serie de cortes poco profundos sobre el tallo o las nervaduras de las hojas para depositar la masa de 30-70 huevos (Dietrich y Deitz 1991).

En Delphacidae, las hembras de *Peregrinus maidis* ovipositan dentro de hojas o tallos nuevos, en hileras longitudinales, en grupos hasta de siete huevos, sobre las venas centrales del haz de las hojas (Saunders *et al.* 1998). Las hembras de Cixiidae tienen un ovipositor elongado, que usan para insertar los huevos dentro del suelo; las ninfas generalmente son subterráneas y pueden ascender a los árboles o arbustos antes de la última muda (O'Brien y Wilson 1985, Dolling 1991). En Tropiduchidae la hembra oviposita dentro de hojas gruesas y carnosas (O'Brien y Wilson 1985). En la mayoría de Flatidae casi todas las hembras insertan los huevos uno por uno dentro de ramas, mientras que otras tienen ovipositores cortos y los colocan sobre la superficie de las hojas (Dean y Bailey 1961, Le Pelley 1968, Arnett *et al.* 1981). En Dictyopharidae las hembras ovipositan en el suelo, y luego arrastran los huevos para cubrirlos con partículas del suelo, posiblemente para protegerlos de la desecación y los depredadores (O'Brien y Wilson 1985).

Agregación y mutualismo. En el suborden Auchenorrhyncha, muchas especies han desarrollado el comportamiento de agregación (O'Brien y Wilson 1985). En términos generales, las agregaciones se definen como la agrupación de estados inmaduros y, en algunos casos, de adultos, localizados en una pequeña área. Este comportamiento social está fuertemente relacionado con el papel de la madre en el cuidado de la prole (Wood 1979).

Por ejemplo, en Membracidae el comportamiento social se categoriza en términos de la agregación de ninfas, así como del papel de la madre en la maduración de la prole, así: ninfas que no presentan cuidado maternal; ninfas que se mantienen agregadas e interactúan con hormigas, sin cuidado maternal; ninfas que se mantienen agregadas y presentan cuidado maternal y atención de hormigas; y ninfas que se mantienen agregadas, con cuidado maternal hasta la maduración de la prole (Wood 1993). McKarney y Deitz (1991) encontraron que en *Metcalfiella* spp. (Membracidae), la hembra protege a las ninfas durante su desarrollo, por lo que es fácil encontrar agregaciones de ninfas y adultos alimentándose juntos. En *Enchenopa binotata* las ninfas y adultos son gregarios, pero no hay cuidado materno de la prole (Wood 1979).

La excreción de azúcares es común en la mayoría de las familias de homópteros, y han sido reportadas para algunas especies de Delphacidae, Dictyopharidae, Issidae, Lophopidae, Nogodinidae, Ricaniidae, Tettigometridae y Tropiduchidae (Dolling 1991). Dichas excreciones atraen hormigas y otros insectos, originando interrelaciones cercanas, las cuales no necesariamente implican una dependencia obligada (Way 1963). En esta asociación las hormigas se alimentan de las excreciones que expulsan los homópteros al extraer la savia de las plantas hospedantes, la cual contiene azúcares y aminoácidos, mientras que las hormigas recogen este líquido del tubo caudal de las ninfas, para alimentarse ellas mismas o para alimentar a sus larvas o compañeras en el nido; a cambio, los homópteros reciben protección contra enemigos naturales y transporte de un lugar a otro (Way 1963, Wood 1979, 1984).

Dentro del suborden Auchenorrhyncha, las hormigas se asocian con algunos Cixiidae y Membracidae (O'Brien y Wilson 1985). En Membracidae, el mutualismo con hormigas es mayor en especies gregarias que en especies solitarias, lo cual aumenta la supervivencia de ninfas, al recibir protección de las hormigas. (Loye 1992).

Dalbulus maidis (Cicadellidae) comúnmente vive en colonias que comprenden todos los estadios y son visitados por hormigas que se alimentan de la melaza secretada (Saunders *et al.* 1998). Todos los representantes de la tribu Aconophorini (Membracidae) son gregarios y subsociales, y sus soluciones azucaradas son recolectadas por hormigas, abejas (Meliponinae) y avispas (Vespidae) (Dietrich y Deitz 1991). El periquito tricornio (*Spissistilus festinus*) se alimenta gregariamente en la base del tallo de muchas leguminosas, a menudo bajo el suelo, y los grupos atraen a hormigas que cortan y descortezan el tallo. Las colonias de *Perigrinus maidis* (Delphacidae), usualmente son atendidas por hormigas y pueden construir refugios de tierra sobre la base de la planta (Saunders *et al.* 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localidad.

La investigación se realizó en fincas de café localizadas en la vertiente del Caribe, en Turrialba, Costa Rica. Las fincas están a 600-800 msnm, 9°55'N y 83°39'O, dentro de las zonas de vida de bosque muy húmedo premontano y bosque húmedo tropical (Tosi 1969). En dicha área hay reducción de la precipitación durante enero-abril, y aumento en junio-julio y noviembre-diciembre. Los valores anuales promedio para las variables climáticas son 2616 mm, 21,7°C y 87,9% HR (Anexo 1).

3.2. Parcelas.

En el estudio se compararon nueve plantaciones de café, tres de cada uno de los siguientes sistemas: café sin sombra, café asociado con árboles de sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*, Leguminosae), y café con poró y laurel (*Cordia alliodora*, Boraginaceae). Cinco están en dos fincas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), dos en la finca Rancho Boyeros (Pavones), una en la finca La Isabel (El Carmen de La Suiza) y una en la finca Verbena. Los árboles de poró y laurel no excedieron los 3 m de altura, por razones de muestreo. Las características de cada parcela aparecen a continuación.

Las parcelas de café sin sombra están en el CATIE (Cabiria 2) (C2) y en Pavones (P1 y P2). En C2 (5000 m², con 5847 plantas/ha) la variedad es un Catimor, Costa Rica 95 (1,5 años de edad), y tiene a sus alrededores musáceas, eucaliptos, guanábana y café con sombra de poró. En P1 y P2 (8000 y 7200 m², respectivamente, con 6000 plantas/ha) la variedad es Caturra (2 y 3 años, respectivamente), y las parcelas están rodeadas por plantaciones tanto de café sin sombra, como con sombra de poró.

Las parcelas de café con poró están en el CATIE (La Montaña 2 y 3) (M2 y M3) y en Verbena (V). Las parcelas M2 y M3 (5520 y 7000 m², respectivamente, con 5000 plantas/ha) se distanciaban apenas 200 m, y están sembradas con la variedad Caturra (>20 años); M2 está rodeada por eucaliptos, porós (>20 años, sin poda), laurel, roble, higuerones y café con sombra de poró, mientras que M3 lo está por eucaliptos y café con sombra de poró. En ellas el poró se poda ("descumbra") dos veces por año, en febrero y julio. En V (7500 m², 4000 plantas/ha) la variedad sembrada es Caturra (10 años); la parcela está rodeada por plantaciones de café, tanto sin sombra como con sombra de poró.

Las parcelas de café, poró y laurel están en el CATIE (Cabiria 1, y La Montaña 1) (C1 y M1) y El Carmen de La Suiza (CS). En C1 (6400 m², 6000 plantas/ha) la variedad es Catimor 8667 (2,5 años), y la parcela está rodeada por guaba, laurel, eucaliptos, porós, cacao y plantaciones de café-poró-laurel; el poró (1, 8 m de altura) se poda dos veces por año, en febrero y julio, y al laurel (2-3 m, 2 años) se le podan las ramas inferiores una vez al año, en julio. En M1 (6120 m², con 5000 plantas/ha) la variedad es Costa Rica 95 (2,5 años), y la parcela está rodeada por plantaciones de café sin sombra y de café-poró-laurel; el poró (2 m) se poda dos veces por año, en febrero y julio, y al laurel (3-4 m, 2,5 años) se le podan las ramas inferiores una vez al año, en julio. En CS (6242 m², 4736 plantas/ha) la variedad es Catuaí (12 años), y la parcela está rodeada por laurel, eucalyptos, musáceas, pejibaye y plantaciones de café-poró-laurel; el poró (2 m) se poda dos veces por año, en febrero y julio, y del laurel (3-15 m, >15 años) se extraen árboles todos los años, mientras que a otros se les podan las ramas inferiores.

3.3. Muestreos.

En cada una de las parcelas se efectuaron tres muestreos, espaciados en el tiempo, tratando de abarcar las estaciones seca y lluviosa. Cada parcela se dividió en cuatro cuadrantes, los cuales se consideraron como la unidad de medición. En no todos los casos se pudo lograr la forma exacta de un cuadrante, debido a la forma y topografía del terreno.

Dentro de cada cuadrante se muestrearon 100 plantas de café, en cuatro segmentos de surco de 25 plantas; éstos se espaciaron entre dos o tres surcos, para evitar la perturbación de los insectos en los surcos contiguos. En cada planta se dieron tres redazos (en los estratos superior, medio e inferior), con una red de golpe especial, la cual tenía una malla fina en su extremo apical para permitir la entrada de luz y concentrar allí los insectos. Del poró y el laurel se muestrearon cinco árboles por cuadrante, en los cuales se dieron 15 redazos en el borde inferior de la copa.

El material recolectado se colocó en bolsas plásticas, las cuales contenían papel toalla y pequeños agujeros, y se le asignó un código de referencia; las muestras se mantuvieron separadas por cuadrante. Se llevó al laboratorio, donde los especímenes se extrajeron dentro de una cámara de vidrio (50 cm de ancho y 70 cm de altura) con una abertura en la parte anterior, para manipular las muestras. Los insectos se mataron en morgues conteniendo Acetato de etilo y después se almacenaron en pequeñas cajas de cartón, con su respectivo código.

Los especímenes se clasificaron por morfoespecie inicialmente, y se registró el número de individuos por especie. Posteriormente se seleccionaron muestras representativas de cada una y se montaron en alfileres entomológicos, para identificarlos en el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), por parte de Carolina Godoy, M.Sc.; los especímenes se depositaron en las colecciones del INBio. Los datos, separados hasta el nivel de cuadrante, se incorporaron en una base de datos, para su análisis posterior.

3.4. Análisis.

Para comparar la diversidad de los tres sistemas (café sin sombra, café-poró y café-poró-laurel) entre sí, así como por localidad (parcela) y por componente (café, poró o laurel), se utilizaron índices de diversidad (Shannon-Wiener, Margalef y Simpson), de equidad y de dominancia (Simpson) (Krebs 1989). Asimismo, para determinar la similitud de especies

entre ellos, se emplearon índices de similitud (Jaccard, Sorensen, Simpson y Morisita) y se efectuó un análisis de conglomerados (Krebs 1989).

Además, para probar si había diferencias significativas en los números de especies e individuos en las distintas parcelas y mediciones, se efectuó un análisis de varianza mediante un diseño jerárquico o anidado, con parcelas divididas en el tiempo, cuyo modelo fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + PS_{j(i)} + CSP_{k(ij)} + M_l + SM_{li} + PMS_{jl(i)} + \varepsilon_{ijklm}$$

μ = Media general

S_i = Efecto de *i*-ésimo sistema

$PS_{j(i)}$ = Efecto del *j*-ésima parcela dentro del *i*-ésima sistema

$CSP_{k(ij)}$ = Error de parcela grande (sistema)

M_l = Efecto de la *l*-ésima medición

SM_{li} = Efecto de la interacción entre *i*-ésimo sistema y la *l*-ésima medición

$PMS_{jl(i)}$ = Efecto de la interacción de la *J*-ésima parcela y la *l*-ésima medición dentro del *i*-ésimo sistema

ε_{ijklm} = Error de subparcela (medición).

IV. RESULTADOS

4.1. Composición de especies.

Durante los ocho meses de muestreo, en los tres sistemas estudiados se capturaron 10.612 individuos, pertenecientes a 131 especies, comprendidas en 10 familias (Cuadro 1, Anexo 2). De éstas, ocho familias fueron comunes en los tres sistemas; Delphacidae y Dictyopharidae no aparecieron en el sistema de café sin sombra.

En todos, la familia más abundante fue Cicadellidae, tanto en especies como en individuos; tuvo el 75, 60 y 58% de las especies, y el 78, 71 y 85% de los individuos, en el café sin sombra, café-poró y café-poró-laurel, respectivamente. La segunda familia más abundante en número de especies fue Membracidae, pero su número de individuos (462) fue inferior al de Cercopidae (672). El total de especies por familia, para los tres sistemas fue: 82 (Cicadellidae), 22 (Membracidae), 6 (Cercopidae), 4 (Flatidae), 3 (Delphacidae), 3 (Derbidae), 3 (Dictyopharidae), 3 (Issidae), 3 (Tropiduchidae) y 2 (Cixiidae).

Al analizar la abundancia relativa de las especies para cada sistema, se obtuvieron curvas de abundancia de especies con tendencias análogas (Fig. 1), las cuales indican que no todas las especies fueron igualmente abundantes, sino que unas pocas especies fueron muy abundantes, otras ocuparon una posición intermedia, y la mayoría estuvo representada por pocos individuos. Dicha curva se ajustó mejor a la serie logarítmica.

Las curvas de rarefacción, aunque mostraron una tendencia general análoga, de una curva creciente pero desacelerada, difirieron en los tres sistemas (Fig. 2), con sus mayores valores para el sistema de café-poró, seguido por el café-poró-laurel; por ejemplo, en una muestra de 500 individuos habría 33, 44 y 38 especies de homópteros en el café sin sombra, café-oró y café-poró-laurel, respectivamente, mientras que en una de 3000 individuos habría 60,

CUADRO 1. Número total de familias, especies e individuos de homópteros hallados en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998.

Familias	Especies		Individuos	
	No.	%	No.	%
Café sin sombra				
Cercopidae	1	1.6	294	10.7
Cicadellidae	45	75	2120	78
Cixiidae	2	3.3	145	5.3
Derbidae	1	1.6	3	0.1
Flatidae	1	1.6	4	0.1
Issidae	2	3.3	109	4
Membracidae	7	11.6	34	1.2
Tropiduchidae	1	1.6	17	0.6
TOTAL	60	100	2726	100
Café-poró				
Cercopidae	5	5.6	340	8.4
Cicadellidae	53	60.2	2851	71
Cixiidae	2	2.2	292	7.3
Delphacidae	1	1.1	2	0.04
Derbidae	3	3.4	98	2.4
Dictyopharidae	3	3.4	38	1
Flatidae	4	4.5	19	0.5
Issidae	3	3.4	124	3
Membracidae	12	13.6	223	5.5
Tropiduchidae	2	2.2	26	0.6
TOTAL	88	100	4013	100
Café-poró-laurel				
Cercopidae	1	1.3	38	0.9
Cicadellidae	43	58.1	3287	84.8
Cixiidae	2	2.7	124	3.2
Delphacidae	3	4	3	0.7
Derbidae	3	4	76	1.9
Dictyopharidae	2	2.7	5	0.1
Flatidae	3	4	8	0.2
Issidae	3	4	86	2.2
Membracidae	12	16.2	205	5.3
Tropiduchidae	2	2.7	41	1
TOTAL	74	100	3873	100

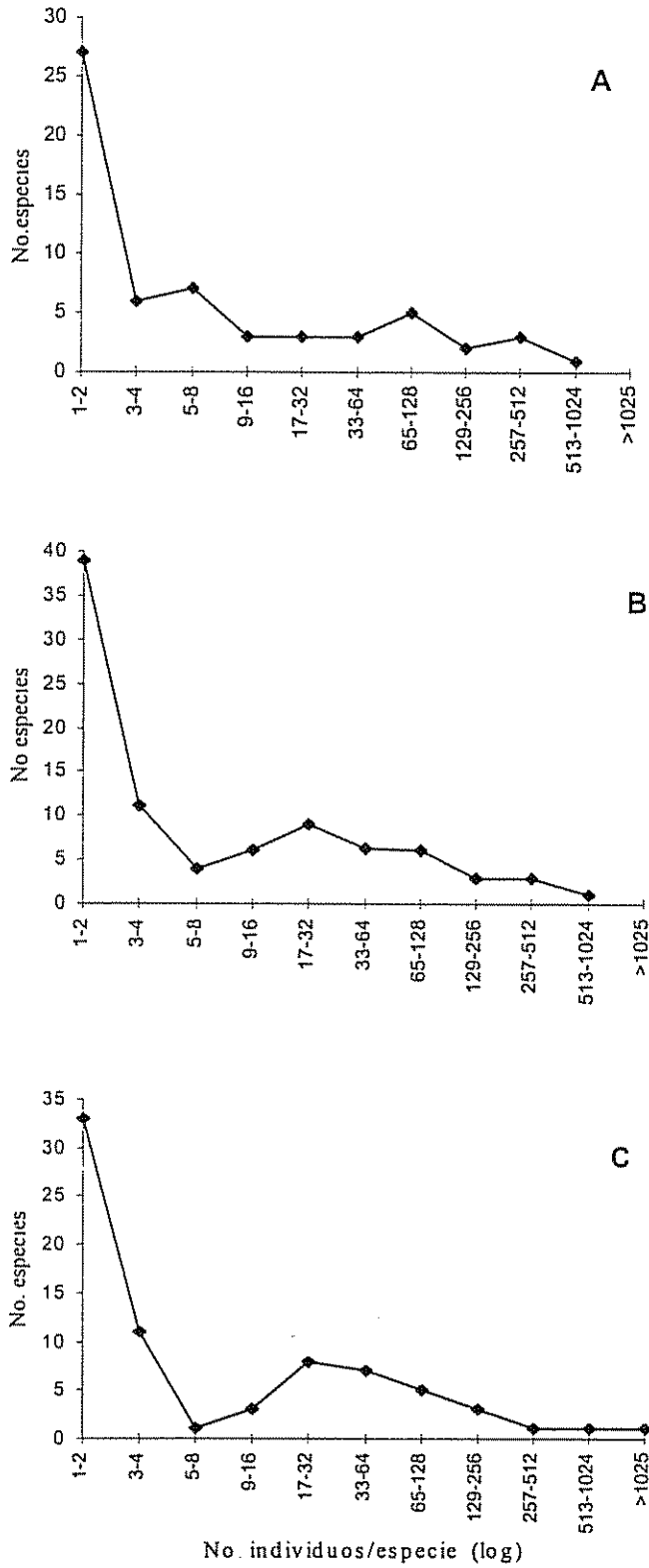


Figura 1. Curvas de abundancia de especies para el total de especies de homópteros en los sistemas de café sin sombra (A), café-poró (B) y café-poró-laurel (C). Turriaba, Costa Rica.

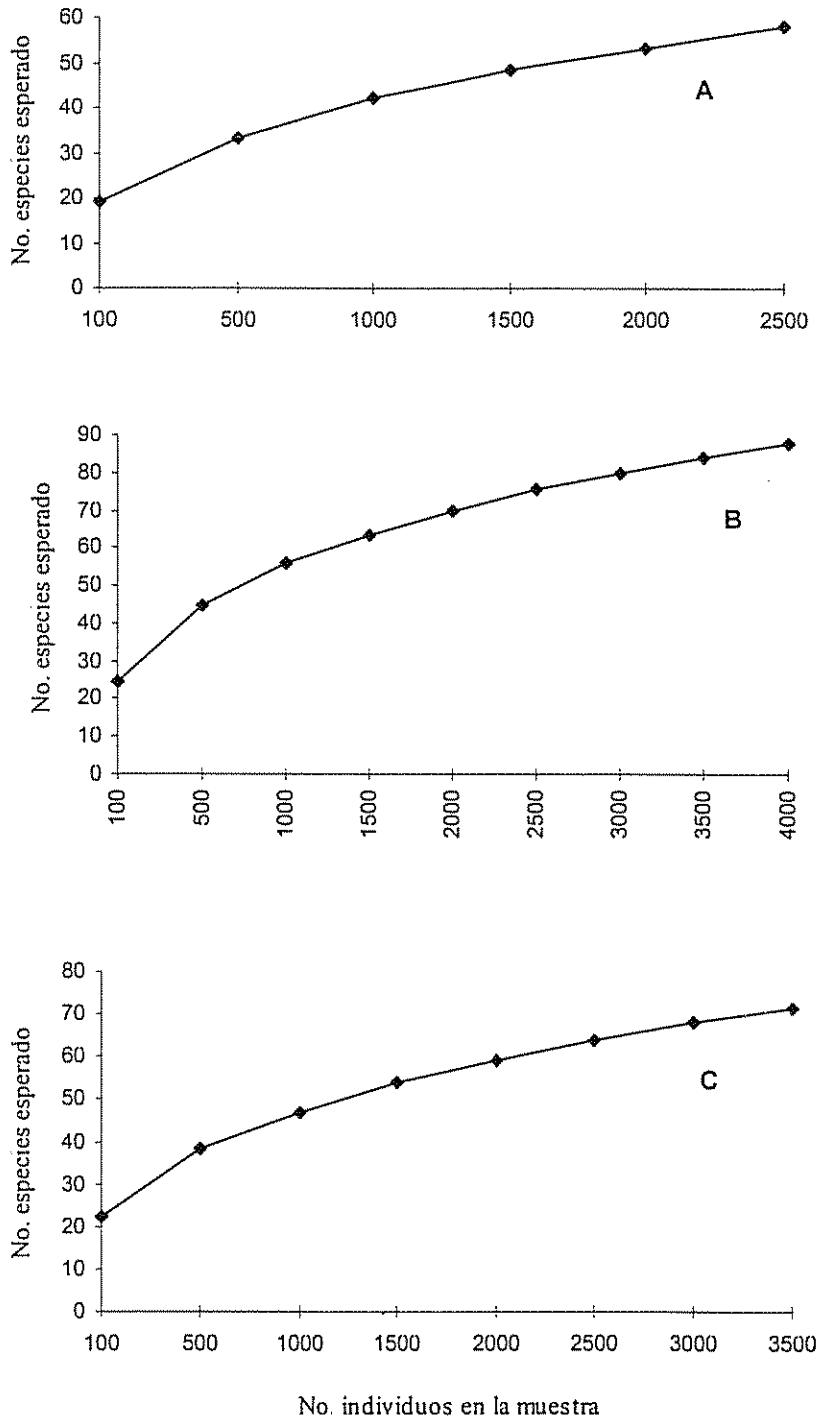


Figura 2. Curvas de rarefacción para las especies de homópteros en los sistemas de café sin sombra (A), café-poró (B) y café-poró-laurel (C). Turrialba Costa Rica. 1998.

80 y 68, respectivamente. Asimismo, la probabilidad de hallar nuevas especies disminuyó conforme aumentó la cantidad de muestras, y al incrementarse dicha cantidad los valores de la desviación estándar se redujeron progresivamente.

En el café sin sombra el 13% de las especies presentaron entre 100-1000 individuos, el 19% tuvieron de 10-100 y el 68% presentó menos de 10 individuos (Fig. 1A); las cinco especies más abundantes, con más de 180 individuos, fueron *Graphocephala* sp. 1 (640), *Fusigonalia lativittata* (411), *Clastoptera* sp. (294), *Graphocephala permagna* (272) y *Neocoelidia* sp. (199). En el café-poró, una especie (1%) presentó más de 1000 individuos, el 10% entre 100-1000, el 25% entre 10-100 y el 63% menos de 10 individuos (Fig. 1B); las cinco especies más abundantes fueron *Fusigonalia lativittata* (1108), *Neocoelidia* sp. (490), *Clastoptera* sp. (335), Cicadellidae n. sp. (278) y *Empoasca* sp. (217). En el café-poró-laurel, una especie (1%) mostró más de 1000 individuos, el 8% entre 100-1000, el 29% entre 10-100 y el 62% menos de 10 individuos (Fig. 1C); las cinco especies más abundantes fueron *Hebralebra nicaraguensis* (1346), *Omegalebra* n. sp. (538), *Empoasca* sp. (360), *Neocoelidia* sp. (235) y *Scaphytopius* ca. *latidens* (181). En síntesis, ninguna especie predominó a la vez en los tres sistemas, y solo cuatro de ellas (*F. lativittata*, *Clastoptera* sp., *Empoasca* sp. y *Neocoelidia* sp.) lo hicieron en dos sistemas.

Sin embargo, los patrones de dominancia variaron entre los sistemas, los componentes y las parcelas. En el caso de *H. nicaraguensis*, aunque fue predominante en el laurel dentro del sistema de café-poró-laurel, hubo apenas 17 individuos en el café y cinco en el poró, mientras que en el café-poró apareció apenas un individuo en el poró y ninguno en el café sin sombra (Anexos 2). Por su parte, *F. lativittata* predominó en el café dentro del sistema café-poró, y en el poró hubo apenas 35 individuos; fue la tercera especie más abundante en el café sin sombra (411 individuos) y la más abundante en el café dentro del sistema café-poró-laurel, mientras que en el poró y el laurel estuvo representada por apenas un individuo. En cuanto a *Graphocephala* sp. 1, fue la más abundante en el café sin sombra, pero en el

café-poró aparecieron apenas 22 individuos en el café y seis en el poró, y en el café-poró-laurel solamente apareció en el café, con apenas dos individuos.

4.2. Diversidad de especies.

La riqueza de especies de homópteros fue mayor en el sistema café-poró (88 especies), seguido por el café-poró-laurel (74) y el café sin sombra (60). Esta misma secuencia se mantuvo para el índice de diversidad de Margalef, pero no para los de Shannon-Wiener ni Simpson (Cuadro 2); los dos primeros coincidieron en el mayor valor de diversidad en el sistema café-poró, mientras que para el de Simpson dicho sistema tuvo una diversidad levemente inferior a la del café sin sombra.

Al desagregar el índice de Shannon-Wiener según la parcela muestreada, en el sistema más diverso (café-poró) hubo mayores diferencias de los valores entre las parcelas (0,65 entre el mayor y el menor) que en los otros dos sistemas; fueron menores (0,21) en el café-poró-laurel, e intermedios (0,35) en el café sin sombra (Cuadro 3).

Además, al desagregar dicho índice según el componente dentro de cada parcela, el café asociado con poró, o con poró y laurel, mostró valores mayores que el café sin sombra, excepto en dos de las seis parcelas (Cuadro 4); en el primer caso, los valores fueron de 2,78, 2,76 y 2,18, mientras que en el segundo lo fueron de 2,70, 2,94, y 2,34. El mayor valor del índice para el café (2,94) se obtuvo en la parcela Cabiria 1 y el menor (2,18) en Verbena. Por su parte, la contribución del poró al índice total en general no fue alta; en los tres sistemas sus índices fueron inferiores a los del café, excepto en Verbena, aunque siempre fueron superiores a los del laurel (Cuadro 4).

Cuadro 2. Indices de diversidad, dominancia y equidad de especies de homópteros, en los tres sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998.

INDICES	CS	CP	CPL
Shannon-Wiener	2.61	2.84	2.56
Margalef	5.34	7.51	6.29
Simpson	8.76	8.73	6.25
Dominancia (Simpson)	0.11	0.11	0.15
Equidad	0.63	0.62	0.59

CS= café sin sombra, CP= café-poró, y CPL= café-poró-laurel

Cuadro 3. Índices de diversidad, dominancia y equidad de especies de homópteros, según las parcelas muestreadas en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998.

Índices	CS			CP			CPL		
	P1	P2	C2	M2	M3	V	M1	C1	CS
Shannon- Wiener	2.52	2.17	2.25	2.99	2.89	2.34	2.33	2.52	2.54
Margalef	3.72	2.63	4.40	5.29	4.36	5.00	4.80	4.35	4.51
Simpson	9.11	5.38	3.88	13.50	12.25	5.62	5.28	6.48	6.82
Dominancia (Simpson)	0.11	0.19	0.26	0.07	0.08	0.18	0.19	0.15	0.15
Equidad	0.69	0.65	0.62	0.77	0.77	0.58	0.59	0.66	0.66

Sistemas: CS= café sin sombra, CP= café-poró y CPL= café-poró-laurel.

Parcelas: P1= (Pavones 1), P2= (Pavones 2), C2= (Cabiría 2), M2= (La Montaña 2), M3= (La Montaña 3), V= (Verbena), M1= (La Montaña 1), C1= (Cabiría 1) y CS= (Carmen de La Suiza).

En cuanto al índice de Margalef, según la parcela, en el sistema más diverso (café-poró) hubo diferencias intermedias de los valores entre las parcelas (0,93 entre el mayor y el menor), altas en el café sin sombra (1,77) y menores (0,29) en el café-poró-laurel. Al desagregar el índice según el componente dentro de cada parcela, en solo una parcela de café con poró (La Montaña 2) se alcanzó un valor superior al más alto del café sin sombra (Cabiria 2); este último valor fue muy alto (4,40) (Cuadro 4). El menor valor del índice para el café (2,63) se obtuvo en Pavones 2. Los índices en el poró siempre fueron inferiores a los del café, pero siempre fueron superiores a los del laurel.

Para el índice de Simpson, según la parcela, los sistemas café sin sombra y café-poró fueron casi iguales en diversidad. Dentro de ellas hubo grandes diferencias de los valores entre las parcelas, de 7,88 y 5,23 en el café-poró y el café sin sombra, respectivamente, mientras que en el café-poró-laurel fue muy bajo (1,54). Al desagregarlo según el componente dentro de cada parcela, hubo gran variación entre las parcelas, independientemente del sistema; el mayor valor (11,78) se obtuvo en el sistema café-poró-laurel (Cabiria 1), y el más bajo (3,88) en el café sin sombra (Cabiria 2) (Cuadro 4). Los índices en el poró siempre fueron inferiores a los del café, excepto en Verbena, y siempre fueron superiores a los del laurel.

Como complemento de los índices de diversidad, se calcularon los de dominancia (Simpson) y de equidad. El índice de dominancia fue levemente mayor en el café-poró-laurel (0,15) que en los otros dos sistemas, los cuales fueron iguales (0,11) (Cuadro 2); las diferencias entre los índices de los tres sistemas fueron bajas, de apenas 0,04 (café-poró-laurel), 0,11 (café-poró) y 0,15 (café sin sombra) (Cuadro 3). Al desagregarlo según el componente dentro de cada parcela, los mayores valores siempre se obtuvieron en el laurel (0,36-0,39), seguido por el poró (Cuadro 4).

El índice de equidad fue levemente mayor en el café sin sombra (0,63), seguido por el café-poró (0,62) y el café-poró-laurel (0,59) (Cuadro 2); las diferencias entre los índices de las

fueron bajas, de apenas 0,07 (café sin sombra y café-poró-laurel) y 0,19 (café-poró) (Cuadro 3). Al desagregarlo según el componente dentro de cada parcela, los mayores valores siempre correspondieron al café, seguido por el poró y el laurel; además, el café asociado con poró, o con poró y laurel, mostró valores mayores que el café sin sombra, excepto en Verbena (Cuadro 4).

4.3. Similitud de especies.

Al comparar los componentes entre sí, dentro de cada parcela, los valores de similitud para el café y el poró, dentro del sistema café-poró, variaron poco, en apenas 0,12-0,18, dependiendo del índice (Cuadro 7). Dentro del sistema café-poró-laurel, los valores para el café y el poró variaron entre 0,11-0,26, con los índices de Sorensen y Morisita en ambos extremos (Cuadro 8); para el café y laurel variaron entre 0,17-0,45, con la misma secuencia de índices, y para el poró y laurel entre 0,05-0,19, con los índices de Morisita y Simpson en los extremos.

Para el análisis de conglomerados se tomaron los índices como una medida de distancia, para lo cual se restó de uno (total similitud), el valor del índice de similitud. Las diferencias en los valores de similitud resultantes de la comparación de cada componente consigo mismo y con los otros componentes, para todas las parcelas, fueron muy variables, dependiendo del índice. Para el sistema café-poró, los valores para el café variaron entre 0,12-0,17, para el poró entre 0,16-0,36 y para el café vs. poró entre 0,08-0,33 (Cuadro 9). Para el sistema café-poró-laurel, los valores variaron entre 0,08-0,48 (café), 0,09-0,58 (poró), 0,01-0,25 (laurel), 0,27-0,32 (café vs. poró), 0,06-0,27 (café vs. laurel) y 0,06-0,23 (poró vs. laurel) (Cuadro 10).

Al considerar solamente el índice de Jaccard, por sistema, sus valores también variaron mucho. Para el café-poró, los valores para el café variaron entre 0,33-0,46, para el poró entre 0,29-0,45, y para el café vs. poró entre 0,29-0,37 (Cuadro 9), mientras que para el café-poró-laurel, variaron entre 0,43-0,51 (café), 0,28-0,37 (poró), 0,42-0,56 (laurel), 0,22-0,49 (café vs. poró), 0,20-0,43 (café vs. laurel) y 0,32-0,39 (poró vs. laurel) (Cuadro 10).

Cuadro 4. Indices de diversidad, dominancia y equidad de especies de homópteros, según los componentes vegetales (café, poró, laurel), dentro de cada una de las parcelas muestreadas en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998.

Indices	CP										CPL												
	CS					M3					V					C1							
	P1	P2	C2	C	C	M2	C	P	C	P	M1	P	L	C	P	L	C	P	L	C	P	L	
Shannon- Wiener	2.52	2.17	2.25	2.78	2.47	2.76	2.43	2.18	2.44	2.70	1.81	1.42	2.94	1.97	1.60	2.34	2.11	1.41					
Margalef	3.72	2.63	4.40	4.55	3.74	3.93	3.50	4.31	3.53	3.82	3.69	2.60	4.39	2.60	2.24	3.52	3.07	1.72					
Simpson	9.11	5.38	3.88	10.02	7.40	10.78	7.20	4.63	7.24	8.22	2.61	2.54	11.78	4.90	2.76	5.57	4.68	2.54					
Dominancia (Simpson)	0.11	0.19	0.26	0.10	0.14	0.09	0.14	0.22	0.14	0.12	0.38	0.39	0.08	0.20	0.36	0.18	0.21	0.39					
Equidad	0.69	0.65	0.62	0.76	0.73	0.77	0.71	0.56	0.70	0.78	0.53	0.43	0.82	0.65	0.52	0.68	0.66	0.50					

Sistemas: CS= café sin/sombra, CP= café-poró y CPL= café-poró-laurel.

Parcelas: P1= (Pavones 1), P2= (Pavones 2), C2= (Cabiria 2), M2= (La Montaña 2), M3= (La Montaña 3), V= (Verbena), M1= (La Montaña 1), C1= (Cabiria 1) y CS= (Carmen de La Suiza).

Cuadro 5. Indices de similitud de especies de homópteros, en los tres tipos de sistema.
Turrialba, Costa Rica. 1998.

Indices	CS - CP	CP - CPL	CPL - CS
Simpson	0.67	0.74	0.62
Sorensen	0.54	0.68	0.55
Jaccard	0.37	0.51	0.38
Morisita	0.63	0.22	0.12

CS= Café sin sombra , CP = café poró y CPL = café-poró-laurel.

Cuadro 6. Índices de similitud de especies de homópteros, en las tres parcelas muestreadas en los tres tipos de sistemas. Turrialba, Costa Rica. 1998.

índices	CS			CP			CPL		
	P1-P2	P1-C2	P2-C2	M2-M3	M2-V	M3-V	M1-C1	M1-CS	C1-CS
Sorensen	0.67	0.51	0.49	0.65	0.57	0.52	0.71	0.60	0.68
Morisita	0.83	0.10	0.05	0.75	0.50	0.47	0.96	0.93	0.95
Jaccard	0.50	0.34	0.33	0.48	0.39	0.35	0.55	0.43	0.52
Simpson	0.58	0.50	0.43	0.61	0.53	0.46	0.76	0.57	0.69

Sistemas: CS= café sin sombra, CP= café-poró y CPL= café-poró-laurel.

Parcelas: P1= (Pavones 1), P2= (Pavones 2), C2= (Cabiria 2), M2= (La Montaña 2), M3= (La Montaña 3), V= (Verbena), M1= (La Montaña 1), C1= (Cabiria 1) y CS= (Carmen de La Suiza).

Cuadro 7. Índices de similitud de especies de homópteros entre dos componentes (café y poró), dentro de cada parcela del sistema café-poró. Turrialba, Costa Rica. 1998.

Índices	M2	M3	V
Simpson	0.67	0.64	0.78
Sorensen	0.58	0.70	0.61
Jaccard	0.41	0.53	0.44
Morisita	0.30	0.43	0.48

M2= Montaña 2, Montaña 3 y V= Verbena

Cuadro 8. Índices de similitud de especies de homópteros entre tres componentes (café-poró-laurel), dentro de cada parcela del sistema café-poró-laurel. Turrialba, Costa Rica. 1998.

Índices	C1			M1			CS		
	C-L	C-P	P-L	C-L	C-P	P-L	C-L	C-P	P-L
Simpson	0.44	0.47	0.67	0.50	0.58	0.61	0.29	0.57	0.48
Sorensen	0.55	0.60	0.65	0.54	0.57	0.66	0.38	0.48	0.55
Jaccard	0.38	0.46	0.48	0.37	0.40	0.49	0.23	0.32	0.38
Morisita	0.13	0.37	0.08	0.08	0.15	0.03	0.53	0.11	0.08

Parcelas: M1= Montaña 1, Cabiria 1 y CS= Carmen de La Suiza

Componentes: C= café, P=poró y L= laurel

Cuadro 9. Índices de similitud de especies de homópteros, para cada componente (café-poró) y entre ambos para las parcelas del sistema café-poró. Turrialba, Costa Rica. 1998.

INDICES			M2		M3	
			C	P	C	P
Simpson	V	C	0.72	0.63	0.6	0.58
		P	0.44	0.47	0.46	0.45
	M2	C	-	-	0.63	0.61
		P	-	-	0.49	0.61
Sorensen	V	C	0.63	0.48	0.49	0.44
		P	0.48	0.45	0.48	0.44
	M2	C	-	-	0.59	0.54
		P	-	-	0.52	0.62
Jaccard	V	C	0.42	0.37	0.33	0.29
		P	0.35	0.45	0.31	0.29
	M2	C	-	-	0.46	0.31
		P	-	-	0.31	0.29
Morisita	V	C	0.63	0.1	0.65	0.12
		P	0.37	0.35	0.43	0.5
	M2	C	-	-	0.8	0.31
		P	-	-	0.24	0.71

Parcelas: M2= Montaña 2, M3= Montaña 3 y V= Verbena
Componentes: C= café y P= poró

Cuadro 10. Índices de similitud de especies de homópteros, para cada componente (café, poró y laurel) y entre los tres, para las parcelas del sistema café-poró-laurel. Turrialba, Costa Rica. 1998.

Índices	CS			M1				
	C	P	L	C	P	L		
Simpson	M1	C	0.59	0.43	0.47	-	-	-
		P	0.52	0.39	0.71	-	-	-
		L	0.52	0.52	0.48	-	-	-
	C1	C	0.61	0.39	0.36	0.64	0.61	0.53
		P	0.71	0.39	0.48	0.71	0.67	0.62
		L	0.50	0.55	0.64	0.55	0.68	0.73
Sorensen	M1	C	0.60	0.36	0.33	-	-	-
		P	0.52	0.44	0.50	-	-	-
		L	0.55	0.48	0.59	-	-	-
	C1	C	0.66	0.47	0.49	0.68	0.66	0.60
		P	0.58	0.47	0.53	0.57	0.54	0.54
		L	0.42	0.53	0.72	0.44	0.57	0.65
Jaccard	M1	C	0.43	0.22	0.20	-	-	-
		P	0.35	0.28	0.33	-	-	-
		L	0.38	0.32	0.42	-	-	-
	C1	C	0.49	0.31	0.33	0.51	0.49	0.43
		P	0.41	0.31	0.36	0.39	0.37	0.37
		L	0.26	0.36	0.56	0.29	0.39	0.48
Morisita	M1	C	0.34	0.04	0.05	-	-	-
		P	0.05	0.89	0.04	-	-	-
		L	0.06	0.08	1.00	-	-	-
	C1	C	0.51	0.32	0.11	0.82	0.11	0.12
		P	0.14	0.31	0.06	0.21	0.82	0.04
		L	0.06	0.10	1.00	0.08	0.05	0.99

Parcelas: CS= Carmen de La Suiza, M1= Montaña 1 y C1= Cabiria 1
Componentes: C= Café, P= Poró y L=Laurel

Las diferencias entre cada uno de estos componentes por parcela se utilizaron para el análisis de conglomerados (Fig. 3), para lo cual se hizo uso de los índices de similitud de Jaccard. Para el sistema de café-poró, la mayor afinidad de especies se detectó entre el poró de La Montaña 2 y 3, las cuales en segundo término mostraron afinidad con el café de La Montaña 2 (Fig. 3A); asimismo, el café de La Montaña 3 se pareció más al de Verbena, y las especies del poró en Verbena fueron las que más se diferenciaron de las demás. Por su parte, en el sistema de café-poró-laurel la mayor afinidad se detectó entre el café de La Montaña 1 y el laurel de El Carmen, así como entre el poró de estas mismas localidades (Fig. 3B); el laurel de Cabiria 1, así como el café de dicha localidad fueron los más disímiles en el sistema.

Mediante el diseño jerárquico con parcelas divididas en el tiempo, las interacciones entre localidades y mediciones (repeticiones), dentro y entre sistemas para especies e individuos fue altamente significativa (Anexo 3). Por ejemplo las especies, de las parcelas C2 y P1 en café sin sombra presentaron diferencias significativas en las tres mediciones, asimismo lo fue para M2 y M3 en café-poró (Fig. 4A). Para individuos, café sin sombra presentó un número promedio comparativamente menor, sin embargo se presentaron diferencias en las tres mediciones; en café-poró M 2 en las primeras dos mediciones hubo diferencias altamente significativas, al igual que sucedió para La Montaña 2 y Verbena en la primera medición (Fig. 4B).

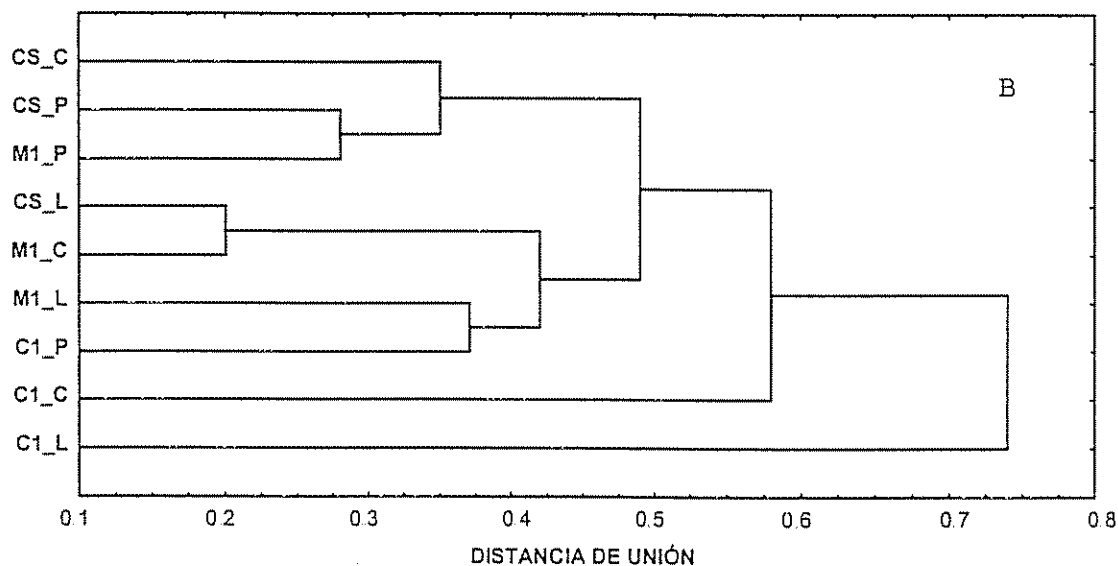
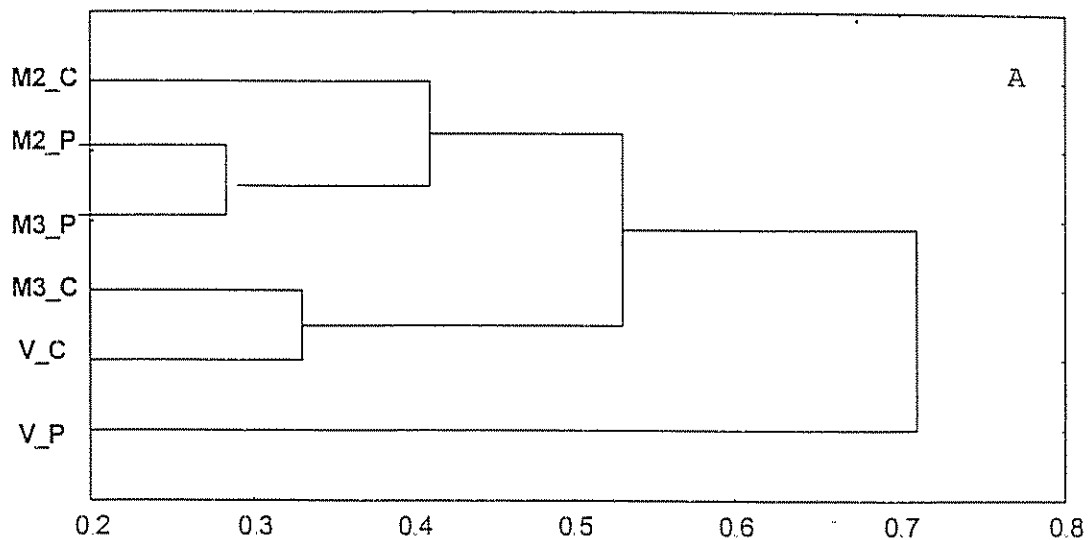


Figura 3. Dendrograma de similitud de especies de homópteros, utilizando el índice de Jaccard, por parcelas y componentes (café-poró-laurel), para los sistemas de café- poró (A) y café-poró-laurel (B). Turrialba, Costa Rica. 1998

Al analizar la abundancia de especies y de individuos según las localidades (parcelas) y las mediciones (repeticiones), hubo interacciones altamente significativas ($p \leq 0,01$) entre las parcelas y las mediciones, tanto dentro de cada sistema como entre sistemas (Anexo 2). Para el número de especies no hubo diferencias entre los sistemas a través del tiempo, como sí ocurrió para el número de individuos. Para ambos casos, hubo diferencias entre las parcelas de cada sistema, entre las mediciones, y entre las parcelas a través del tiempo dentro de cada sistema (Fig. 4 A y B). Por ejemplo, hubo diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) en el número de especies entre varias mediciones en las parcelas de Cabiria 1 y 2 , así como en La Montaña 2 y 3, en varios sistemas; en otros casos, las diferencias fueron significativas ($p \leq 0,05$). Para el número de individuos fue más común que hubiera tanto diferencias altamente significativas (Pavones 1 y 2, La Montaña 2, Verbena, Cabiria 1 y El Carmen), como significativas Pavones 1 y 2, La Montaña 1 y 3 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resumen de relaciones estadísticas para la abundancia de especies e individuos de homópteros (en Anexo 3), según las parcelas y las mediciones. Turrialba, Costa Rica. 1998.

Parcelas	Medición	Especies	Individuos
Café sin sombra			
Cabiria 2	1-2	NS	NS
	2-3	*	NS
	1-3	**	NS
Pavones 1	1-2	NS	*
	2-3	NS	**
	1-3	NS	**
Pavones 2	1-2	NS	*
	2-3	NS	**
	1-3	NS	**
Café-poró			
Montaña 2	1-2	**	**
	2-3	NS	NS
	1-3	**	**
Montaña 3	1-2	NS	NS
	2-3	**	*
	1-3	**	*
Verbena	1-2	NS	**
	2-3	NS	NS
	1-3	*	**
Café-poró-laurel			
Cabiria 1	1-2	**	**
	2-3	NS	NS
	1-3	**	**
Montaña 1	1-2	NS	NS
	2-3	*	*
	1-3	*	*
Caramen de La Suiza	1-2	*	**
	2-3	NS	NS
	1-3	*	**

NS= no significativo; * = significativo ($p < 0.05$); **= altamente significativo ($p < 0.01$).

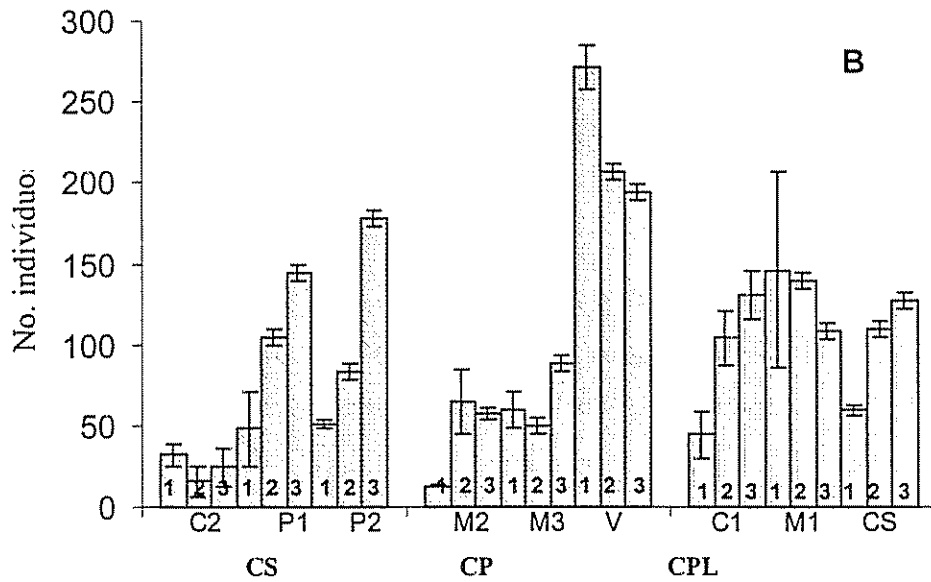
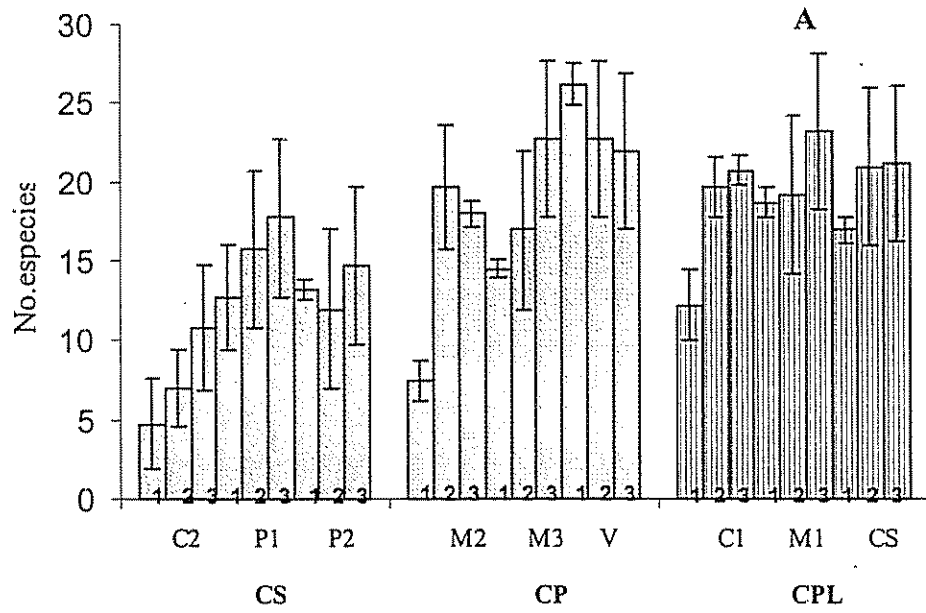


Figura 4. Número promedio de especies (A) e individuos (B) de homópteros en los sistemas de café sin sombra (CS), café-poró (CP) y café-poró-laurel (CPL). en cada una de las tres mediciones (1, 2, y 3), dentro de cada parcela. Turrialba, Costa Rica. 1998

V. DISCUSION

Aunque en la región de Turrialba, por estar en la vertiente del Caribe de Costa Rica, no hay una estacionalidad marcada, el extenso muestreo, por ocho meses, permitió recolectar un alto número de especies de Auchenorrhyncha en los cafetales, tanto en épocas secas como lluviosas. Antes de este estudio, los registros pertinentes en dicho país eran muy pobres, puesto que en café se habían recolectado apenas 19 especies de homópteros de este suborden: 15 especies de Cicadellidae y una de Aethalionidae, Cercopidae, Flatidae y Membracidae (M.Sc. Carolina Godoy 1997, INBio, com. pers.); asimismo, en porós se habían registrado apenas ocho especies de Cicadellidae, ocho de Membracidae y una de Fulgoridae (Hilje *et al.* 1993), y en el laurel una de Aethalionidae y otra de Cicadellidae (Hilje *et al.* 1991, Arguedas *et al.* 1997).

En esta investigación se recolectaron 131 especies, pertenecientes a 10 familias (Cuadro 1), de las cuales al menos tres no están descritas aún (M.Sc. Carolina Godoy 1997, INBio, com. pers.). La familia más abundante fue Cicadellidae, tanto en especies (82) como en individuos, con al menos el 58% de las especies y el 71% de los individuos, dependiendo del sistema; fue seguida por Membracidae y Cercopidae. Ocho de las familias están representadas en los tres sistemas estudiados; ninguna de las seis especies de Delphacidae y Dictyopharidae capturadas aparecieron en el café sin sombra.

Las tendencias en la abundancia relativa de las especies en general fue congruente entre los tres sistemas analizados (Fig. 1), así como con las observadas normalmente en las comunidades naturales (Krebs 1978, 1989, Magurran 1989). Es decir, unas pocas especies de homópteros fueron muy abundantes, algunas ocuparon una posición intermedia, y la mayoría estuvo representada por pocos individuos. Las más abundantes fueron cicadélidos, con densidades de hasta 1346, 1108 y 640 individuos, como sucedió con *Hebralebra nicaraguensis*, *Fusigonalia lativittata* y *Graphocephala* sp. 1, dependiendo de cada sistema.

Sin embargo, las curvas de rarefacción, que permiten predecir el número de especies esperado para cierto tamaño de muestra (Krebs 1989), difirieron entre los tres sistemas (Fig. 2). Su tendencia general fue análoga, de una curva creciente y desacelerada, lo cual significa que cuanto mayor fue la cantidad de muestras, fue mayor la probabilidad de capturar nuevas especies de homópteros, pero esto disminuyó progresivamente, hasta estabilizarse, en todos los casos. No obstante, al tomar una muestra de tamaño equivalente en cada uno de los sistemas, la cantidad de especies capturadas fue mayor en el café-poró, seguido por el de café-poró-laurel. Para la utilización de este método es necesario que los grupos comparados sean taxonómicamente afines y que los métodos de muestreo sean similares (Krebs 1989). Ambos requisitos se cumplieron en esta investigación, aunque los tamaños de muestras difirieron, pues en el café siempre se muestrearon 400 plantas por parcela, mientras que en el poró y laurel se muestrearon 20 árboles.

El predominio de las especies varió notoriamente entre los sistemas, los componentes y las parcelas, al punto de que las tres especies más abundantes estuvieron poco o nada representadas en los demás sistemas, componentes o parcelas. De ellas, solamente *F. lativittata* predominó en el componente de café, independientemente del tipo de sistema, excepto en tres parcelas. Su abundancia relativa fue mayor en el sistema café-poró (principalmente en Verbena), seguida por el café sin sombra, donde fue superada por una especie (*Graphocephala* sp. 1), y fue la más abundante en el café-poró-laurel en El Carmen, junto con *Scaphytopius ca. latidens*. Asimismo, aunque *Graphocephala* sp. 1 fue la especie más abundante en el café sin sombra, en el café de los otros dos sistemas apareció en muy baja cantidad. El caso de *H. nicaraguensis* es diferente, pues fue casi exclusiva del laurel; en el sistema de café-poró-laurel las especies predominantes en café fueron *F. lativittata* y *S. ca. latidens*, y en el poró lo fue *Empoasca* sp.

En el café hubo otras especies que, aunque no predominaron dentro de ningún sistema, mostraron valores intermedios de abundancia dentro de cada sistema, lo cual las convierte en representativas de dicho cultivo; tal fue el caso de *Oliarus* sp. y *Colpoptera* sp. en café sin sombra y *Neocoelidia* sp. y Cicadellidae n.sp. para café-poró. Sin embargo, hubo

especies que se presentaron en los tres sistemas, pero sus abundancias fueron diferentes, como sucedió con *Clastoptera* sp., la cual decreció marcadamente en el sistema café-poró-laurel. Asimismo, las especies más abundantes en el poró, y que lo prefirieron más que al café o al laurel fueron *Empoasca* sp., *Bothriocera* sp. y Derbidae sp. 1; aunque la abundancia de *Neocoelidia* sp. fue alta en poró en la parcela Verbena, en las demás parcelas el insecto prefirió al café, y también se alimentó en el laurel. En el caso del laurel, aparte de *H. nicaraguensis*, las especies más abundantes y típicas fueron *Omegalebra* n. sp., *Micrutalis* sp. y *H. panamensis*, las cuales aparecieron en cantidades muy bajas en el café o el poró.

La abundancia o densidad de especies particulares en uno de los sistemas o los componentes se puede interpretar como una expresión de su dominancia dentro de la comunidad de homópteros (Auchenorrhyncha), puesto que en las comunidades naturales las especies dominantes se pueden reconocer por su mayor densidad o biomasa (Krebs 1978). En este caso, es posible que lo sean porque aprovechen los recursos disponibles (nutrimentos) en cada sistema mejor que las otras especies, y esta ventaja competitiva les permita incrementar sus poblaciones más rápidamente.

Posiblemente el follaje del café, poró y laurel varían en su contenido y disponibilidad de nutrimentos para los homópteros, y éstos difieren en ciertos aspectos anatómicos y fisiológicos que les permiten aprovecharlos de manera diferencial. Por ejemplo, algunos cortes preliminares de hojas de café, poró y laurel revelan que las células del mesófilo del del café son más cortas que las de las otras dos especies y, además, la hoja tiene una cutícula gruesa. Por su parte, los homópteros del suborden Auchenorrhyncha varían en sus preferencias, y se especializan en alimentarse ya sea del floema y el mesófilo de la hoja, o del xilema; los primeros no secretan muchos líquidos, debido a que los nutrimentos están más concentrados, mientras que los segundos, por tener acceso a azúcares más diluidos, deben succionar grandes cantidades de líquidos, por lo que presentan una cámara filtradora más compleja, la cual concentra el alimento y excreta el líquido excedente (Backus 1985).

Por tanto, de las especies dominantes, *F. lativittata* (café-poró) y *Graphocephala* sp. 1 (café sin sombra) las que se alimentan de xilema, deben poseer un aparato bucal fuerte, que les permita romper una capa gruesa de células, muertas a la madurez, para poder alcanzar el xilema. Este tipo de homópteros tienen la parte delantera del aparato bucal más ancho y abultado (Backus 1986). En cambio, especies como *H. nicaraguensis* (casi exclusiva del laurel), y *Empoasca* sp. (poró) pertenecen a la subfamilia Typhlocybinae, cuyos miembros en su mayoría se alimentan principalmente de mesófilo (Ammar 1985); además, en algunas parcelas *H. nicaraguensis* fue más abundante en la estación lluviosa, lo cual quizás se relaciona con la producción de tejido nuevo; no obstante, este patrón no fue claro para *Empoasca* sp. en poró, posiblemente porque una de las podas de los árboles se efectúa en la estación lluviosa.

El análisis de la riqueza de especies a nivel de los sistemas reveló que ésta fue mayor en el café-poró, seguida por el café-poró-laurel y el café sin sombra, lo cual se reflejó directamente en el índice de diversidad de Margalef, puesto que éste da una medida de riqueza, al considerar su abundancia y dominancia, y no discrimina entre comunidades en que los números de individuos por especie sean más equitativos (Magurran 1989).

Los otros dos índices (Simpson y Shannon-Wiener) coincidieron en el mayor valor para el sistema café-poró, seguido por el café sin sombra, en lo cual difirieron del de Margalef (Cuadro 2). Esto obedece a que el índice de Simpson tiene un sesgo hacia las especies más abundantes y es menos sensible a la riqueza de especies (Magurran 1989), lo cual explica su bajo valor en el café-poró-laurel, donde una especie, *H. nicaraguensis*, fue muy abundante (1346 individuos); en cambio, puesto que el índice de Shannon-Wiener da más peso a las especies menos abundantes (Magurran 1989) el efecto de dicha especie no se percibió tanto. Asimismo, los índices pertinentes coincidieron en que la dominancia (Simpson) fue menor y la equidad mayor en los sistemas de café-poró y café sin sombra, en comparación con el café-poró-laurel, aunque entre ellos fueron equivalentes (Cuadro 2).

Puesto que el índice de Shannon-Wiener es el que mejor reúne y sintetiza los conceptos de riqueza y de equidad de especies, y es el más aceptado universalmente (Price 1975, Krebs 1978, 1989), la discusión subsiguiente se basará en los resultados obtenidos con dicho índice.

Su mayor valor para todo el sistema café-poró, seguido por el café sin sombra, inicialmente sugiere que el poró contribuyó directa o indirectamente en el incremento de la diversidad, y que la inclusión del laurel la disminuyó. Sin embargo, esta idea se contradice al desagregar el índice por parcelas, pues fue evidente que hubo valores altos y bajos entre éstas, independientemente del sistema al que pertenecían; los dos mayores valores se obtuvieron para el café-poró (La Montaña 2 y 3), seguidos por El Carmen, en el sistema café-poró-laurel (Cuadro 3).

Asimismo, su desagregación por componentes mostró que en el café la diversidad siempre fue mayor que en cualquiera de los otros componentes; la única excepción fue Verbena (café-poró), donde lo fue el poró. Además, los valores del índice fueron mayores en el café de los sistemas mixtos, en comparación con el café sin sombra, salvo en las parcelas de Verbena y El Carmen (café-poró-laurel); su máximo valor se obtuvo en una parcela de café-poró-laurel (Cabiria 1) y el menor en una de café-poró (Verbena) (Cuadro 4). Esto demuestra que la mayor diversidad en todos los sistemas se debió al aporte de especies de homópteros del café, pero que hubo un efecto importante de las localidades (parcelas) sobre los índices totales de cada sistema, debido posiblemente a variaciones de tipo climático, a prácticas agronómicas y químicas en el manejo del cultivo de café, y a efectos ecológicos, como la vegetación circundante de cada parcela .

La mayor diversidad de homópteros en el café posiblemente se explica, además de la mayor intensidad del muestreo (1200 redazos en café y 300 en poró y cedro por parcela, por fecha) a la mayor área sembrada, en comparación con el poró y el laurel, pues el "reclutamiento" de especies se incrementa al aumentar el área, como se ha documentado mundialmente para

las plagas del cacao y la caña de azúcar (Strong 1974, Strong *et al.* 1977). En la región de Turrialba las densidades de siembra típicas son de 5000-6000 plantas/ha, mientras que las del poró son de unos 270 árboles/ha y de laurel 70-150 árboles/ha. En este sentido, los árboles de poró y laurel podrían considerarse como "islas" en medio del café, y se les podría aplicar el concepto del número de especies/área, derivado de la biogeografía de islas (MacArthur y Wilson 1967), según el cual entre más pequeña y distante sea una isla, menor será su probabilidad de reclutar y albergar especies.

Aunque, por planta individual, el poró y el laurel tienen mucha mayor biomasa foliar que el café, lo cual podría compensar en parte la desventaja anterior, esto no necesariamente se reflejó en los recuentos de insectos, pues hubo limitaciones operativas para muestrear dichos árboles con la misma intensidad que los arbustos de café. En el caso del poró, las espinas de sus ramas y hojas dificultaron mucho el uso de la red, y en el laurel apenas se pudieron muestrear las partes más bajas, debido a su altura, sin embargo el número de árboles de poró y laurel muestreados fue el mismo.

Los índices en el poró siempre fueron inferiores a los del café, excepto en Verbena, quizás por la densidad de árboles (270 árboles/ha), la cual fue mayor que en las otras parcelas (155 árboles/ha); también fueron superiores a los de dos parcelas de café sin sombra (Pavones 2 y Cabiria 2). En el sistema café-poró-laurel los índices del poró siempre superaron a los del laurel. Un factor que no influyó en este estudio, pero que podría afectar los patrones de diversidad en el poró, es que dichos árboles se podan una o dos veces al año, como parte del esquema de manejo de la asociación café-poró, por lo que los homópteros y otros insectos deben recolonizarlos después de que rebrotan. En cambio, el laurel casi no es perturbado por prácticas silviculturales, pues apenas ocasionalmente se podan sus ramas inferiores.

Las cinco especies más abundantes en el poró también aparecieron en el café, aunque en menores cantidades, y unas pocas lo hicieron en el laurel, lo cual podría explicar cuál es la fuente de insectos para recolonizar el poró, cuando rebrota. Por ejemplo, *Empoasca* sp., que

tiene afinidad por plantas fijadoras de nitrógeno, como algunos de sus congéneres (Ammar 1985), apareció principalmente en poró, aunque también se presentó en el café. Es posible que especies como éstas permanezcan en el café durante la ausencia de follaje en el poró y que al colonizar éste optimicen su tasa reproductiva, alcanzando mayores poblaciones. Pero, además, la calidad nutritiva del poró podría explicar el hecho de que hubiera mayor riqueza de especies en el poró que en el laurel.

En la comparación del grado de similitud entre los sistemas, tres de los índices (Sorensen, Jaccard y Simpson) coincidieron en que los sistemas con mayor similitud entre sí fueron el café-poró y el café-poró-laurel; el único que discrepó fue el de Morisita, que ubicó esta comparación en el segundo lugar (Cuadro 5).

En términos teóricos, los dos primeros índices solamente consideran la presencia o ausencia de especies, mientras que los otros dos incluyen la abundancia relativa de las especies (Wolda 1981, Magurran 1989); el de Morisita es muy influenciado por la abundancia de la especie más común, mientras que en los de Jaccard y Sorensen todas las especies tienen el mismo peso, independientemente de si son abundantes o escasas. Todos los índices adquieren un valor de 1 en caso de haber similitud total entre las comunidades, y de 0 si son totalmente disímiles (Wolda 1981, Magurran 1989). Dado que los índices de Sorensen y Jaccard son muy similares conceptualmente y de los más aceptados universalmente (Krebs 1989), por simplicidad la discusión se basará en los resultados obtenidos con el índice de Jaccard.

La mayor similitud se obtuvo entre los sistemas de café-poró y café-poró-laurel, y las comparaciones entre los otros dos sistemas entre sí dieron resultados muy parecidos. Al desagregar el índice por sistema y comparar sus parcelas, los mayores valores se obtuvieron para parcelas cercanas geográficamente, como lo fueron Pavones 1 y 2 (café sin sombra), La Montaña 2 y 3 (café-poró) y La Montaña 1 y Cabiria 1 (café-poró-laurel) (Cuadro 6); las dos primeras eran casi colindantes, y las últimas cuatro se encuentran en los predios del

CATIE, en un radio de 2-3 km. Dentro de cada sistema, las diferencias entre las comparaciones fueron menores y muy parecidas (0,12 y 0,13) para el café-poró-laurel y el café-poró.

Dentro del sistema café-poró, la similitud entre ambos componentes en general fue muy parecida en las tres parcelas, pues la diferencia entre el mayor y el menor índice fue de apenas 0,12; el mayor valor se obtuvo en La Montaña 3 (Cuadro 7). Por su parte, dentro del sistema café-poró-laurel, las menores variaciones se presentaron entre el poró y laurel (0,11) y entre el café y poró (0,14), pero la mayor discrepancia se dio entre el café y el laurel (Cuadro 8), ya que de las 74 especies de homópteros presentes en el sistema café-poró-laurel, el café y el laurel apenas compartieron 23 especies.

El análisis de conglomerados permitió determinar el grado de afinidad en la composición de especies de homópteros por componente y entre componentes, para todas las parcelas y en cada sistema (Fig. 3). Para el café-poró, las mayores afinidades se detectaron según el componente y la cercanía geográfica, como lo fueron el poró de las parcelas de La Montaña 2 y 3 (Fig. 3A), mientras que las especies del poró en Verbena fueron las que más se diferenciaron de las demás. Sin embargo, este tipo de patrones definidos no se observaron en el café-poró-laurel, pues las mayores afinidades de especies no se ajustaron siempre a componentes comunes o la cercanía geográfica; por ejemplo, la mayor afinidad se detectó entre el café de La Montaña 1 y el laurel de El Carmen, así como entre el poró de estas mismas localidades (Fig. 3B); el laurel de Cabiria 1, así como el café de dicha localidad, fueron los más disímiles en el sistema.

Al realizar un análisis más detallado por sistemas, localidades y componentes, se observó que la menor similitud entre el café sin sombra y el café-poró-laurel se explica porque compartieron apenas 37 (38%) de las 97 especies presentes en ambos sistemas (Anexo 2), mientras que el café-poró y el café-poró-laurel compartieron 55 (51%) de las 107 especies

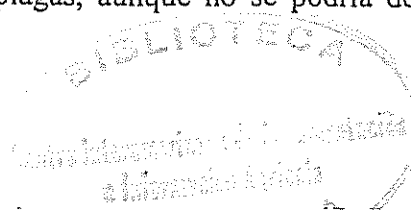
presentes en ambos. En la abundancia de individuos por especie sobresalieron *Empoasca* sp., *Neocoelidia* n. sp. y *S. latidens*.

Al desagregar por componentes y parcelas, en el sistema café-poró, en el café de dos localidades tan cercanas como La Montaña 2 y 3 había 22 especies (42%) en común, de un total de 52, mientras que Verbena, que está geográficamente distante de La Montaña 2 y 3, compartió con éstas el 28 (46%) y 21 (33%) de las especies, de un total de 61 y 63 especies, respectivamente. En general, sobresalieron *F. lativittata* y *Neocoelidia* sp., las cuales en Verbena fueron muy altas.

Para el sistema café-poró-laurel, en el café, La Montaña 1 y Cabiria 1, ambas muy cercanas, compartieron 23 especies (51%) de un total de 45, entre ellas *S. latidens* y *Neocoelidia* sp. Contradictoriamente, El Carmen y Cabiria 1, distantes geográficamente, compartieron 22 especies (49%), de un total de 45 especies.

También hubo diferencias para las especies e individuos (Fig. 4), según las interacciones entre localidades y mediciones (repeticiones), dentro y entre sistemas, lo cual indica que hubo efectos particulares de algunas parcelas dentro y entre sistemas, que hicieron que los números de especies e individuos variaran significativamente (Anexo 3). Por ejemplo, para el café-poró en La Montaña 3 hubo diferencias significativas ($P \leq 0,001$) en las mediciones 1-3, tanto para especies como para individuos, al igual que sucedió para La Montaña 2 medición 1-2 y Verbena en la medición 1-2 para individuos (Cuadro 11). Sin embargo, hubo algunas parcelas donde las mediciones no difirieron, debido posiblemente a que dichas mediciones se hicieron en fechas muy cercanas, como sucedió en Verbena medición 2-3.

En realidad, aunque la densidad de algunas especies de homópteros fue relativamente alta en los tres sistemas estudiados, en ningún caso estas densidades alcanzan importancia económica. En los agroecosistemas cafetaleros de Costa Rica no se ha informado de homópteros del suborden Auchenorrhyncha como plagas, aunque no se podría descartar



totalmente que algunos pudieran causar ciertos daños, los cuales resultan imperceptibles debido al tipo de alimentación de estos insectos; en cambio, algunas especies del suborden Sternorrhyncha, como escamas (Coccidae) y cochinillas o piojos harinosos (Pseudococcidae) se consideran como plagas ocasionales o secundarias (ICAFE-MAG 1989). En dicho país hasta ahora se ha documentado la estabilidad en las densidades poblacionales del minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella*), la cochinilla harinosa (*Planococcus citri*) y la escama del café (*Saissetia coffeae*), así como la de sus parasitoides (Cerda *et al.* 1996). Cuando dicho balance se ha alterado por causas externas, como el efecto de la ceniza en erupciones volcánicas o el uso indebido de insecticidas, se han presentado brotes severos de estos y otros insectos (Hamilton 1967, Wille y Fuentes 1975, Quezada y Rodríguez 1989).

Esta homeostasis posiblemente obedece a que en estos agroecosistemas dichos insectos pueden mantener su continuidad generacional, debido a la permanencia temporal del sistema, y a que casi todos tienen enemigos naturales que se mantienen allí, por sus condiciones estables y el suplemento constante de hospedantes (Le Pelley 1968). No obstante, hasta ahora se desconoce el efecto de los árboles de sombra sobre la estabilidad de este agroecosistema, desde el punto de vista entomológico, aunque se han documentado varias de sus ventajas agronómicas, ecofisiológicas y hasta fitopatológicas (Fournier 1988, Perfecto *et al.* 1996a, Beer *et al.* 1998, Rice y Ward 1996).

Los resultados de la presente investigación indican que, en los sistemas estudiados, el cultivo de café tiene mayor diversidad de especies de homópteros que los árboles acompañantes (poró y laurel), la cual aumenta en los sistemas mixtos y, además, que tal diversidad es mayor en el sistema de café-poró. Estos hallazgos en general son congruentes con los datos disponibles, obtenidos para varios grupos de himenópteros y coleópteros en Costa Rica y México, los cuales coinciden en que en las plantaciones de café tradicional, con abundante sombra, la diversidad de especies es mayor que en plantaciones de café sin sombra (Benítez y Perfecto 1989, Nestel *et al.* 1993, Perfecto y Snelling 1995, Perfecto y Vandermeer 1994, 1996, Perfecto *et al.* 1996a, 1996b).

Sin embargo, los resultados para el sistema café-poró-laurel, que es fisonómica y ecológicamente más complejo que el café sin sombra y el café-poró, discreparon de este patrón. Es muy posible que esto se debiera al efecto específico de algunas localidades (parcelas). Además, el sistema café-poró-laurel posiblemente es menos tecnificado y requiere menos insumos químicos (Dr. John Beer 1998, CATIE, com. pers.). En este sentido, el mayor suministro de fertilizantes en el café sin sombra podría incrementar la abundancia y disponibilidad de ciertos elementos, lo cual podría aumentar la preferencia de ciertas especies de homópteros hacia el café. Por ejemplo, varios congéneres de *Clastoptera* sp., que se encontró principalmente en café, se encuentran principalmete en plantas fijadoras de nitrógeno (Thompson 1994).

El café sin sombra por lo general es más tecnificado, requiere de más insumos químicos, tal vez este suministro de insumos externos este aportando alimentos nutricionales necesarios para la preferencia de los homópteros por el café, tal es el caso de *Clastoptera* sp. que se encontró principalmente en café y, según Thompson (1994), especies de este genero se encuentran principalmete en plantas fijadoras de nitrógeno.

En todo caso, se desconoce el mecanismo mediante el cual los árboles de sombra, y sobre todo el poró, contribuyen en el aumento de la diversidad de especies de homópteros y a la estabilidad del sistema, los cuales no necesariamente están interrelacionadas (Krebs 1978). Para esclarecer esto sería necesario realizar estudios en que se puedan controlar algunas variables claves, lo cual no se pudo hacer en esta investigación, por razones de tipo práctico, pues se trataba de finças comerciales de café.

Las tendencias generales de esta investigación refuerzan la idea de que los sistemas perturbados, como los agroecosistemas de café, pueden contener numerosas especies de insectos, y ameritan ser estudiados desde el punto de vista de su bodiversidad (Perfecto *et al.* 1996a), aunque ésta no tenga importancia económica evidente. En el caso de esta

investigación, inicialmente se pretendía esclarecer algunas relaciones funcionales de la diversidad, mediante el estudio de la diversidad y abundancia de los parasitoides de algunos Cicadellidae (Hanson 1991) presentes en los tres sistemas, pues dicho conocimiento podría contribuir a sugerir formas de aprovechar la sombra desde el punto de vista fitosanitario.

Por ello, se pretendía valorar las posibles conexiones de tipo trófico los homópteros y sus parasitoides, así como el posible papel del componente arbóreo como reservorio de parasitoides, y su efecto positivo para el agroecosistema total. Lamentablemente, esto no se pudo realizar porque hubo dificultades no solo para el muestreo de huevos en el follaje, y la manipulación y crianza de las ninfas en el laboratorio, para obtener sus enemigos naturales, sino también por la complejidad del grupo de insectos elegido, tanto en sus aspectos taxonómicos como biológicos y ecológicos.

VI. CONCLUSIONES

1. En los tres tipos de agroecosistemas de café estudiados, el 58% de las especies y el 71% de los individuos perteneció a la familia Cicadellidae, la cual fue seguida en abundancia por Membracidae y Cercopidae.
2. En cada tipo de agroecosistema hubo una especie predominante, como lo fue *Graphocephala* sp. 1 (café sin sombra), *Fusigonalia lativittata* (café-poró) y *Hebralebra nicaraguensis* (café-poró-laurel), pero estas especies estuvieron poco o nada representadas en los demás sistemas, componentes o parcelas. De ellas, solamente *F. lativittata* predominó en el componente de café, independientemente del tipo de sistema.
3. Tanto la riqueza como la diversidad de especies de homópteros fueron mayores en el sistema de café-poró, mientras que no hubo tendencias claras al respecto para los sistemas de café sin sombra y café-poró-laurel, debido en parte al efecto específico de algunas localidades (parcelas), como también sus mediciones (repeticiones).
4. El cultivo de café mostró la mayor diversidad de especies, y los valores de ésta se incrementaron en los sistemas mixtos (café-poró y café-poró-laurel), donde superó al poró o al laurel.
5. Los sistemas con mayor similitud de especies entre sí fueron el café-poró y el café-poró-laurel, pero la composición de especies por componente y por parcela (localidad) varió mucho, dependiendo en gran parte de la ubicación geográfica de las parcelas y de la fecha de muestreo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios en una sola área geográfica y, de ser posible, con parcelas más homogéneas en cuanto a sus características (variedad, distancias de siembra, tipos de sombra, etc.) y su manejo agronómico.
2. Seleccionar una sola familia, como Cicadellidae, y profundizar los estudios de tipo biológico y ecológico, como sus requerimientos nutricionales y patrones de movimiento, para entender mejor su relación con los diferentes componentes de los sistemas agroforestales de café.
3. Desarrollar métodos apropiados para la crianza de ninfas, que permitan obtener sus parasitoides, para estudiar sus aspectos biológicos y diversidad, así como su papel como reguladores de las poblaciones de homópteros en relación con los árboles de sombra en los cafetales.
4. Establecer procedimientos adecuados para el muestreo de huevos, que permitan complementar aspectos de tipo biológico, para lo cual es necesario tener un conocimiento previo de las preferencias de los sitios de oviposición de las especies homópteros.
5. Efectuar estudios que permitan cuantificar la importancia económica de algunas especies de homópteros (Auchenorrhyncha) en el cultivo de café.

VIII. LITERATURA CITADA

- AMMAR, E.D. 1985. Internal morphology and Ultrastructure of leafhoppers and planthoppers. *In* The leafhoppers and planthoppers. New York, John Wiley & Sons. p.129-162.
- ARGUEDAS, M.; HILJE, L.; CHAVERRI, P.; QUIROS, L.; ARAYA, C.; SCORZA, F. 1997. Catálogo de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. 2 ed. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 66 p.
- ARNETT, R.A; JACQUES, R.L.1981. A Guide to insects. New York, Simon and Schuster's. 511p.
- BACKUS, E.A. 1985. Anatomical and sensory mechanisms of planthopper and leafhopper feeding behavior. *In* The leafhoppers and planthoppers. New York, John Wiley & Sons. p.163-188.
- BEER, J. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao an tea. *Agroforestry Systems* 5: 3-13.
- BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.
- BEER, J.W.; FASSBENDER, H.W.; HEUVELDOP, J. 1987. Advances in agroforestry research. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 379 p.
- BENITEZ, J.; PERFECTO, I.1989. Efecto de diferentes tipos de manejo de café sobre las comunidades hormigas. *Agroecología Neotropical* 1(1) : 11-15.
- BORROR, D.J; DELONG, D. M.; TRIPLEHORN, C. 1981. An introduction to the study of insects, 5 ed. Holt, Rinehart and Winston. New York, 852p.
- BORROR, D.J; WHITE, R.E.1970. A field guide insects america north of Mexico. Boston, Houghton Mifflin Company. 404 p.
- DeBACH, P. 1974. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press. 323p.

- DENLINGER, D.L. 1980. Dormancy in tropical insects. *Ann. Rev., Entomol.* 31: 239-264.
- DIETRICH, C.H.; LEWIS, L.D. 1991. Revision of the neotropical treehopper Tribe Aconophorini (Homoptera: Membracidae). *Technical Bulletin* 293: 1-134.
- DOLLING, W.R. 1991. Auchenorrhyncha. *In* The hemiptera. Oxford, Oxford University Press. p.143-162.
- FLYNN, J.E.; KRAMER, J.P. 1983. Taxonomic study of planthopper genus *Cedusa*. *In* the Americas (Homoptera: Fulgoroidea: Derbidae). *Entomography* 2:121-260.
- FOURNIER, L.A. 1988. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra un enfoque agronómico y ecofisiológico. *Agronomía Costarricense* 12(1): 131-146.
- GUTIERREZ, G. 1994. Caficultura costarricense. *In* Atlas Agropecuario de Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica p. 275-285
- HAMILTON, D.W. 1967. Injurious and beneficial insects in coffee plantations of Costa Rica and Guatemala. *Journal of Economic Entomology* 60(5): 1409-1413.
- HANANIA, C. 1989. Cafeto. *In* Andrews, K. Quezada, J.R. Manejo Integrado de Plagas insectiles en la agricultura. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana p. 432-443.
- HANSON, P. 1991. Los parasitoides asociados al cafeto en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 20-21: 8-10.
- HILJE, L.; SHANNON, P.; COTO, D. 1993. Insectos asociados con *Erythrina* spp. en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 28: 36-42.
- HORN, J. D. 1976. *Biology of insects*. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 419 p.
- ICAFFE. 1997. Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica. San José, Costa Rica. 99p.

- ICAFFE. 1997. Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica. San José, Costa Rica. 99 p.
- ICAFFE-MAG. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 6 ed San José, Costa Rica. 122 p.
- JANSEN, 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: Effects of season, vegetation types, elevation, time of day and insularity. *Ecology*, 54:687-708.
- KETTLER, J.S. 1995. A new insect pest of *Erythrina poeppigiana* in Costa Rica. Nitrogen Fixing Tree Research Reports 13: 51-53.
- KREBS, C.J. 1978. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 2 ed Harper & Row, New York. 678 p.
- LE PELLEY, R.H. 1968. Pests of coffee. London, Longmans Green. 590 p.
- MacARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Monographs in Population Biology No.1. Princeton University Press, New Jersey. 203 p.
- LOYE, J.E. 1992. Ecological diversity and host plant relationships of treehoppers in a lowland tropical rainforest (Homoptera: Membracidae and Nicomiidae). *In* Insects of Panama and mesoamerica. Oxford University Press. p. 281-289.
- MacARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Monographs in Population Biology No.1. Princeton University Press, New Jersey. 203 p.
- MAGURRAN, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. 1a ed.
- McAUSLANE, H.M.; JOHNSON, F.A.; KNAUFT, D.A.; COLVIN, D.L. 1993. Seasonal and within-plant distribution of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in peanuts. *Environ. Entomol.* 22: 1043-1050
- MCKARNEY, S.H.; DEITZ, L.L. 1991. Revision of the neotropical treehopper genus *Metcafiella* (Homoptera: Membracidae). *Agric. Res. Ser. Tech. Bull.* 294: 1-89.

- NESTEL, D.; DICKSCHEN, F.; ALTIERI, M., 1992. Diversity patterns of soil macro-Coleoptera in Mexican shade and unshaded coffee agroecosystem: An indication of habitat perturbation. *Biodiversity and Conservation* 2:70-78
- NESTEL, D.; DICKSCHEN, F.; ALTIERI, M., 1992. Diversity patterns of soil macro-Coleoptera in Mexican shade and unshaded coffee agroecosystem: An indication of habitat perturbation. *Biodiversity and Conservation* 2:70-78
- O'BRIEN, L.O; WILSON, S.W. 1985. Planthoppers systematics and external morphology. *In* Nault, L.R; Rodriguez, J.G. The leafhoppers and planthoppers. New York, John Wiley & Sons. p. 63-67.
- OTS-CATIE. 1986. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. OTS-CATIE. San José, Costa Rica. 818 p.
- PERFECTO, I.; RICE, R.A; GREENBERG, R.; VAN DER VOORT, M. 1996 a. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46(8): 598-608.
- PERFECTO, I.; SNELLING, R. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: Ants in coffee plantation. *Ecological Applications* 5(4): 1084-1097.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. ; HANSON, P.; CARTIN, V. 1996 b. Arthropod biodiversity loss and the transformation of tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation*. (En prensa).
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. 1994. Understanding biodiversity loss in agroecosystems: Reducción of ant diversity resulting from transformation of the ecosystem in Costa Rica. *Entomol. (Trends in Agril. Sci.)* 2: 7-13.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. 1996. Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. *Oecologia* 108: 577-583
- PRICE, P.W. 1975. *Insect ecology*. John Wiley & Sons, New York. 514 p.
- QUEZADA, J.R. ; RODRIGUEZ, A. 1989. Brote de larvas de *Rothschildia orizaba* (Lepidoptera : Saturniidae) en café, una experiencia en manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 12: 21-32.
- RICE , R.; WARD, J. 1996. Coffee, conservation, and commerce in the Western Hemisphere. Washington DC. Smithsonian Migratory Bird Center. 47 p.

- SAUNDERS, J.L.; ENRIQUEZ, G.A. 1989. Cacao. In Andrews, K. Quezada, J.R. Manejo Integrado de Plagas insectiles en la agricultura. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana p. 457-470.
- SAUNDERS, J.L.; COTO, D. T.; KING, A.B.S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. .Serie técnica. Manual técnico / CATIE; No. 29 305p.
- STRONG, D.R. 1974. Rapid asymptotic species accumulation in phytophagous insect communities. *Science* 185: 1064-1066.
- STRONG, D.R.; McCOY, E.D.; REY, J.R. 1977. Time and the number of herbivore species: The pests of sugarcane. *Ecology* 58(1): 167-175.
- STRONG, D.R.; McCOY, E.D.; REY, J.R. 1977. Time and the number of herbivore species: The pests of sugarcane. *Ecology* 58(1): 167-175.
- THOMPSON, V. 1994. Spittlebug indicators of nitrogen-fixing plants. *Ecological Entomology* 19: 391-398.
- TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical.
- WAY, M.j. 1963. Mutualism between ants and honey-dew. *Brazil Bonn Zool. Beitr*, 24 (1-2):7-14.
- WESTLEY, S.B.; POWELL, M.H. (eds.). 1993. *Erythrina* in the New and Old Worlds. Nitrogen Fixing Tree Association. Hawaii. 358 p.
- WILLE, A.; FUENTES, G. 1975. Efecto de las ceniza del volcán Irazú (C.R) en algunos insectos. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 23(2): 165-175.
- WILSON, M.R.; CLARIDGE, M.F. 1991. Handbook for the identification of leafhopper and planthoppers of rice. Wallingford, UK, CAB/Natural Resources Institute. 142 p.
- WOLDA, H. 1977. Fluctuations of some Homoptera in a neotropical forest. *Geo Eco Trop.* 3:229-257.
- WOLDA, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Jour. Animal Ecol.* 47:369-381.

- WOLDA, H. 1982. Seasonality of Homoptera on Barro Colorado Island. *In* The ecology of a tropical forest. Smithsonian Institution Press. Washintong, D.C. p 319-330.
- WOLDA, H. 1983. "Long-term" stability of tropical insect populations. *Res. Popul. Ecol. Suppl.* 3: 112-126.
- WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: Why?. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19:1-18.
- WOLDA, H. AND RAMOS, J.A.1992. Cicadas in Panamá: Their distribution, seasonality, and diversity (Homoptera: Cicadoidea). *In* Insects of Panama and Mesoamerica. Oxford University Press. p.271-279
- WOOD, T.K. 1979. Sociality in the Membracidae (Homoptera). *Misc. Pub. Ent. Soc. Amer.* 11(3):15-21.
- WOOD, T.K. 1993. Diversity in the new world Membracidae. *Annu. Rev.* 38:409-35.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
RESUMEN ACUMULADO DE DATOS CLIMÁTICOS HASTA 1996
ESTACION: CATIE, TURRIALBA, COSTA RICA

ANEXO 1

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
TEMPERATURA (C)														
PROMEDIO DE MAXIMAS	25.8	26.2	27.0	27.4	28.0	27.8	27.2	27.5	27.9	27.7	26.7	26.0	325.2	27.1
PROMEDIO DE MINIMAS	16.4	16.4	17.0	17.9	18.7	18.9	18.6	18.5	18.5	18.4	18.2	17.2	214.7	17.9
MEDIA	20.5	20.7	21.4	22.0	22.6	22.4	22.0	22.1	22.3	22.1	21.6	20.8	260.5	21.7
PRECIPITACION (mm)														
PROMEDIO MENSUAL	170	139	85	121	227	279	273	252	249	254	262	308	2619	218
RADIACION SOLAR (MJ/m²)														
PROMEDIO DIARIO	15.6	17.7	19.2	19.2	18.1	16.6	15.6	16.9	17.7	17.5	15.0	14.5	203.6	17.0
BRILLO SOLAR (horas)														
PROMEDIO DIARIO	4.7	5.0	5.3	5.1	4.7	4.2	3.7	4.1	4.5	4.7	4.3	4.1	54.4	4.5
HUMEDAD RELATIVA (%)														
PROMEDIO	87.2	86.1	84.9	85.6	87.4	88.9	89.5	89.0	88.5	88.8	89.6	88.9	1054.4	87.9
PROMEDIO DE MINIMAS	58.6	56.8	55.8	56.7	58.4	60.2	61.3	59.4	58.0	59.7	62.4	61.1	708.4	59.0
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (Penman)														
TOTAL MENSUAL (mm)	75	77	96	94	92	82	79	85	86	86	72	70	994	83
VELOCIDAD VIENTO (m/s)														
PROMEDIO DIARIO	0.89	0.96	1.05	0.88	0.82	0.75	0.75	0.74	0.75	0.76	0.74	0.75	9.84	0.82

OBSERVACIONES EN EL PERIODO: TEMPERATURA : 1959-1996 (38 AÑOS)
 PRECIPITACION : 1942-1996 (55 AÑOS)
 RADIACION SOLAR : 1965-1996 (32 AÑOS)
 BRILLO SOLAR : 1959-1992 (34 AÑOS)
 HUMEDAD RELATIVA : 1959-1996 (38 AÑOS)
 EVAPOTRANSPIRACION : 1959-1996 (38 AÑOS)
 VIENTO : 1985-1996 (12 AÑOS)

Latitud: 9°53' N.
 Longitud: 83°38' O.
 Altitud: 602 msnm

ELABORADO POR:
 FRANCISCO JIMENEZ O.

Anexo 2. Familias y especies encontradas en los tres tipos de sistemas de café. Turrialba, Costa Rica. 1998

Familia	Café	Café- poró		Café-poró- laurel		
		Café	Poró	Café	Poró	Laurel
Cercopidae						
<i>Aenolamia postica</i>	0	1	0	0	0	0
Cercopidae sp.1	0	0	1	0	0	0
Cercopidae sp.2	0	0	2	0	0	0
<i>Clastoptera</i> sp	294	290	45	28	5	5
<i>Sphenorhina conspicua</i>	0	1	0	0	0	0
Cicadellidae						
<i>Agallia panamensis</i>	5	0	0	1	0	0
<i>Agallia</i> sp.1	0	1	0	0	0	0
<i>Agallia</i> sp.2	1	0	0	0	0	0
<i>Agallia</i> sp.3	1	1	1	0	0	0
<i>Agalliopsis flagelata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Agalliopsis</i> sp	3	0	0	0	0	0
<i>Agalliopsis</i> sp.1	1	0	0	0	0	0
<i>Agrosoma placetis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Bahita</i> sp.	10	19	1	18	1	2
<i>Baleja flavoguttata</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Caldwellioliola reservata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Carneocephala dyeri</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Carneocephala</i> sp.	0	1	0	0	0	0
Cicadellidae n. sp.	67	266	12	40	5	1
Cicadellidae sp.1	0	1	0	0	0	2
Cicadellidae sp.2	0	0	1	0	0	1
Cicadellidae sp.4	0	1	0	0	0	0
Cicadellidae sp.5	0		0	1	1	0
Cicadellidae sp.8	0	7	0	1	0	0
Cicadellidae sp.9	0	0	0	1	0	0
Cicadellidae sp.7	1	0	0	0	0	0
Cicadellidae sp.10	0	0	0	0	0	1
Cicadellidae sp.11	0	1	0	0	0	0
Cicadellidae sp.19	0	1	0	0	0	0
<i>Curtara</i> sp.	5	12	2	23	0	1
<i>Diestostemma schmidti</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Dilobopterus instratus</i>	0	2	0	0	0	0
<i>Dilobopterus pardalinus</i>	2	15	2	0	0	0
<i>Empoasca</i> sp	7	26	191	11	315	34
<i>Erythrogonia areolata</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Fusigonalia lativittata</i>	411	1066	42	157	2	1
<i>Graminella</i> sp.	1	0	0	0	0	1
<i>Graphocephala coccinea</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Graphocephala permagna</i>	272	113	11	0	0	0
<i>Graphocephala</i> sp.1	640	22	6	2	0	0
<i>Graphocephala</i> sp.2	70	72	6	62	0	0
<i>Graphocephala</i> sp.3	79	29	6	28	2	0
<i>Gypona ca. axena</i>	6	0	0	0	0	0
<i>Gypona postica</i>	4	2	0	1	0	0

<i>Gypona</i> sp.1	8	2	0	4	0	0
<i>Gypona</i> sp.2	0	2	1	1	0	0
<i>Gypona</i> sp.3	0	2	0	1	1	0
<i>Gypona</i> sp.4	1	0	0	4	0	0
<i>Gypona</i> sp.5	0	0	0	1	0	0
<i>Gypona</i> sp.6	7	0	0	0	0	0
<i>Hebralebra nicaraguensis</i>	0	0	1	17	5	1324
<i>Hebralebra panamensis?</i>	0	0	1	0	1	80
<i>Hecalapona</i> sp?	38	35	1	34	1	0
Idiocerinae sp	1	0	0	0	0	0
<i>Juliaca pulla</i>	42	20	3	0	0	0
<i>Ladoffa sannionis</i>	0	2	0	1	0	0
<i>Ladoffa variolaria?</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Macugonalia testudinaria</i>	14	15	0	0	0	0
<i>Macunolla ventralis</i>	17	19	0	0	0	0
<i>Microgoniella sociata</i>	61	46	5	10	0	0
<i>Neocoelidia</i> sp.	199	317	173	110	92	33
<i>Omegalebra</i> n.sp.	0		0	19	7	512
<i>Omegalebra</i> sp.1	0	0	0	0	0	23
<i>Oncometopia clarior</i>	00	0	0	0	1	0
<i>Oncometopia</i> n.sp	1	1	0	0	3	1
<i>Oncometopia</i> sp.	2	5	0	2	1	0
<i>Oncometopia</i> sp.1	0	3	0	0	0	0
<i>Osbornellus affinis</i>	12	31	7	16	11	1
<i>Osbornellus ca. rarus</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Pilosana bivirgata</i>	4	2	0	1	0	0
<i>Pilosana gratiosa</i>	0	7	1	2	0	0
<i>Plesiomata</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Polana</i> sp.1	5	20	5	32	3	16
<i>Polana</i> sp.2	0	0	0	1	0	0
<i>Scaphytopius ca. latidens</i>	109	151	12	155	6	20
<i>Scaphytopius</i> sp.1	0	3	0	0	0	0
<i>Sibovia accatoria</i>	3	0	0	0	0	0
<i>Stephanolla rufopicata</i>	0	2	1	4	0	0
<i>Tylozygus geometricus</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Xestocephalus tessellatus</i>	2	2	2	1	0	0
<i>Xestocephalus</i> sp.	1	0	0	0	0	0
Cixiidae						
<i>Bothriocera</i> sp.	1	67	121	17	50	28
<i>Oliarus</i> sp	144	72	32	8	2	19
Delphacidae						
Delphacidae sp.3	0	1	1	0	1	0
Delphacidae sp.4	0	0	0	0	1	0
Herpis?	0	0	0	0	0	1
Derbidae						
Derbidae sp.1	3	6	78	6	46	19
Derbidae sp.2	0	0	10	0	1	3
Derbidae sp.3	0	0	4	0	1	0
Dictyopharidae						
<i>Myndus</i> sp.	0	1	0	0	2	1

<i>Taosa herbida</i>	0	8	28	1	1	0
Flatidae						
Flatidae sp. 1	4	6	4	2	1	0
Flatidae sp. 2	0	1	0	0	0	0
Flatidae sp. 3	0	1	3	0	2	1
Flatidae sp. 4	0	2	2	1	1	0
Issidae						
<i>Colpoptera</i> sp.	108	57	35	21	14	32
<i>Colpoptera</i> sp. 1	1	21	10	7	3	8
Issidae sp.	0	1	0	1	0	0
Membracidae						
<i>Amastris</i> sp.	1	2	6	3	11	1
<i>Bolbonota</i> sp.	27	53	58	19	19	3
<i>Dysyncritus</i> sp.	0	1	1	0	0	0
<i>Dysyncritus</i> sp. ?	0	3	7	1	1	0
<i>Enchenopa</i> sp.	0	2	1	0	1	0
<i>Enchophyllum</i> sp.	1	6	19	6	22	0
<i>Erechtia</i> sp.	0	0	1	1	2	0
<i>Hyphinoe asphaltica</i>	0	2	0	0	0	0
<i>Ischnocentrus niger?</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ischnocentrus</i> sp.	0	0	0	1	2	0
<i>Membracis peruviana</i>	0	1	45	0	2	0
<i>Micrutalis</i> sp.	0	0	0	1	0	100
<i>Smiliinae amastrini</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Smiliinae ceresini</i>	2	0	3	1	1	0
<i>Stictopelta</i> sp.	0	0	0	0	1	0
<i>Tolania</i> sp.	0	0	1	0	1	0
Tribu Ceresini	1	1	10	0	6	1
Tropiduchidae						
<i>Cyphoceratopini colgorma?</i>	17	15	10	5	6	29
Tropiduchidae sp. 1	0	0	0	0	0	1
Tropiduchidae sp. 2	0	0	1	0	0	0
TOTAL	2726	2974	1039	899	666	2308

ANEXO 3. General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
SISTEMA	3	CP CPL CPS
LOCAL	9	Cab-1 Cab-2 Mon-1 Mon-2 Mon-3 Pav-1 Pav-2 Sui Ver
REP	3	1 2 3
CUADRAN	4	1 2 3 4

Number of observations in data set = 108

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: SPP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	53	3267.407407	61.649196	8.94	0.0001
Error	54	372.333333	6.895062		
Corrected Total	107	3639.740741			

R-Square	C.V.	Root MSE	SPP Mean
0.897703	15.66803	2.625845	16.75926

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SISTEMA	2	1182.351852	591.175926	85.74	0.0001
LOCAL (SISTEMA)	6	912.222222	152.037037	22.05	0.0001
ADRA (SISTEM*LOCAL)	27	231.166667	8.561728	1.24	0.2452
REP	2	442.907407	221.453704	32.12	0.0001
SISTEMA*REP	4	28.648148	7.162037	1.04	0.3958
LOCAL*REP (SISTEMA)	12	470.111111	39.175926	5.68	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SISTEMA	2	1182.351852	591.175926	85.74	0.0001
LOCAL (SISTEMA)	6	912.222222	152.037037	22.05	0.0001
ADRA (SISTEM*LOCAL)	27	231.166667	8.561728	1.24	0.2452
REP	2	442.907407	221.453704	32.12	0.0001
SISTEMA*REP	4	28.648148	7.162037	1.04	0.3958
LOCAL*REP (SISTEMA)	12	470.111111	39.175926	5.68	0.0001

Tests of Hypotheses using the Type III MS for ADRA (SISTEM*LOCAL) as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SISTEMA	2	1182.351852	591.175926	69.05	0.0001
LOCAL (SISTEMA)	6	912.222222	152.037037	17.76	0.0001

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: INDIV

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	53	437201.7407	8249.0894	18.07	0.0001
Error	54	24657.0000	456.6111		
Corrected Total	107	461858.7407			

R-Square	C.V.	Root MSE	INDIV Mean
0.946614	21.74702	21.36846	98.25926

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SISTEMA	2	27699.7963	13849.8981	30.33	0.0001
LOCAL (SISTEMA)	6	287471.6111	47911.9352	104.93	0.0001
ADRA (SISTEM*LOCAL)	27	15218.0000	563.6296	1.23	0.2509
REP	2	24055.3519	12027.6759	26.34	0.0001
SISTEMA*REP	4	19547.7593	4886.9398	10.70	0.0001
LOCAL*REP (SISTEMA)	12	63209.2222	5267.4352	11.54	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SISTEMA	2	27699.7963	13849.8981	30.33	0.0001
LOCAL (SISTEMA)	6	287471.6111	47911.9352	104.93	0.0001
ADRA (SISTEM*LOCAL)	27	15218.0000	563.6296	1.23	0.2509
REP	2	24055.3519	12027.6759	26.34	0.0001
SISTEMA*REP	4	19547.7593	4886.9398	10.70	0.0001
LOCAL*REP (SISTEMA)	12	63209.2222	5267.4352	11.54	0.0001

Tests of Hypotheses using the Type III MS for ADRA (SISTEM*LOCAL) as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SISTEMA	2	27699.7963	13849.8981	24.57	0.0001
LOCAL (SISTEMA)	6	287471.6111	47911.9352	85.01	0.0001

General Linear Models Procedure

Level of SISTEMA	N	Mean	SD	Mean	SD
-----SPP-----			-----INDIV-----		
CP	36	18.9444444	5.86000704	111.472222	87.1837095
CPL	36	19.2500000	3.63612824	107.583333	40.3706930
CPS	36	12.0833333	4.75920161	75.722222	56.3360383

Level of LOCAL	Level of SISTEMA	N	Mean	SD	Mean	SD
-----SPP-----			-----INDIV-----			
Mon-2	CP	12	15.0833333	6.06717447	45.083333	26.2659764
Mon-3	CP	12	18.0833333	4.05548637	65.666667	21.3086979
Ver	CP	12	23.6666667	3.82178762	223.666667	47.0325484
Tab-1	CPL	12	17.5833333	4.27377486	92.916667	40.1847061
Mon-1	CPL	12	20.4166667	2.96826651	131.166667	39.1566396
Qui	CPL	12	19.7500000	3.19445542	98.666667	33.3093853
Tab-2	CPS	12	7.5000000	3.84943916	24.083333	11.1392699
Av-1	CPS	12	15.4166667	3.17542648	99.083333	44.9574715
Av-2	CPS	12	13.3333333	3.22865954	104.000000	59.8027059

Level of REP	N	Mean	SD	Mean	SD
-----SPP-----			-----INDIV-----		
1	36	14.1111111	6.47535009	80.416667	80.1845639
2	36	17.1388889	5.24896059	97.416667	55.6798886
3	36	19.0277778	4.67507745	116.944444	54.5788784

Level of SISTEMA	Level of REP	N	Mean	SD	Mean	SD
-----SPP-----			-----INDIV-----			
P	1	12	16.0833333	8.18489000	114.416667	118.814185
P	2	12	19.8333333	3.85730319	106.833333	77.034624
P	3	12	20.9166667	3.65459445	113.166667	64.013966
PL	1	12	16.0000000	3.64317544	83.333333	57.373312
PL	2	12	20.0000000	1.90692518	117.583333	24.692503
PL	3	12	21.7500000	2.49089250	121.833333	17.667810
PS	1	12	10.2500000	5.36190265	43.500000	17.090667
PS	2	12	11.5833333	4.31610795	67.833333	42.722856
PS	3	12	14.4166667	3.84845502	115.833333	70.888944

Level of LOCAL	Level of REP	Level of SISTEMA	N	Mean	SD
			-----SPP-----		
Mon-2	1	CP	4	7.5000000	1.29099445
Mon-2	2	CP	4	19.7500000	3.94757309
Mon-2	3	CP	4	18.0000000	0.81649658
Mon-3	1	CP	4	14.5000000	0.57735027
Mon-3	2	CP	4	17.0000000	3.36650165
Mon-3	3	CP	4	22.7500000	0.95742711
Ver	1	CP	4	26.2500000	2.06155281
Ver	2	CP	4	22.7500000	2.36290781

Cab-1	1	CPL	4	12.2500000	2.21735578
Cab-1	2	CPL	4	19.7500000	1.89296945
Cab-1	3	CPL	4	20.7500000	0.95742711
Mon-1	1	CPL	4	18.7500000	0.95742711

General Linear Models Procedure

Level of LOCAL	Level of REP	Level of SISTEMA	N	-----SPP----- Mean	SD
Mon-1	2	CPL	4	19.2500000	0.95742711
Mon-1	3	CPL	4	23.2500000	3.77491722
Sui	1	CPL	4	17.0000000	3.55902608
Sui	2	CPL	4	21.0000000	2.58198890
Sui	3	CPL	4	21.2500000	1.70782513
Cab-2	1	CPS	4	4.7500000	2.87228132
Cab-2	2	CPS	4	7.0000000	2.44948974
Cab-2	3	CPS	4	10.7500000	3.94757309
Pav-1	1	CPS	4	12.7500000	3.30403793
Pav-1	2	CPS	4	15.7500000	2.50000000
Pav-1	3	CPS	4	17.7500000	1.70782513
Pav-2	1	CPS	4	13.2500000	5.05799697
Pav-2	2	CPS	4	12.0000000	2.16024690
Pav-2	3	CPS	4	14.7500000	1.70782513
Level of LOCAL	Level of REP	Level of SISTEMA	N	-----INDIV----- Mean	SD
Mon-2	1	CP	4	12.750000	0.5000000
Mon-2	2	CP	4	65.000000	19.6468827
Mon-2	3	CP	4	57.500000	3.8729833
Mon-3	1	CP	4	59.500000	11.3871272
Mon-3	2	CP	4	49.250000	12.4465524
Mon-3	3	CP	4	88.250000	17.0367250
Ver	1	CP	4	271.000000	33.7342556
Ver	2	CP	4	206.250000	35.8550322
Ver	3	CP	4	193.750000	33.2001506
Cab-1	1	CPL	4	44.250000	14.8183445
Cab-1	2	CPL	4	104.000000	16.8126936
Cab-1	3	CPL	4	130.500000	14.6173413
Mon-1	1	CPL	4	146.250000	60.5000000
Mon-1	2	CPL	4	139.500000	21.0475652
Mon-1	3	CPL	4	107.750000	19.7884647
Sui	1	CPL	4	59.500000	10.8474267
Sui	2	CPL	4	109.250000	23.0416290
Sui	3	CPL	4	127.250000	11.6440256
Cab-2	1	CPS	4	31.750000	7.0887234
Cab-2	2	CPS	4	15.750000	9.5350232
Cab-2	3	CPS	4	24.750000	11.9268604
Pav-1	1	CPS	4	48.250000	22.8527898
Pav-1	2	CPS	4	104.750000	18.8745861
Pav-1	3	CPS	4	144.250000	18.0069431
Pav-2	1	CPS	4	50.500000	14.7986486
Pav-2	2	CPS	4	83.000000	22.4647873
Pav-2	3	CPS	4	178.500000	24.1867732

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

LOCAL	REP	SISTEMA	SPP LSMEAN	LSMEAN Number
Mon-2	1	CP	7.5000000	1
Mon-2	2	CP	19.7500000	2
Mon-2	3	CP	18.0000000	3
Mon-3	1	CP	14.5000000	4
Mon-3	2	CP	17.0000000	5
Mon-3	3	CP	22.7500000	6
Ver	1	CP	26.2500000	7
Ver	2	CP	22.7500000	8
Ver	3	CP	22.0000000	9
Cab-1	1	CPL	12.2500000	10
Cab-1	2	CPL	19.7500000	11
Cab-1	3	CPL	20.7500000	12
Mon-1	1	CPL	18.7500000	13
Mon-1	2	CPL	19.2500000	14
Mon-1	3	CPL	23.2500000	15
Sui	1	CPL	17.0000000	16
Sui	2	CPL	21.0000000	17
Sui	3	CPL	21.2500000	18
Cab-2	1	CPS	4.7500000	19
Cab-2	2	CPS	7.0000000	20
Cab-2	3	CPS	10.7500000	21
Pav-1	1	CPS	12.7500000	22
Pav-1	2	CPS	15.7500000	23
Pav-1	3	CPS	17.7500000	24
Pav-2	1	CPS	13.2500000	25
Pav-2	2	CPS	12.0000000	26
Pav-2	3	CPS	14.7500000	27

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.0001	0.0001	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	0.0001	.	0.3501	0.0066	0.1444	0.1120	0.0009	0.1120	0.2309
3	0.0001	0.3501	.	0.0648	0.5924	0.0134	0.0001	0.0134	0.0357
4	0.0004	0.0066	0.0648	.	0.1838	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002
5	0.0001	0.1444	0.5924	0.1838	.	0.0031	0.0001	0.0031	0.0094
6	0.0001	0.1120	0.0134	0.0001	0.0031	.	0.0648	1.0000	0.6879
7	0.0001	0.0009	0.0001	0.0001	0.0001	0.0648	.	0.0648	0.0260
8	0.0001	0.1120	0.0134	0.0001	0.0031	1.0000	0.0648	.	0.6879
9	0.0001	0.2309	0.0357	0.0002	0.0094	0.6879	0.0260	0.6879	.
10	0.0134	0.0002	0.0031	0.2309	0.0134	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
11	0.0001	1.0000	0.3501	0.0066	0.1444	0.1120	0.0009	0.1120	0.2309
12	0.0001	0.5924	0.1444	0.0014	0.0484	0.2862	0.0045	0.2862	0.5037
13	0.0001	0.5924	0.6879	0.0260	0.3501	0.0357	0.0002	0.0357	0.0857
14	0.0001	0.7887	0.5037	0.0134	0.2309	0.0648	0.0004	0.0648	0.1444
15	0.0001	0.0648	0.0066	0.0001	0.0014	0.7887	0.1120	0.7887	0.5037
16	0.0001	0.1444	0.5924	0.1838	1.0000	0.0031	0.0001	0.0031	0.0094

18	0.0001	0.4227	0.0857	0.0006	0.0260	0.4227	0.0094	0.4227	0.6879
19	0.1444	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
20	0.7887	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
21	0.0857	0.0001	0.0003	0.0484	0.0014	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

5	0.0001	0.0001	0.0014	0.0260	0.5037	0.6879	0.0484	0.0094	0.2309
6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0094	0.0001	0.0001	0.0001
7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0094	0.0001	0.0001	0.0001

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

Least Squares Means for effect LOCAL*REP(SISTEMA)
Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

Dependent Variable: SPP

i/j	19	20	21	22	23	24	25	26	27
9	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0014	0.0260	0.0001	0.0001	0.0003
10	0.0002	0.0066	0.4227	0.7887	0.0648	0.0045	0.5924	0.8934	0.1838
11	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0357	0.2862	0.0009	0.0001	0.0094
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0094	0.1120	0.0002	0.0001	0.0021
13	0.0001	0.0001	0.0001	0.0021	0.1120	0.5924	0.0045	0.0006	0.0357
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0009	0.0648	0.4227	0.0021	0.0003	0.0187
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0045	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.0001	0.0001	0.0014	0.0260	0.5037	0.6879	0.0484	0.0094	0.2309
17	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0066	0.0857	0.0001	0.0001	0.0014
18	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0045	0.0648	0.0001	0.0001	0.0009
19	.	0.2309	0.0021	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001
20	0.2309	.	0.0484	0.0031	0.0001	0.0001	0.0014	0.0094	0.0001
21	0.0021	0.0484	.	0.2862	0.0094	0.0004	0.1838	0.5037	0.0357
22	0.0001	0.0031	0.2862	.	0.1120	0.0094	0.7887	0.6879	0.2862
23	0.0001	0.0001	0.0094	0.1120	.	0.2862	0.1838	0.0484	0.5924
24	0.0001	0.0001	0.0004	0.0094	0.2862	.	0.0187	0.0031	0.1120
25	0.0001	0.0014	0.1838	0.7887	0.1838	0.0187	.	0.5037	0.4227
26	0.0003	0.0094	0.5037	0.6879	0.0484	0.0031	0.5037	.	0.1444
27	0.0001	0.0001	0.0357	0.2862	0.5924	0.1120	0.4227	0.1444	.

LOCAL	REP	SISTEMA	INDIV LSMEAN	LSMEAN Number
-------	-----	---------	-----------------	------------------

Mon-2	1	CP	12.750000	1
Mon-2	2	CP	65.000000	2
Mon-2	3	CP	57.500000	3
Mon-3	1	CP	59.500000	4
Mon-3	2	CP	49.250000	5
Mon-3	3	CP	88.250000	6
Ver	1	CP	271.000000	7
Ver	2	CP	206.250000	8
Ver	3	CP	193.750000	9
Cab-1	1	CPL	44.250000	10
Cab-1	2	CPL	104.000000	11
Cab-1	3	CPL	130.500000	12
Mon-1	1	CPL	146.250000	13
Mon-1	2	CPL	139.500000	14
Mon-1	3	CPL	107.750000	15
Sui	1	CPL	59.500000	16
Sui	2	CPL	109.250000	17
Sui	3	CPL	127.250000	18
Cab-2	1	CPS	31.750000	19
Cab-2	2	CPS	15.750000	20

Pav-1	1	CPS	48.250000	22
Pav-1	2	CPS	104.750000	23
Pav-1	3	CPS	144.250000	24
Pav-2	1	CPS	50.500000	25

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

LOCAL	REP	SISTEMA	INDIV LSMEAN	LSMEAN Number
Pav-2	2	CPS	83.000000	26
Pav-2	3	CPS	178.500000	27

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.0011	0.0045	0.0031	0.0191	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	0.0011	.	0.6216	0.7173	0.3019	0.1297	0.0001	0.0001	0.0001
3	0.0045	0.6216	.	0.8952	0.5873	0.0468	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0031	0.7173	0.8952	.	0.5004	0.0624	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0191	0.3019	0.5873	0.5004	.	0.0126	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0001	0.1297	0.0468	0.0624	0.0126	.	0.0001	0.0001	0.0001
7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001
8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.4117
9	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.4117	.
10	0.0418	0.1753	0.3844	0.3173	0.7420	0.0052	0.0001	0.0001	0.0001
11	0.0001	0.0126	0.0033	0.0048	0.0006	0.3019	0.0001	0.0001	0.0001
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0071	0.0001	0.0001	0.0001
13	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0027
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0013	0.0001	0.0001	0.0007
15	0.0001	0.0065	0.0016	0.0023	0.0003	0.2024	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.0031	0.7173	0.8952	1.0000	0.5004	0.0624	0.0001	0.0001	0.0001
17	0.0001	0.0050	0.0012	0.0018	0.0002	0.1703	0.0001	0.0001	0.0001
18	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0126	0.0001	0.0001	0.0001
19	0.2140	0.0321	0.0941	0.0718	0.2519	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001
20	0.8434	0.0019	0.0078	0.0055	0.0308	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
21	0.4306	0.0102	0.0346	0.0253	0.1107	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
22	0.0225	0.2725	0.5430	0.4598	0.9475	0.0106	0.0001	0.0001	0.0001
23	0.0001	0.0111	0.0028	0.0041	0.0006	0.2797	0.0001	0.0001	0.0001
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005	0.0001	0.0001	0.0018
25	0.0156	0.3415	0.6450	0.5539	0.9344	0.0156	0.0001	0.0001	0.0001
26	0.0001	0.2388	0.0972	0.1257	0.0297	0.7296	0.0001	0.0001	0.0001
27	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0718	0.3173

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.0418	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0031	0.0001	0.0001
2	0.1753	0.0126	0.0001	0.0001	0.0001	0.0065	0.7173	0.0050	0.0001
3	0.3844	0.0033	0.0001	0.0001	0.0001	0.0016	0.8952	0.0012	0.0001
4	0.3173	0.0048	0.0001	0.0001	0.0001	0.0023	1.0000	0.0018	0.0001
5	0.7420	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.5004	0.0002	0.0001
6	0.0052	0.3019	0.0071	0.0003	0.0013	0.2024	0.0624	0.1703	0.0126
7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
9	0.0001	0.0001	0.0001	0.0027	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3173	0.0001	0.0001

12	0.0001	0.0851	.	0.3019	0.5539	0.1380	0.0001	0.1653	0.8305
13	0.0001	0.0071	0.3019	.	0.6569	0.0137	0.0001	0.0176	0.2140
14	0.0001	0.0225	0.5539	0.6569	.	0.0403	0.0001	0.0503	0.4211
15	0.0001	0.8049	0.1380	0.0137	0.0403	.	0.0023	0.9213	0.2024

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

Least Squares Means for effect LOCAL*REP(SISTEMA)

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

Dependent Variable: INDIV

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
16	0.3173	0.0048	0.0001	0.0001	0.0001	0.0023	.	0.0018	0.0001
17	0.0001	0.7296	0.1653	0.0176	0.0503	0.9213	0.0018	.	0.2388
18	0.0001	0.1297	0.8305	0.2140	0.4211	0.2024	0.0001	0.2388	.
19	0.4117	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0718	0.0001	0.0001
20	0.0647	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0055	0.0001	0.0001
21	0.2024	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0253	0.0001	0.0001
22	0.7922	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.4598	0.0002	0.0001
23	0.0002	0.9606	0.0941	0.0082	0.0253	0.8434	0.0041	0.7670	0.1423
24	0.0001	0.0102	0.3669	0.8952	0.7545	0.0191	0.0001	0.0244	0.2655
25	0.6808	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.5539	0.0003	0.0001
26	0.0131	0.1703	0.0027	0.0001	0.0004	0.1072	0.1257	0.0880	0.0050
27	0.0001	0.0001	0.0025	0.0374	0.0126	0.0001	0.0001	0.0001	0.0013

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0.2140	0.8434	0.4306	0.0225	0.0001	0.0001	0.0156	0.0001	0.0001
2	0.0321	0.0019	0.0102	0.2725	0.0111	0.0001	0.3415	0.2388	0.0001
3	0.0941	0.0078	0.0346	0.5430	0.0028	0.0001	0.6450	0.0972	0.0001
4	0.0718	0.0055	0.0253	0.4598	0.0041	0.0001	0.5539	0.1257	0.0001
5	0.2519	0.0308	0.1107	0.9475	0.0006	0.0001	0.9344	0.0297	0.0001
6	0.0004	0.0001	0.0001	0.0106	0.2797	0.0005	0.0156	0.7296	0.0001
7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0718
9	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0018	0.0001	0.0001	0.3173
10	0.4117	0.0647	0.2024	0.7922	0.0002	0.0001	0.6808	0.0131	0.0001
11	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005	0.9606	0.0102	0.0008	0.1703	0.0001
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0941	0.3669	0.0001	0.0027	0.0025
13	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0082	0.8952	0.0001	0.0001	0.0374
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0253	0.7545	0.0001	0.0004	0.0126
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.8434	0.0191	0.0004	0.1072	0.0001
16	0.0718	0.0055	0.0253	0.4598	0.0041	0.0001	0.5539	0.1257	0.0001
17	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.7670	0.0244	0.0003	0.0880	0.0001
18	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.1423	0.2655	0.0001	0.0050	0.0013
19	.	0.2944	0.6450	0.2797	0.0001	0.0001	0.2200	0.0013	0.0001
20	0.2944	.	0.5539	0.0360	0.0001	0.0001	0.0253	0.0001	0.0001
21	0.6450	0.5539	.	0.1257	0.0001	0.0001	0.0941	0.0003	0.0001
22	0.2797	0.0360	0.1257	.	0.0004	0.0001	0.8822	0.0253	0.0001
23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	.	0.0116	0.0007	0.1558	0.0001
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0116	.	0.0001	0.0002	0.0274
25	0.2200	0.0253	0.0941	0.8822	0.0007	0.0001	.	0.0360	0.0001
26	0.0013	0.0001	0.0003	0.0253	0.1558	0.0002	0.0360	.	0.0001
27	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0274	0.0001	0.0001	.

pre-planned comparisons should be used.