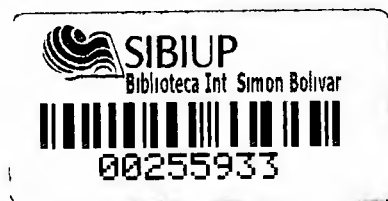


UNIVERSIDAD DE PANAMA

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO



MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

**DIVERSIDAD Y HERBIVORIA DE INSECTOS EN CUATRO
ESPECIES DE ARBOLES NATIVOS EN MONOCULTIVOS Y
CULTIVOS MIXTOS EN SARDINILLA, PROVINCIA DE
COLON, PANAMA**

Postulante

ALONSO SANTOS MURGAS

Panama, Republica de Panama

2008

Si

17 MAY 2010

Obsequio del Autor

**DIVERSIDAD Y HERBIVORIA DE INSECTOS EN CUATRO
ESPECIES DE ARBOLES NATIVOS EN MONOCULTIVOS Y
CULTIVOS MIXTOS EN SARDINILLA, PROVINCIA DE COLON,
PANAMA**

TESIS

**Sometida para optar al titulo de Maestria en Ciencias con
especializacion en Entomologia General**

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POST GRADO

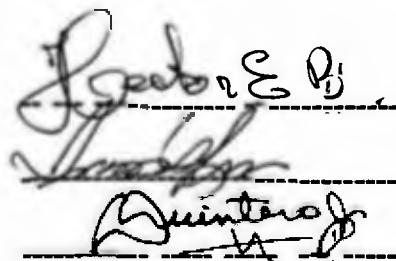
**Permiso para su publicacion y reproduccion total o parcial, debe ser
obtenido en la Vicerrectoria de Investigacion y Postgrado**

Aprobado

Ph D Hector Barrios Asesor

Msc Ivan Gustavo Luna Jurado

Dr Diomedes Quintero Arias Jurado



Three handwritten signatures are present on horizontal lines. The top signature is 'Hector Barrios', the middle one is 'Ivan Gustavo Luna', and the bottom one is 'Diomedes Quintero Arias'.

105

DEDICATORIA

A mis queridos padres Alonso Santos Murgas y Adelina Murgas de Santos por su apoyo y comprensión durante mis estudios De igual forma a mis hermanos y sobrinos en especial a mi hermana Vilka del C Santos de Szobotka y a su esposo Roberto Szobotka C por todo la ayuda brindada Deseo también dedicar esta tesis a mi gran amigo y hermano Oscar Gabriel Lopez Chong por su incondicional ayuda en los trabajos de campo fotografías colectas en campo y trabajo de laboratorio en el procesamiento de muestras

AGRADECIMIENTOS

Mis sincero agradecimiento al Profesor Hector Barrios Ph D por gestionar los fondos que permitieron el pago de mi matricula en los 4 semestres (2 años) en el Programa Centroamericano de Maestria en Entomologia de la Universidad de Panama a través del Institute of Plant Sciences and Applied Entomology ETH Schmelzrbeistrasse 9/LFO CH-8092 Zurich Switzerland Tambien le agradezco al Dr Barrios gestionar los permisos y transporte correspondientes (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y la Vicerrectoria de Investigacion y Postgrado de la Universidad de Panama) para que pudiera realizar mi trabajo de graduacion en las plantaciones de Sardinilla, Provincia de Colon Panama

Mi agradecimiento a la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnologia (SENACYT) y a la Asociacion Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC) por proveer los fondos economicos a traves de la beca que me otorgaron del Programa de Ciencias Basica (CC BB) estímulos a las actividades de Ciencia y Tecnologia Estos fondos me permitieron culminar mi trabajo de graduacion en Sardinilla, Provincia de Colon

Al Dr Diomedes Quintero A Director del Museo de Invertebrados G B Fairchild de la Universidad de Panama por su colaboracion y sugerencias para mejorar el contenido del trabajo final

Al Profesor MsC Ivan Gustavo Luna y MsC Ronald Sanchez A por todo el asesoramiento y ayuda en la confeccion de los analisis estadisticos que he realizado para la presente investigacion

Al Licenciado Alex Espinosa, por toda la ayuda que me ha brindado para la adquisición de literatura referente a las especies de plantas utilizadas en el presente trabajo al igual que en su asesoramiento para la confección de cuadros que se ilustran

Quiero también agradecer de manera muy especial al Licenciado Oscar G. López Ch. por su valiosa ayuda en las colectas en campo, fotografías, trabajos de laboratorio y en el procesamiento de las muestras.

Al Instituto de Ciencias Ambientales (ICAB) y a la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) en especial a la Profesora Cristina Garibaldi por permitirme el uso del medidor de área foliar (CI 202 Portable Leaf Area Meter) para obtener los datos de la herbivoría en las hojas de las plantas.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Contenidos	N° de Página
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Indice de contenido	VI
Indice de Figura	VII
Indice de graficas y cuadros	VII
Resumen	1
Summary	2
Introduccion	3
Objetivo General	6
Objetivos especifico	6
Antecedente	6
Descripcion de las especies de las plantas	11
<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb ex Kunth) Skeels	11
<i>Cedrela odorata</i> L	12
<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch	12
<i>Tabebuia rosae</i> (Bertol)A DC	13
Marco teorico	14
Diversidad de insectos herbivoros	14
Herbivoria de los insectos	18
Materiales y metodo	22
Descripcion del area de estudio	22
Muestreo de la diversidad de insectos herbivoros en plantas	23
Estrategia de muestreo para la diversidad de insectos herbivoros	25
Determinacion del porcentaje de herbivoria en las plantas	25
Tecnica para el procesamiento de las muestras en el laboratorio	26
Analisis estadistico de los resultados	26
Resultados	27
Diversidad de insectos en cada una de las especies de plantas por cultivos	27
Indice de diversidad Shanon Wever	29
Riqueza y abundancia de especies	30
Indice de similitud de Morisita Horn	30
Promedios y porcentaje de herbivoria sobre las plantas por cultivos	31
Discusion	34
Diversidad de insectos en las plantaciones muestreadas	34
Diversidad de insectos en <i>Anacardium excelsum</i>	34
Diversidad de insectos en <i>Cedrela odorata</i>	36
Diversidad de insectos en <i>Luehea seemannii</i>	36
Diversidad de insectos en <i>Tabebuia rosae</i>	37
Herbivoria de los insectos sobre las cuatro especies de plantas	40
Interpretaciones cualitativas sobre observaciones biologicas de otros insectos herbivoros en las plantaciones	43
Conclusiones	45
Recomendaciones	46
Bibliografia	47
Anexo	57

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figuras	N° de Página
Fig N° 1 Hojas de <i>Anacardium excelsum</i> con herbivoria	57
Fig N° 2 Hojas y arbusto de <i>Cedrela odorata</i> con herbivoria	57
Fig N° 3 Hojas de <i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch Con herbivoria	58
Fig N° 4 Hojas de <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol)A DC Con herbivoria	58
Fig N° 5 Mapa del area de estudio y vegetacion de las plantaciones en Sardinilla, Provincia de Colon	59
Fig N° 6 Distribucion de las Parcelas en el sitio de estudio	59
Fig N° 7 Distribucion de las parcelas en el sitio de estudio y listado de plantas que la componen	60
Fig N° 8 Codificacion con placas metalicas y cintas de color a las plantas escogidas para el muestreo	60
Fig N° 9 Metodologia para la toma de muestra de insectos en las plantas tecnica del golpeo	61
Fig N° 10 Perdidas de las hojas en las plantaciones de <i>Cedrela odorata</i> a inicio de la epoca seca	61
Fig N° 11 Medidor del area foliar	62
Fig N° 12 Diversidad de insectos en las parcelas y cultivos de <i>A excelsum</i>	62
Fig N° 13 Diversidad de insectos a traves de los meses de muestreos en todas las parcelas y cultivos de <i>C odorata</i>	63
Fig N° 14 Diversidad de insectos a traves de los meses de muestreos en todas las parcelas y cultivos de <i>L seemannii</i>	63
Fig N° 15 Diversidad de insectos a traves de los meses de muestreos en todas las parcelas y cultivos de <i>T rosae</i>	64
Fig N° 16 Indice Shanon Wever (analisis de varianza) diversidad de insectos en los dos tipos de cultivos (cultivo mixto y Monocultivo)	64
Fig N° 17 Indice Shanon Wever (analisis de varianza) diversidad de insectos en las cuatro especies de plantas muestreadas	65
Fig N° 18 Diversidad de insectos en las cuatro especies de plantas y los dos tipos de cultivo	65
Fig N° 19 Riqueza de especies de insectos en los dos cultivos de plantas muestreados	66
Fig N° 20 Riqueza de especies de insectos entre las tres parcelas muestreadas	66
Fig N° 21 Riqueza de especies de insectos entre las cuatro especies de plantas utilizadas en el muestreo	67
Fig N° 22 abundancia de especies de insectos en los dos cultivos de plantas muestreados	67
Fig N° 23 Abundancia de especies de insectos entre las tres parcelas muestreadas	68
Fig N° 24 Abundancia de especies de insectos entre las cuatro especies de plantas utilizadas en el muestreo	68

Figuras	N° de Pagina
Fig N° 25 Resultado del analisis de Cluster en base al indice de similitud cuantitativo (Morisita Horn) entre las tres parcelas utilizadas (cultivo mixto y monocultivo) para el muestreo de insectos en Sardinilla, Provincia de Colon	69
Fig N° 26 Este cluster nos indica que los cultivo mixtos de <i>Luehea senmanii</i> y <i>Anacardium excelsum</i> son los mas similares cuantitativamente al igual que los cultivos mixtos y los monocultivos de <i>Tabebuia rosae</i>	69
Fig N° 27 Porcentaje de herbivoria en los cultivos de <i>Anacardium excelsum</i>	70
Fig N° 28 Porcentaje de herbivoria en los cultivos de <i>Cedrela odorata</i>	70
Fig N° 29 Porcentaje de herbivoria en los cultivos de <i>Luehea seemannii</i>	71
Fig N° 30 Porcentaje de herbivoria en los cultivos de <i>Tabebuia rosae</i>	71
Fig N° 31 Oecophoridae defoliando las hojas de <i>Luehea seemannii</i>	72
Fig N° 32 Pyralidae <i>Hypsipyla grandella</i> barrenando los brotes de <i>Cedrela odorata</i>	72
CUADRO N° 1 Listado de insectos colectados en las plantaciones muestreadas en Sardinilla, Provincia de Colon Panama	73
Cuadro N° 2 Area foliar promedios (cm ²) y porcentaje de herbivoria en las plantas	81
Cuadro N° 3 Promedios (cm ²) y porcentaje total de herbivoria por parcelas en monocultivos y cultivos mixtos	82
Cuadro N° 4 Promedios totales de herbivoria por parcelas en monocultivos y cultivos mixtos	83
Cuadro N° 5 Promedios totales de herbivoria por parcelas en monocultivos	84
Cuadro N° 6 Promedios totales de herbivoria por parcelas en monocultivos	85

RESUMEN

La productividad de plantaciones o agroecosistemas forestales de plantas nativas maderables y en especial las de interés comercial pueden sufrir impacto negativo debido a las condiciones físicas del ambiente al ataque de patógenos y a la herbivoría. Por lo tanto el objetivo de la presente investigación es determinar la diversidad y la herbivoría de insectos en cuatro especies de plantas nativas maderables *Anacardium excelsum* (Bertero y Balb.) (Anacardiaceae), *Cedrela odorata* (L.) (Meliaceae), *Luehea seemannii* Triana y Planch. (Tiliaceae) y *Tabebuia rosea* (Bertol.) (Bignoniaceae) en monocultivos y cultivos mixtos en Sardinilla, Provincia de Colón, Panamá. Para los muestreos y obtener la diversidad de insectos en los cultivos mixtos se escogieron 10 plantas de cada especie y tres replicas de cada una en tres parcelas diferentes. Para obtener la diversidad de insectos en los monocultivos también se seleccionaron 10 plantas de cada especie en cuatro parcelas diferentes con tres replicas para cada una. Las muestras fueron tomadas mediante la técnica de golpeo. Cada muestra estaba representada por un área foliar de 60 cm² y tomada a 1.60 m de alto. Para determinar la herbivoría en la planta con el CI 202 Portable Leaf Area Meter se midió el área foliar de 10 hojas de 10 plantas diferentes de cada especie tanto en monocultivos como en cultivos mixtos. Al inicio de la época lluviosa (mayo 2007) se marcaron 10 hojas con cinta de color en 10 plantas diferentes de cada especie con tres replicas por cada especie tanto en monocultivo como en cultivos mixtos. Transcurridos seis meses al final del mes de noviembre 2007 se colectaron las hojas que se observaron estaban defoliadas y se midieron con el medidor del área foliar. En cada hoja se determinó el porcentaje promedio del área foliar consumida por insectos. Se colectaron un total de 2974 especímenes de insectos ubicados en 12 órdenes, 97 familias, 108 especies y 123 morfoespecies. Los cultivos mixtos mostraron la mayor diversidad de insectos. El grupo de insectos con mayor diversidad fue el orden Coleoptera, con la familia Chrysomelidae y el género más abundante y diverso fue *Diabrotica* spp. La especie de planta que mostró la mayor diversidad de insectos fue *Luehea seemannii*. En cuanto al porcentaje de herbivoría los resultados nos indican que fue mayor en los monocultivos que en los cultivos mixtos y los principales herbívoros fueron Coleoptera masticadores. En cuanto al mayor porcentaje de herbivoría en los monocultivos son llevados a cabo por insectos herbívoros especialistas. Se concluye que aunque la diversidad de plantas en un cultivo generalmente es una estrategia adecuada para el control de insectos herbívoros no debe asumirse como un postulado absoluto.

SUMMARY

The productivity of forestry plantations and agroecosystems with native tree species and especially the ones with commercial value can suffer a negative impact from the environmental conditions attacks from pathogens and herbivory. On this basis, the objective of the present research is to determine the diversity and herbivory by insects in four species of native trees: *Anacardium excelsum* (Bertero y Balb.) (Anacardiaceae), *Cedrela odorata* (L.) (Meliaceae), *Luehea seemannii* Triana y Planch) (Tiliaceae) and *Tabebuia rosea* (Bertol.) (Bignoniaceae). The study was done in monoculture and mixed plots located in Sardinilla, Colon Province, Panama. Ten trees per species were selected for insect sampling in the mixed plots with three replicates each using three different plots. In the monoculture plots, ten trees per species were selected in four different plots with three replicates each. The samples were taken with the beating technique at a height of 1.60m. Each sample represents a leaf area of 60 cm². Herbivory was determined with the CI 202 Portable Leaf Area Meter used to measure the leaf area of ten leaves of ten different trees of each species in both monoculture and mixed plots. Ten leaves in ten different trees per species were marked with tape at the beginning of the rainy season (May 2007) with three replicates each in monoculture and mixed plots. After six months (end of November 2007) the leaves were collected if any signs of defoliation were detected and the leaf area was measured. The percentage/average of leaf area consumed by insects was determined for each leaf. A total of 2947 insect specimens were collected in which 12 orders are represented, 97 families, 108 species and 123 morphospecies. The mixed plots showed a higher diversity of insects. The group of insects with the highest diversity was the order Coleoptera, of which the family Chrysomelidae and the most abundant genus was *Diabrotica*. The tree species that showed the highest insect diversity was *Luehea seemannii*. The results show that the percentage of herbivory was higher in monoculture plots than in mixed plots and that the main herbivores were chewing Coleoptera. The highest percentage of herbivory in monoculture plots is caused by specialist insect herbivores. The principal conclusion is that even if tree diversity in plantations is generally used as an adequate strategy to mitigate the impact of insect herbivory, it should not be taken as the absolute postulate.

efecto indirecto. Por ejemplo, cambios en características de la planta que disminuyen su atraktividad para los polinizadores (Strauss *et al* 1996, Strauss 1997) o directo como una disminucion en el numero de ovulos.

Recientemente muchos trabajos han estudiado como la perdida de area foliar afecta la cantidad y calidad del nectar o el tamaño de las flores, analizando los efectos indirectos de la herbivoria sobre el componente femenino de la adaptabilidad (Strauss *et al* 1996, Aizen & Raffaele 1996, Strauss 1997, Lehtila y Strauss 1999).

La presente investigacion evalua cual es el daño causado por insectos herbivoros a cuatro especies de planta nativas maderable plantadas en monocultivos y en cultivos mixtos. Tambien se trata de determinar como influye la diversidad de los insectos en la herbivoria de las diferentes plantas escogidas para la investigacion. Ademas se desea reconocer cual de las cuatro especies de plantas maderable que hemos estudiado presentan un mayor potencial de explotacion tanto comercial y con fines de reforestacion, por su capacidad de hacerle frente al ataque de herbivoros. En los ultimos años la deforestacion ha aumentado a nivel mundial y en Panama. Principales responsable de tal avance en la deforestacion ha sido la expansion agricola en terrenos forestales, el deficiente manejo forestal y la poca valoracion de los bosques por la poblacion entre otros. Considero que se estan haciendo muy pocos esfuerzos concretos para mejorar el manejo forestal en Panama y frenar el avance de la deforestacion. Para lograrlo es indispensable llevar a cabo investigaciones sobre cuales especies de plantas muestran los mejores mecanismos de defensas ante la herbivoria y la mejor capacidad de adaptacion tanto al ambiente como a sus enemigos.

naturales (insectos herbívoros chupadores formadores de agallas etc) Por esta razón es importante conocer la diversidad de insectos que puedan atacar a estas especies de plantas Para tal efecto me he hecho esta pregunta para realizar esta investigación Cual sería la diversidad de insectos herbívoros en los cultivos mixtos es decir en los cultivos con mayor diversidad de plantas? será igual o menor a lo de los monocultivos? Que consecuencias tendría esta diversidad con respecto a la herbivoría sobre las plantas escogidas para esta investigación? Además cual sería el porcentaje promedio de área foliar que consumen estos insectos herbívoros en ambos cultivos?

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar la diversidad y herbivoría de insectos en cuatro especies de plantas dispuestas en monocultivos y cultivos mixtos en Sardinilla, Provincia de Colón

ESPECIFICOS

Determinar como se correlaciona la diversidad de insectos con el aumento de la diversidad de plantas nativas maderables

Determinar el impacto de la herbivoría por parte de los insectos sobre cuatro especies de plantas nativas maderables establecidas en monocultivos y cultivos mixtos

ANTECEDENTES

En Panamá son pocos los estudios que se han realizado para determinar el impacto de la herbivoría y diversidad de insectos en especies de plantas nativas maderables es decir de importancia económica o forestal. Los estudios que se han realizados en Panamá sobre herbivoría por parte de los insectos están relacionados con efectos específicos sobre ciertas actividades funcionales de las plantas como por ejemplo capacidad reproductiva (órganos masculinos y femeninos de plantas) tasa de crecimiento cantidad de semillas producidas efecto en la polinización entre otras. Además se ha estudiado la herbivoría en algunas especies específicas de árboles del bosque tropical que no tienen importancia maderable ni son de interés comercial forestal.

La herbivoría puede afectar el desempeño de la planta reduciendo su área foliar y removiendo sus nutrientes (Nuñez Farfan y Dirzo 1985). Los insectos herbívoros son diversos taxonómicamente y morfológicamente, siendo los consumidores más importantes en bosques tropicales. En Isla Barro Colorado (Panamá) el 72% del consumo foliar anual (575 kg/ha/año) es ocasionado por insectos masticadores (Barone y Coley 2002). Sin embargo, existen otros grupos de insectos herbívoros tales como minadores y agalladores que también consumen hojas y pueden también disminuir la productividad de las plantas y además crear interacciones ecológicas entre planta e insecto (Weis y Berenbaum 1989, Coley y Barone 1996).

Por otro lado, los efectos producidos por diferentes insectos herbívoros en su planta hospedera no son necesariamente independientes entre sí (Basset 1991). Existen interacciones herbívoro-herbívoro mediadas por la planta que utilizan en común, cuya resistencia o susceptibilidad para un herbívoro dado puede ser modificada por el ataque previo de otro herbívoro (Karban y Baldwin 1997).

Estudios en Panamá realizados por Pizano *et al* (2003) han demostrado que la herbivoría de los insectos, unida a otros factores como propiedades del suelo (bióticas y abióticas) contribuyen a la partición o división del hábitat de una especie de planta. De acuerdo a la estructura del terreno y a la presión de la herbivoría, algunas especies de plantas pueden desarrollarse en dos morfoespecies. Según Pizano *et al* (2003) el árbol pionero neotropical en el bosque en Panamá *Trema micrantha* s. lat. contiene una morfoespecie restringida a derrumbes y otra a claros.

Con varios experimentos demostraron que tanto las propiedades del suelo (bióticas y abióticas) como la herbivoría contribuyen a la partición del hábitat entre las dos morfoespecies de *Trema*. Para corroborar estos autores realizaron un experimento de trasplante recíproco de plantas (derrumbes y claros) en el campo. La supervivencia de cada morfoespecie fue mayor en su hábitat y la herbivoría fue la principal causa de mortalidad en los barrancos. El daño causado por herbívoros fue casi siete veces mayor en los barrancos donde los herbívoros mataron el 50% de las plántulas de la morfoespecie de los claros y solo el 10% de las plántulas de la morfoespecie de los barrancos. Asimismo, ellos encontraron que la morfoespecie de los barrancos tiene una más alta dureza de tallos y hojas, lo que indica que esta morfoespecie está mejor protegida contra los herbívoros. Con los resultados obtenidos (Pizano *et al.* 2003) llegaron a la conclusión que cada morfoespecie de *Trema* está adaptada al suelo de su correspondiente hábitat y que la partición de hábitat es reforzada por una diferencia en la susceptibilidad a la herbivoría.

En cuanto a los componentes químicos y nutrientes en las hojas de las plantas, Ernest (1989) demostró que en un bosque de tierras bajas de Costa Rica la herbivoría de insectos puede ser influenciada por diferencias químicas y nutricionales entre las hojas de diferentes edades y si las plantas crecen en diferentes hábitats. Cuantificó el tamaño y los patrones de herbivoría por insectos en hojas de los árboles *Pentagona donnell* y *P. smithii* (Rubiaceae) del sotobosque con respecto a la edad de las hojas y el tipo de hábitats. Ernest (1989) demostró que las tasas de herbivoría fueron más altas en hojas jóvenes que en las hojas maduras.

Ademas demostro que las tasas totales de herbivoria durante un periodo de diez dias fueron mas altas en un sitio dentro del bosque secundario que en parcelas de sucesion de uno a cinco años de edad

El impacto de la herbivoria por los insectos en las plantas es muy variable Tambien es variable su importancia en la estructuracion de las comunidades de plantas (Huntly 1991) Las especies de plantas se diferencian en la cantidad de recursos que asignan para el crecimiento reproduccion y defensa, lo que se traduce en diferencias en las tasas de herbivoria entre especies (Coley 1983a Coley y Barone 1996 Howlett y Davidson 2001) La herbivoria fue la fuente mas importante de mortalidad en plantulas recientemente germinadas en un bosque de Panama (Dalling y Hubbell 2002) En Borneo el indice de herbivoria de plantulas disminuyo con la distancia a los adultos o padres (Blundell y Peart 1998) El manejo de bosques puede afectar directa o indirectamente la herbivoria y en consecuencia la regeneracion de las plantulas

Otra consecuencia o efectos negativos que causa la herbivoria de insectos a las plantas es en la reproduccion vegetativa o fragmentacion que realizan algunas especies de plantas Un estudio realizado por Dyer *et al* (2004) en la estacion Biologica La Selva, Costa Rica, demostro que la herbivoria puede afectar la habilidad de reproducirse por fragmentacion En este estudio se determinaron los efectos de herbivoria tanto natural como artificial en fragmentos de plantas Las hojas de cuatro especies de plantas del sotobosque tropical fueron dañadas artificialmente o escogidas segun su nivel de herbivoria

Los efectos tanto en hojas con daños naturales como artificiales variaron desde grandes efectos a ninguno dependiendo de la especie de planta y sus condiciones bióticas

Los fragmentos que fueron dañados por herbivoría de insectos presentaron efectos mayores que cuando los fragmentos habían sido previamente dañados artificialmente

La herbivoría puede ser un factor importante para predecir la mortalidad de fragmentos de plantas características del sotobosque (Dyer *et al* 2004)

Descripcion de las especies de plantas utilizadas en el muestreo

Anacardium excelsum (Bertero & Balb ex Kunth) Skeels (Fig N° 1)

Esta especie pertenece a la familia de las Anacardiaceae. Sus nombres comunes son espave, javillo, cornezuelo, caracoli. Esta especie puede crecer de 20 a 40 m de altura y de 50 a 200 cm de diametro. Su copa es redondeada y con follaje denso. El tronco es recto y cilindrico. Esta especie crece a bajas y medianas elevaciones en climas secos, humedos o muy humedos. Estos arboles son comunes en bosques ribereños a lo largo del curso de los rios y los riachuelos. Se adapta muy bien a suelos aluviales bien drenados.

Estos arboles dejan caer parcialmente sus hojas durante la estacion seca, pero las repone a inicios de la temporada lluviosa. Antes de caer las hojas se tornan amarillas en la copa del arbol, floreciendo y fructificando de febrero a mayo. Las flores son visitadas por abejas y otros insectos. Las semillas son dispersadas por animales. Algunas especies de murcielagos se alimentan de los pedunculos maduros de los frutos y ayudan en la dispersion de las semillas.

Su madera es empleada en la fabricacion de botes, remos, muebles ordinarios, formaletas y tableros de particulas. Las semillas tostadas al fuego son comestibles, pero si se comen crudas resultan toxicas debido a que contienen un aceite volatil llamado cardol. Los arboles de esta especie se pueden utilizar para reforestar y proteger los causes de los rios (CTFS 2008).

Cedrela odorata L (Fig N° 2)

Es un árbol de la familia de las Meliaceas de regiones tropicales de América. Sus nombres comunes son cedro acajou, cedro español, cedro de las barbas, cedro de Guyana, en inglés West Indian Cedar, en alemán Jamaica Zedar, en francés acajou AMER

Esta especie es originaria de América Central, encontrándose desde México hasta Brasil y Perú. Es un árbol de bosques tropicales húmedos y secos. El género *Cedrela* comprende 7 especies repartidas en América tropical.

Este árbol tiene un fuste importante que puede alcanzar 40 m de altura. El tronco puede medir 1 m de diámetro, con corteza gris y fisurado longitudinalmente.

Estos árboles se plantan con fin ornamental en parques y jardines. Su madera de color bruno es muy apreciada por su calidad, usándose en la industria del mueble (CTFS 2008).

Luehea seemanni Triana & Planch (Fig N° 3)

Esta especie pertenece a la familia Tiliaceae. Sus nombres comunes son guacimo colorado, guacimo molenillo, guacimo pacheco. Es un árbol de 10 a 30 m de altura y de 50 a 100 cm de diámetro. Esta especie crece a bajas y medianas elevaciones en climas secos o húmedos. Común y ampliamente distribuido en bosques secundarios de Panamá. Deja caer sus hojas parcialmente durante la estación seca, pero las repone a inicios de la estación lluviosa, floreciendo y fructificando de noviembre a junio.

Las flores son visitadas por abejas y otros insectos. Las semillas son dispersadas por el viento.

Su madera es empleada en la elaboración de cajones, tableros, aglomerados, leña y pulpa para papel. La fibra de la corteza es fuerte y se usa como cuerda para amarrar. Los apicultores lo utilizan como una planta melífera debido a que las abejas colectan el néctar de las flores (CTFS 2008).

Tabebuia rosea (Bertol.) A. DC. (Fig. N° 4)

Pertenece a la familia Bignoniaceae. Su nombre común es el guayacán. Roble de sabana, apamate. *Tabebuia* de su nombre vernáculo brasileño *tabebuia* o *taiveruia*. *Rosea* del latín de color rosa, por las flores. Se distribuye desde México hasta Venezuela y Ecuador.

Especie común en bosques secos y deciduos o semideciduos donde es fácilmente reconocible desde larga distancia por el color de sus flores. Flores observadas de enero a agosto. Es un árbol que puede crecer de 6 hasta 12 m de altura.

Se multiplica por semillas y tiene un crecimiento mediano. Esta especie exige un clima cálido y bastante humedad en el suelo, así como suelos fértiles. La madera es rubia y excelente para muebles y enchapes. Tiene una semejanza con la madera de *Quercus* lo que ha dado lugar al nombre común de "roble" (CTFS 2008).

Diversidad de insectos herbívoros

Los rangos de distribución de las especies de plantas puede influir en la diversidad de insectos herbívoros en un bosque tropical. Además, la variedad de factores abióticos y bióticos presentes en determinado lugar puede también influir en la diversidad de insectos en determinados rangos altitudinales (Scheidel *et al* 2003)

En general, las condiciones abióticas son más favorables al crecimiento vegetal en las tierras bajas (ejem. temperaturas más calientes, mayor disponibilidad de nutrientes, etc.). Por consiguiente, las bajas elevaciones presumen ser el principal factor que permiten la mayor cantidad de las interacciones bióticas. Por ejemplo, mayor herbivoría, competencia y patógenos (Janzen 1970, Scheidel *et al* 2003). Estudios realizados en Costa Rica encontraron que la abundancia y la diversidad de insectos disminuyen en las altas elevaciones (Janzen 1973). Se considera que las temperaturas bajas de la montaña inhiben la actividad de los insectos. Además, las especies de plantas de montaña tienden a tener hojas perennes que son generalmente pobres en nutrientes y altamente defendidas (Coley 1982, Coley y Barone 1996). Por lo tanto, hay evidencia que indica, que las tasas de herbivoría de insectos deben tener una correlación negativa con la elevación. Sin embargo, pocos estudios han tratado esta hipótesis directamente y ningún estudio todavía ha medido la herbivoría a lo largo de un gradiente altitudinal en las zonas tropicales.

Segun Medianero *et al* (2003) y Price (1991) la heterogeneidad de habitats disponibles en las regiones tropicales facilita una mayor radiacion adaptativa. Lo que posiblemente trae como consecuencia poseer una alta diversidad biologica. Dentro de un bosque tropical la vegetacion brinda diversos gradientes altitudinales que permiten la diversificacion y estratificacion de los organismos factor que influye en los patrones de herbivoria de los insectos. Ademas las interacciones bioticas como competencia, depredacion, parasitismo, disponibilidad de alimento y capacidad de desplazamiento de los insectos herbivoros influye en la diversidad dentro de los diferentes estratos del bosque (Basset *et al* 1992)

De los 1.4 millones de organismos que han sido descritos a la fecha, mas de la mitad se encuentran en los bosques tropicales, siendo un 62% artrópodo, particularmente insectos herbivoros (Wilson 1988, Medianero *et al* 2003). Estimar la diversidad intrínseca de los diferentes estratos dentro del bosque utilizando insectos herbivoros presenta algunos inconvenientes, principalmente la movilidad de los mismos (Medianero *et al* 2003). Sin embargo, dentro de los herbivoros, los insectos con hábitos endofitófagos como los insectos formadores de agallas y los minadores de hojas son excelentes para estudios ecológicos de diversidad y especificidad por su riqueza, abundancia y hábito sésil (Hering 1951).

En los diferentes estratos del bosque tropical las características abióticas y bióticas son diferentes y podemos encontrar un verdadero gradiente que va desde el sotobosque hasta el dosel. Por ejemplo, la iluminación, temperatura del aire, fuerza del viento, fluctuaciones de la humedad relativa y condensación de agua nocturna, todas son más altas en el dosel que en el sotobosque (Blanc 1990, Parker 1995, Medianero *et al.* 2003). Este gradiente de factores también influye en la diversidad de insectos herbívoros y en los patrones de herbivoría.

He mencionado los estudios realizados en diversidad de insectos herbívoros de los bosques tropicales naturales, sin mencionar la diversidad de insectos en sistemas de cultivos forestales, agrícolas y demás sistemas total o parcialmente controlados por el hombre. En la mayoría de los sistemas forestales y/o agrícolas hay especies de insectos que también forman agregados numerosos y algunas de estas especies constituyen un problema en la producción de los cultivos.

Se ha reconocido que problemas ocasionados por plagas y por enfermedades en cultivos forestales y en agroecosistemas pueden ser el resultado de la diversidad de plantas en tales cultivos (Nicholls y Altieri 2002). Por lo tanto se espera que el manejo de la diversidad de plantas pueda contribuir a disminuir los efectos negativos de los insectos plaga y herbívoros (Altieri 1999, Vandermeer 2003).

Herbivoria de los insectos

La herbivoria es definida como el consumo de plantas por los animales. La herbivoria es fundamental para el mantenimiento de la estructura de las comunidades porque permite el paso de la energía química almacenada por las plantas (autotrofas) hacia los animales (heterotrofos). Dependiendo de las partes de las plantas que son consumidas por insectos o animales superiores, la herbivoria puede clasificarse en folivoria, frugivoria y herbivoria propiamente dicha. Tanto la folivoria como la frugivoria son interacciones positivas para las plantas, si las semillas no es destruida porque mediante estas relaciones las plantas son fertilizadas y sus frutos son dispersados, aun cuando en algunos casos por ambos servicios parte del polen y las semillas son consumidas. En contraste con las dos interacciones anteriores, el término herbivoria en sentido estricto se aplica generalmente al consumo de raíces, hojas, tallos u otro tejido fotosintético (brotes) (Mariano 2005).

En las interacciones de herbivoria, los herbívoros se benefician de la relación, mientras que las plantas pueden ser dañadas y resultar perjudicadas, no mostrar efectos o aun aumentar su adecuación. Estas respuestas son conocidas como subcompensación, compensación y sobrecompensación, respectivamente. Existe un debate sobre cual de estas es la respuesta más general de las plantas frente a la herbivoria (Mariano 2005). Desde un enfoque fitocéntrico, la mayor parte del conocimiento acumulado sobre esta interacción ecológica ha documentado las consecuencias de la herbivoria sobre algún componente de adecuación de las plantas: crecimiento, número de semillas o de frutos producidos. Se ha estimado que en las selvas tropicales se pierden un promedio de 11% de área foliar debido al ataque de folívoros (Coley y Kursar 1996).

Una pregunta que se hacen muchos investigadores sobre la herbivoria es por que es importante conocer cuales son las consecuencias de la herbivoria sobre el numero de descendientes que deja una planta? Segun Mariano (2005) esta pregunta puede ser contestada tanto desde un enfoque ecologico como de un enfoque evolutivo En el enfoque ecologico nos interesa conocer cual es el impacto de la herbivoria sobre el crecimiento de las poblaciones de plantas Mientras que en el enfoque evolutivo queremos establecer cuales son las consecuencias de esta interaccion sobre la evolucion de atributos de las plantas Especificamente queremos saber cual es el posible impacto de la herbivoria sobre la evolucion de atributos morfologicos fisiologicos y de historia de vida que permiten a las plantas sobrevivir en presencia de los animales que las dañan ya sea evitando ser atacadas (defensa) o recuperandose luego del daño (tolerante) Cuando los herbivoros remueven parte del tejido foliar de una planta reducen su area fotosintetica y como consecuencia, disminuyen su capacidad de sintetizar glucidos Pero tambien se produce en la planta atacada una perdida de reservas de nutrientes y de carbono almacenadas en las hojas El efecto inmediato es la perdida de recursos que usa la planta para crecer y reproducirse Sin embargo la magnitud y el signo del impacto producido por el daño pueden variar dependiendo del sexo y del sistema de polinizacion de las plantas (Mariano 2005)

Como se menciona anteriormente la herbivoria es la interaccion planta animal mas frecuente en la naturaleza (Weis y Berenbaum 1989) y juega un papel importante en la estructuracion de la vegetacion de un bosque (Harper 1969 Janzen 1970 Roldan 1997)

Uno de los factores ambientales mas relevantes para el desarrollo estructural del bosque es la luz (Hogan & Machado 2002) que tambien afecta la incidencia de ataque a plantas por herbivoros (Sagers 1992) Sagers (1992) señala que algunas especies de plantas que crecen en claros de bosque presentan un mayor grado de herbivoria que especies que crecen bajo el dosel Por otro lado Feeny (1976) plantas que existe una relacion positiva entre cuan conspicua es una planta y la tasa de herbivoria que sufre Mas aun la probabilidad de herbivoria para una planta dada aumenta si se encuentra en la cercania a un individuo atacado (Karban *et al* 2003 Rousset y Leport 2003)

Segun Coley y Barone (1996) la herbivoria afecta de diferente manera a las plantas dependiendo de factores bioticos y abioticos Medinaceli *et al* (2004) llevaron a cabo una investigacion en la que compararon como la herbivoria se relaciona con la altura de cada planta y a las diferentes exposiciones a la luz solar Sus resultados demostraron que existen diferencias significativas en el indice de herbivoria (Dominguez y Dirso 1995) con respecto al tamaño de las plantas (mayor en plantas grande de 50 a 120 m de alto menor en plantas pequeñas hasta 35 cm de alto) Segun Medinaceli *et al* (2004) esta diferencia puede deberse al efecto de la altura de la planta, tambien llamado efecto de apariencia estudiado por Feeny (1976) Los individuos grandes (plantas de mayor altura) son el foco de atraccion para los herbivoros

Sin embargo se sabe que uno de los mecanismos de defensa de las plantas ante la herbivoria es la producción inducida de compuestos secundarios tóxicos (Chew y Rodean 1979). Muchas especies de plantas en bosques tropicales presentan niveles más elevados de metabolitos secundarios en hojas jóvenes que en hojas maduras (Becker 1981, Langenheim *et al.* 1986, Turner 1995, Coley y Kursar 1996). En el estudio realizado por Medinaceli *et al.* (2004) los individuos pequeños presentaron mayor proporción de hojas jóvenes que los individuos grandes y la mayor presencia de compuestos secundarios tóxicos en esos individuos pequeños podría explicar el menor grado de herbivoria que ellos presentan con respecto a los individuos grandes. Sin embargo no se puede asegurar que la diferencia en el grado de herbivoria entre plantas grandes y pequeñas pueda deberse a una susceptibilidad diferencial y no así a la diferencia en el tiempo de exposición a los herbívoros. Medinaceli *et al.* (2004) recomendaron realizar ensayos experimentales más precisos para conocer cuál es el fenómeno que explica el patrón encontrado en su investigación.

MATERIALES Y METODOS

Descripcion del area de estudio

Sardinilla es una localidad que pertenece al corregimiento de Salamanca, Buena Vista, Provincia de Colon. Se ubica entre los 9° 19' 30" N y 79° 38' 00" W con una altura maxima de 213 metros y minima de 64 metros con una temperatura promedio entre los 26° y 30° C. Sardinilla se caracteriza por presentar una vegetacion predominantemente de pastizales y la mayoria de sus tierras son utilizadas para la cria de ganado (Fig N° 5).

El proyecto de Sardinilla se inicio en julio del 2001 con el objetivo de entender los complejos acoplamientos del ciclo del carbon en el suelo y como influye en la biodiversidad de los ambientes tropicales (Potvin *et al* 2005).

Para comprender el papel del ciclo del carbono y la biodiversidad en ambientes tropicales se plantaron aproximadamente 10 000 arboles y se establecieron varias parcelas de 45 X 45m² las cuales contenian un total de 36 especies diferentes de plantas. Estas plantas se distribuian por parcela de tres formas diferentes. Segun el numero de especies con 6, 9 y 18 especies diferentes (Cultivos Mixtos). Al igual se establecieron dos replicas de monocultivos con seis especies diferentes de plantas. Las especies que fueron escogidas para la realizacion de los monocultivos son las mismas utilizadas para los cultivos mixtos (Figs N° 6 y 7).

El proyecto Sardinilla es una investigación en la que participan varias instituciones y reúne a varios científicos nacionales e internacionales. Participan científicos de Panamá (Dr. Hector Barrios, Universidad de Panamá) de Canadá (Dra. Catherine Potvin, T. Moore, R. Grant, Universidad de McGill, E.E.U.U. (E. Pendall) y de Alemania (M. Scherer, Lorenzen). Las dos principales instituciones son el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) (Panamá) y Universidad de McGill (Canadá).

Muestreo de la diversidad de insectos herbívoros en plantas

Un total de 240 plantas por parcela por cada tipo de cultivo. Para efectuar los muestreos sobre la diversidad de insectos se escogieron en cuatro parcelas diferentes de monocultivos y de cultivos mixtos 10 plantas por especies con tres replicas para cada una.

Las especies que no se consideraron para este estudio y que están incluidas dentro de las parcelas de cultivos mixtos y se encuentran listados en la fig. N° 7. Para tomar la muestra de insectos herbívoros no se colectaron insectos de plantas creciendo en los bordes de las parcelas con el propósito de no introducir efectos de borde al momento de tomar cada muestra.

Se han reconocido como herbívoros a los insectos que se observaron comiendo las plantas y se han marcado estos herbívoros con un asterisco en el cuadro # 1.

Cada una de las plantas de las distintas especies escogidas fueron codificadas con una placa metálica y con cinta de color. Ejemplo (An 001 M P1 An 001 CM P2) An nombre de la especie (*Anacardium excelsum*) 001 número que corresponde la planta, M Monocultivo CM Cultivo Mixto P1 parcela número uno) Esta codificación permitía ubicarlas con mayor facilidad al momento de realizar el muestreo y además especificaba su identificación individual indispensable para realizar anotaciones biológicas del individuo (Fig N° 8) Cada muestra de una planta representa la colecta de todos los insectos presentes en un área foliar de 60 cm² y a 1.60 m de altura. Para extraer los insectos en cada muestra de la planta se utilizó la técnica de golpeo que consiste en golpear el área foliar con una rama de un metro de largo para provocar que los insectos cayeran al embudo (Fig N° 9) Se capturaron con una red en forma de embudo parte superior es rectangular (60 cm²) a la cual se le coloca en la parte inferior una bolsa plástica (Ziploc 1 litro) La bolsa colectora se codificó con el código de la planta, ejemplo An 001 M P1 o An 001 CM P1 y además se le colocó la fecha de colecta.

Estrategia de muestreo para la diversidad de insectos herbívoros

El muestreo se llevó a cabo a finales de la estación lluviosa 2006 (octubre noviembre diciembre) y en el periodo de transición hacia la estación seca 2006-2007. Al iniciar los muestreos en julio 2007 se obtuvieron datos del periodo de transición entre la estación seca-húmeda 2007. Se continuó muestreando durante la estación lluviosa y hasta octubre 2007 y se obtuvieron siete meses de muestreo. En la estación seca los árboles pierden parcial o totalmente sus hojas y las poblaciones de insectos disminuyen en forma evidente. Por estas razones no se llevaron a cabo muestreo durante los meses de la estación seca 2007 (Fig N° 10)

Determinación del porcentaje de herbivoría en las plantas

Para obtener un área foliar promedio de las hojas en cada una de las especies estudiadas se midió por separado el área foliar de 10 hojas de 10 plantas diferentes por especies tanto en monocultivo como en cultivos mixtos a inicio de la época lluviosa del 2007.

El área foliar de las hojas fue medida utilizando el CI-202 Portable Leaf Area Meter (Fig N° 11). Las hojas en las plantas fueron marcadas con una cinta plástica de color de tal manera que no afectara el desarrollo de las hojas y pudieran ser visualizadas con facilidad. Una vez transcurrido seis meses después del marcado de las hojas a finales del mes de noviembre las hojas fueron colectadas y medidas con el medidor de área foliar CI 202 Portable Leaf Area Meter para determinar consumida por los insectos.

Técnica para el procesamiento de las muestras en el laboratorio

Las muestras en las bolsas fueron llevadas al laboratorio para separar los insectos con ayuda de un estereoscopio y colocarlos por morfoespecies agrupadas en viales con alcohol al 70%. Una vez separados los insectos fueron montados en alfileres entomológicos y etiquetados para su posterior identificación. Los resultados son agregados en una base de datos en Microsoft Excel ya establecida.

Análisis estadístico de los resultados

Los resultados fueron analizados mediante un análisis estadístico de ANDEVA simple para herbivoria y doble repetitivo para diversidad mediante el programa STATISTICA VERSION 6. Este análisis de ANDEVA fue utilizado para responder a los objetivos de la presente investigación: la determinación del impacto de la herbivoria en cuatro especies de plantas nativas establecidas en monocultivos y cultivos mixtos. También se calcularon los índices de diversidad Shannon Wever y índice de Morisita Horn para determinar los índices de diversidad de insectos en cada una de las especies de plantas en los diferentes cultivos y parcelas.

RESULTADOS

Se colectaron un total de 2974 especímenes de insectos ubicados en 12 órdenes 97 familias 108 especies y 123 morfoespecies en las plantaciones de cultivos mixtos y monocultivos de las cuatro especies de plantas muestreadas en Sardinilla, Provincia de Colón (Cuadro N° 1 en anexo)

Según los hábitos alimenticios de los insectos herbívoros principalmente los defoliadores capturados en el muestreo y las observaciones realizadas en campo puedo decir que tres órdenes (Coleoptera, Lepidoptera y Orthoptera) 24 familias y 83 especies son las que consumieron el área foliar en las plantaciones. Estos resultados representan el 25% de los órdenes 25 % de las familias y 36% de las especies del total de insectos colectados durante el muestreo.

Diversidad de insectos en cada una de las especies de plantas por cultivos

En los cultivos de *Anacardium excelsum* la mayor diversidad de insectos herbívoros se presentó en los cultivos mixtos ($F_{1, 28} = 12,838$ $P = 0,00127$). Además comparando la diversidad de insectos en ambos cultivos y parcelas de *A. excelsum* a través de los meses muestreados podemos observar que se presenta una variación muy parecida de la diversidad de insectos en donde tanto las plantaciones de cultivos mixtos como los monocultivos presentan en diciembre la menor diversidad de insectos ($F_{6, 28} = 5,79$ $P = 0,0005$) y ($F_{6, 28} = 0,989$ $P = 0,4551$) (Fig. 12)

En los cultivos de *Cedrela odorata* la diversidad de insecto resultó ser más significativa en los cultivos mixtos ($F_{1, 28} = 7,069$ $P = 0,012$). La variación de la diversidad de insectos en ambos cultivos y parcelas de *C. odorata* a través de los

meses de muestreo podemos observar que presenta una variación de la diversidad muy parecida, donde diciembre se observó la menor diversidad de insectos ($F_{6, 28} = 6.002$ $P = 0.0040$) y ($F_{6, 28} = 9.88$ $P = 0.45164$) (Fig. 13)

En los cultivos de *Luehea seemannii* los resultados estadísticos sobre la diversidad de insectos no arrojaron diferencias significativas entre los cultivos mixtos y monocultivos ($F_{1, 28} = 0.0359$ $P = 0.851$). Sin embargo, sí hubo diferencias significativas en la diversidad de insectos en las parcelas entre las fechas muestreadas siendo diciembre y julio significativamente menor que octubre y noviembre del 2006 ($F_{6, 28} = 3.690$ $P = 0.0079$). La diversidad de insectos a través de los meses muestreados en todas las parcelas y además en ambos cultivos la diversidad de insectos fue muy parecida ($F_{6, 28} = 1.221$ $P = 0.325$) (Fig. 14)

La diversidad de insectos herbívoros en los dos cultivos de *Tabebuia rosae* no mostraron diferencias significativas estadísticamente ($F_{1, 28} = 0.958$ $P = 0.335$) sin embargo la diversidad de insectos fue mayor en los cultivos mixtos. Además no hubo diferencias significativas de la diversidad de insectos en las parcelas entre los meses muestreados aunque fue más baja en diciembre del 2006 y julio agosto del 2007 ($F_{6, 28} = 1.898$ $P = 0.1163$). También la diversidad de insectos a través de los meses muestreados en ambos cultivos de *T. rosae* no mostró variación de la diversidad de insectos ($F_{6, 28} = 0.8339$ $P = 0.554$) (Fig. 15)

Índice de diversidad de Shannon Wever

Aplicándole los índices de diversidad Shannon Wever en las tres parcelas y los dos tipos de cultivos para las cuatro especies de plantas los resultados fueron los siguientes

Los resultados de la diversidad de insectos en las plantaciones de las cuatro especies de plantas establecidas en monocultivos y cultivos mixtos nos indican que tanto en los análisis de varianza como en los índices de Shannon Wever los cultivos mixtos mostraron ligeramente mayor diversidad de insectos ($F_{1, 37} = 3.59$ $P = 0.06582$) (Fig 16)

En cuanto a la diversidad de insecto por especie de planta, el índice de Shannon-Wever nos indica que fue significativamente menor en los cultivos de *Anacardium excelsum* y mayor en *Luehea seemannii* ($F_{3, 37} = 14.70$ $P = 0.0000$) (Fig 17) Además comparando los mono y cultivos mixtos de las cuatro especies de plantas juntas el índice de diversidad fue significativamente menor en los cultivos mixtos y monocultivos de *Anacardium excelsum* y mayor en los monocultivos y cultivos mixto de *Tabebuia rosae* La diversidad en *Cedrela odorata* y *Luehea seemannii* es parecida en ambos tipos de cultivos ($F_{3, 37} = 9.484$ $P = 0.00009$) (Fig 18)

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES

La mayor riqueza de especies se dio en los cultivos mixtos (Fig 19) parcela numero I (Fig 20) y plantaciones de *Luehea seemannii* (Fig 21) La mayor abundancia de especies de insectos o cantidad de insectos en los cultivos parcelas y plantas muestreada se presento en el cultivo mixto (Fig 22) en la parcela numero I (Fig 23) y en las plantaciones de *Luehea seemannii* (Fig 24)

INDICE DE SIMILITUD DE MORISITA-HORN

De acuerdo al analisis de cluster en base al indice de similitud cuantitativo (Morisita Horn) tomando en cuenta las tres parcelas de los dos cultivos (mixto y monocultivo) y las cuatro especies de plantas para el muestreo de insectos en Sardinilla, Provincia de Colon los resultados nos indican que la parcela numero II es muy similar a la parcela III (Fig 25) El analisis de cluster (Morisita Horn) nos indica que los cultivo mixtos mas similares cuantitativamente son los de *Luehea senmanii* y *Anacardium excelsum* al igual que los cultivos mixtos y los monocultivos de *Tabebuia rosae* (Fig 26)

PROMEDIOS Y PORCENTAJE DE HERBIVORIA SOBRE LAS PLANTAS, POR CULTIVOS

Los resultados obtenidos de acuerdo al impacto de la herbivoria sobre cada una de las especies de plantas nativas maderables utilizadas en el muestreo es el siguiente

En *Anacardium excelsum* el mayor porcentaje de herbivoria fue en los monocultivos ($F_{10} = 5.061$ $P = 0.02899$) (Fig. 27). Tomando en cuenta que el área foliar promedio sin herbivoria de las hojas en *A. excelsum* en los monocultivos es de 163.89 cm^2 y posterior a la medición del área foliar restante de las hojas consumidas por los insectos herbívoros fue de 68.17 cm^2 lo que representa un 41.60% de material consumido por los insectos herbívoros en las plantaciones de *A. excelsum*. En los cultivos mixtos de *A. excelsum* las hojas presentan un área foliar promedio de 273.68 cm^2 mayor a la de los monocultivos. Después de calcular el área foliar restante de las hojas consumida fue de 83.91 cm^2 lo que representa el 30% del material consumido por los insectos herbívoros en los cultivos mixtos de *A. excelsum* (Cuadro N° 2 y 3).

En *Cedrela odorata* no existió estadísticamente diferencias significativas con respecto al porcentaje de herbivoria entre los cultivos ($F_{10} = 1.0009$ $P = 0.32200$) (Fig. 28). Sin embargo, los valores promedios y porcentajes calculados en los monocultivos de *C. odorata* presenta un área foliar promedio sin herbivoria de 1434.79 cm^2 posterior a la medición del área foliar restante de las hojas consumidas por los insectos herbívoros fue de 1123.78 cm^2 lo que representa el 78.32% de material consumido por los insectos herbívoros en las plantaciones de *C. odorata*.

En los cultivos mixtos las hojas presentan un area foliar promedio de 1499 31 cm² posterior a la medicion del area foliar restante de las hojas consumidas por los insectos herbivoros fue de 661 19 cm² lo que representa el 44 10 % del material consumido por los insectos herbivoros en los cultivos mixtos de *C odorata* Estos resultados nos indican que el mayor porcentaje de herbivoria cualitativamente fue en los monocultivos con el 78 32% si lo comparamos con el 44 10 % de los cultivos mixtos (Cuadro N° 2 y 4)

En *Luehea seemannii* el porcentaje de herbivoria fue significativamente mayor en los monocultivos ($F_{1, 49} = 36 618$ $P= 0 00000$) (Fig 29) El area foliar promedio sin herbivoria de las hoja en *L seemannii* en los monocultivos es de 205 24 cm² posterior a la medicion del area foliar restante de las hojas consumidas por los insectos herbivoros fue de 140 02 cm² lo que representa un 68 24% de material consumido por los insectos herbivoros en las plantaciones de *L seemannii* En los cultivos mixtos de *L seemannii* las hojas presentan un area foliar promedio de 237 52 cm² posterior a la medicion del area foliar restante de las hojas consumidas por los insectos herbivoros fue de 110 31 cm² lo que representa el 46 44% del material consumido por los insectos herbivoros en los cultivos mixtos de *L seemannii* (Cuadro N° 2 y 5)

En *Tabebuia rosae* el porcentaje de herbivoria fue significativamente mayor en los monocultivos ($F_{1, 58} = 34,612$ $P = 0,00000$) (Fig. 30). El área foliar promedio sin herbivoria de las hojas en *T. rosae* en los monocultivos es de $563,88 \text{ cm}^2$. Posterior a la medición del área foliar restante de las hojas consumidas por los insectos herbívoros fue de $196,20 \text{ cm}^2$, lo que representa un 34,82% de material consumido por los insectos herbívoros en las plantaciones de *T. rosae*. En los cultivos mixtos de *T. rosae* las hojas presentan un área foliar promedio de $701,13 \text{ cm}^2$. Posterior a la medición del área foliar restante de las hojas consumidas por los insectos herbívoros fue de $125,70 \text{ cm}^2$, lo que representa el 17,93% del material consumido por los insectos herbívoros en los cultivos mixtos de *T. rosae* (Cuadro N° 2 y 6).

DISCUSION

Diversidad de insectos en las plantaciones muestreadas

En Panama son varios los estudios que han tratado de explicar la diversidad de insectos herbivoros en varios ambitos con las plantas en un bosque tropical. Entre ellos podemos mencionar Basset 1991, Price 1991, Basset *et al* 1982, Coley 1982, Coley and Barone 1996, Barone & Coley 2002. Sin embargo, muy poca informacion se tiene sobre la diversidad de insectos en sistemas de cultivos forestales, agricolas o cualquiera de estos sistemas, casi o totalmente controlados por el hombre. En la mayoria de los sistemas forestales, las especies de insectos tambien forman grupos numerosos y algunos de ellos logran constituir problemas serios en la produccion de los cultivos forestales, trayendo como consecuencias grandes perdidas economicas.

En esta investigacion trato de explicar algunas aproximaciones de como la diversidad de insectos herbivoros se relaciona con las especies de plantas nativas maderables plantadas en monocultivos y cultivos mixtos. Tambien mas adelante trato de correlacionar la diversidad de los insectos con los patrones de herbivoría o defoliación en las cuatro especies de plantas escogidas para esta investigacion.

Diversidad de insectos en *Anacardium excelsum*

Los cultivos de *A. excelsum* fueron los que mostraron la menor diversidad de insectos en comparacion con los demas cultivos (Fig. N° 17). Esto puede estar explicado por la estructura de los cultivos de *A. excelsum* ya que no se encontraban totalmente desarrollados con estructura reproductiva evidente (flores y frutos) en comparacion con las demas especies de plantas utilizadas en el muestreo.

Analizando como varia el patron de diversidad de insectos en *A excelsum* entre los siete meses muestreados en ambos cultivos nos indica efectivamente que la diversidad de insectos disminuye drasticamente en el mes de diciembre y ademas con un patron muy similar en ambo cultivos. Esto se puede deber principalmente a que *A excelsum* pierde sus hojas al inicio de la temporada seca (Fig 12)

El orden de insecto que mostro la mayor diversidad dentro de las plantaciones de *A excelsum* fue Coleoptera, las siguientes cuatro familias presentaron grandes consumidores de area foliar contribuyendo en gran medida a la herbivoria. Chrysomelidae generos *Diabrotica* spp (dos morfo especies) y *Rhabdopterus* sp. Anthicidae *Acanthinus continuus* y *A spinicollis* y Byphillidae genero no identificado que se presento en estos cultivos de *A excelsum*

Los arboles de *A excelsum* o comunmente llamados espave o javillo son importantes en la composicion de los bosques tropicales y principalmente en los bosques de galeria que bordean los pequeños rios y quebradas (Soto y Pietrangeli 1997). Esta especie es uno de los arboles de mayor altura en el area de Sardinilla alcanzando de 20 a 40m y de 1 a 2m DAP (diametro a la altura del pecho). Su contribucion al aporte total de hojas se considera significativa, tomando en consideracion el tamaño de sus hojas (largo 15-35cm ancho 5-15cm)

Diversidad de insectos en *Cedrela odorata*

Si observamos como varia la diversidad de insectos en las plantaciones de *C odorata* podrias decir que presenta un patron muy similar al de los cultivos de *A excelsum* principalmente porque ambas especie son caducifolia que pierde sus hojas en la epoca seca, especificamente a finales de diciembre (Fig 10) Por consiguiente baja la diversidad de insectos en su follaje. Ademas la diversidad de insectos herbivoros en *C odorata* en ambos cultivos mixtos y monocultivos no mostro diferencias significativa durante los meses de muestreos (Fig 13). Esto puede ser explicado por la poca distancia (100 m aproximadamente) que separaba ambas parcelas de los cultivos mixtos y monocultivos de *C odorata*.

Diversidad de insectos en *Luehea seemannu*

La diversidad de insectos entre los cultivos de *L seemannu* no arrojaron diferencias significativas estadisticamente. Sin embargo fue la especie con mayor numero de especies colectadas. Estos se puede deber a la proximidad que se encontraba estas parcelas de cultivos mixtos y monocultivos de *L seemannu*.

En cuanto a la fluctuaciones de la diversidad de insectos herbivoros en los siete meses de muestreo tampoco hubo diferencias significativas entre lo meses. Sin embargo se muestra que en los meses de diciembre del 2006 y julio del 2007 la diversidad de insectos fue significativamente menor que en octubre y noviembre del 2007 (Fig 14). Considero que estos resultados se dieron porque en los meses de octubre y noviembre es la epoca en la que inicia la floracion de esta especie de planta en los bosques secundarios y de baja elevaciones de nuestro pais lo que incrementa la atraccion de polinizadores y depredadores al igual que de herbivoros de esta especie de planta.

La causa mas probable de la disminucion de la diversidad de insectos en el mes de diciembre del 2006 se debe principalmente a la perdida de hojas que sufre esta especie al inicio de la epoca seca

Diversidad de insectos en *Tabebuia rosae*

La diversidad de insectos en los dos cultivos de *T rosae* no mostraron diferencias significativas (Fig 15) Sin embargo la diversidad de insectos fue mayor en los cultivos mixtos De igual forma, esto se debio a la influencia de las otras cinco especies de plantas que acompañan a *T rosae* en el cultivo mixto La variacion del numero de especies de insectos herbivoros en la plantacion de *T rosae* durante los meses de colecta no arrojaron diferencias significativas entre la fechas Aunque la Fig 15 muestra que en el mes de diciembre 2006 y julio de 2007 fue bajo el numero de especies capturada Estos resultados de diciembre pueden explicarse debido a la perdida de las hojas al inicio de la temporada seca La disminucion de la diversidad de insecto de julio 2007 la atribuyo a que para ese mes no habia salido totalmente el follaje en estas plantaciones

Al comparar el numero de especies a traves de insectos a traves de los meses de colecta, en los dos cultivos de *T rosae* nos indica que no hubo variacion de la diversidad de insectos en el transcurso de los siete meses de muestreo

Estos resultados pueden explicarse debido a la similitud en las condiciones ambientales y factores físicos que se encuentran en ambas plantaciones de *T. rosae*. Además, considero que otro factor que influyó a la similitud en la diversidad de insectos en ambos cultivos fue la aproximación de no más de 100 metros entre los dos cultivos. En resumen, analizando los resultados de una forma muy general en cuanto a cómo se comporta la diversidad de insectos herbívoros entre los cultivos (mixtos y monocultivos) con las cuatro especies de plantas, los resultados indican que tanto en los análisis de varianza como en el índice de Shannon-Weaver, los cultivos mixtos mostraron ligeramente mayor diversidad de insectos (Fig. 16), aunque algunos cultivos de las plantas no mostraron diferencias significativas.

Además, haciendo un análisis cuantitativo a través del índice de Morisita-Horn de la diversidad taxonómica de insectos herbívoros colectados entre las parcelas (I, II, III y los dos tipos de cultivos con las especies de plantas) (Fig. 25 y 26), nos damos cuenta que las parcelas II y III y los cultivos mixtos de *Luehea seemannii* y *Anacardium excelsum* son las más semejantes. Esto puede ser explicado por lo adyacente de ambas parcelas y ambos cultivos de estas dos especies de plantas, la cual estaban separadas por aproximadamente unos 200 m.

En cuanto a la diversidad de insectos por especies de plantas el índice de Shanon Wever nos indica que la diversidad fue significativamente menor en los cultivos de *Anacardium excelsum* (Fig 17 18) Uno de los factores que influyo en este resultado se debe principalmente a que *A excelsum* es la especie con menor area foliar si lo comparamos con las otras tres especies utilizadas en esta investigacion Tambien podria especular en decir que *A excelsum* tenga algun mecanismo de defensa o metabolitos secundarios que podrian repeler la presencia de insecto herbivoros que le pudieran causar algun daños foliar o factores fisicos o quimicos del suelo que pudieran influir en la baja diversidad de insectos en esa plantacion Esto puede ser un tema de futuras investigaciones que pudieran realizarse en las plantaciones de Sardinilla tomando como referencia mis resultados

Luehea seemannu fue la especie de planta, tanto en los cultivos mixtos y monocultivos que mostro la mayor diversidad de insectos con respectos a los demas cultivos de plantas Estos resultados se pueden deber a las características morfológicas de la hoja que presenta esta especie de planta Ella presenta hojas simples y alternas verdes en el haz y marron castaño en el envés de 5 a 30 cm de largo y de 3 a 15 cm de ancho Esta condicion puede ser indispensable para los insectos mayor area foliar como alimento y refugio Ademas esta especie de planta oferta una excelente vistosidad en cuanto a las flores se refiere atrayendo a una gran diversidad de insectos a tal punto que muchos apicultores la utilizan como planta melífera, debido a que las abejas colectan el nectar de las flores (Aguilar y Condit 2001)

Herbivoria de los insectos sobre las cuatro especies de plantas

Existen diferentes tipos de interacciones entre las plantas y los animales las cuales pueden agruparse en positivas y negativas. La herbivoria corresponde a una interacción negativa. En el caso del herbivorismo los insectos se alimentan parcial o totalmente del tejido de la planta ocasionando una reducción del área foliar. Si embargo las plantas pueden desarrollar diferentes estrategias para defenderse de ella. Se puede encontrar producción de sustancias químicas (alcaloides y flavonoides) que hacen no apetecible las hojas, flores y frutos entre otros adaptaciones físicas como dureza del follaje, pelos o espinas y las espaciales que puede consistir en la pérdida de hojas en ciertas épocas del año (Dirzo y Dominguez 1995). Además la herbivoria puede estar relacionada con las condiciones físicas que ofrezca un ambiente determinado para el establecimiento de los distintos herbívoros (Dirzo 1984, Coley *et al* 1985, Begon *et al* 1986, Cantu *et al* 1999).

Realizando un análisis general de los resultados de la herbivoria en las cuatro especies de plantas muestreadas sin lugar a duda el mayor porcentaje de herbivoria se presentó en los monocultivos salvo en los cultivos de *Cedrela odorata* donde no hubo diferencias estadísticamente significativas aunque el mayor porcentaje se presentó en los monocultivos (Fig. 28). Esto se puede explicar por la forma en que estaban distribuidas las plantaciones. En los monocultivos los insectos herbívoros pueden encontrar con mayor facilidad el recurso alimenticio sin tener la diversidad de otros insectos competidores o depredadores que se encontrarían si existieran varias especies de plantas (cultivos mixtos).

Segun Coley (1983b) y Dirzo (1984) la magnitud o impacto de la herbivoria tambien puede depender del valor del tejido consumido (hojas estructuras de reproduccion meristemas) de la disponibilidad de recursos y de la intensidad y frecuencia del daño Habria que realizar un analisis mas detallados de las propiedades quimicas de cada una de las plantas utilizadas en el muestreo y asi establecer diferencias especificas sobre el factor que pudieran ejercer la composicion quimica en la atraccion o la impalatabilidad de las hojas de estas plantas

Otro factores que hay que tomar en cuenta sobre el por que del mayor porcentaje de herbivoria en los monocultivos y no en los cultivos mixtos es que la plantas responden a un despliegue de estrategias anti herbivoros que pueden ser quimicas biologicas y morfologicas (Ricklefs 2000) que dependeran de la historia natural de cada una de las especies de plantas (Coley 1983b) Tambien otro factor que se debe tomar en cuenta para dar una interpretacion mas precisa sobre el mayor porcentaje de herbivoria en los monocultivos es el crecimiento de las plantas la inversion en defensa morfologica y la longevidad es decir el recambio foliar se encuentran muy relacionados por lo que serian factores que influyen en el porcentaje de herbivoria en las plantas

Ademas Coley *et al* (1985) indican que las plantas estan en la disyuntiva constante de crecer y reproducirse o defenderse como ha argumentado la hipotesis de la disponibilidad de recursos Existe una relacion positiva entre el tiempo de vida de las hojas y la defensa quimica tal vez porque el valor de la misma y el riesgo de ser descubierta se incrementan con el tiempo (Coley 1987) y ademas la forma como se dispone el cultivo de las plantas

Considero que el mayor consumo foliar en las plantaciones de Sardinilla y específicamente en las especies de plantas estudiadas se da por insectos defoliadores principalmente del orden Coleoptera de la familia Chrysomelidae del genero *Diabrotica* spp (dos morfoespecies) Al observar los resultados del cuadro 1 el grupo de insectos que presento el mayor numero de individuos por familias y generos en las plantaciones fueron los escarabajos masticadores Estos resultados pueden ser comparados con lo manifestado por Barone y Coley (2002) en la que el el 72% (575 kg/ha/año) del consumo foliar anual es ocasionado por insectos masticadores en la Isla Barro Colorado (Panama)

Interpretaciones cualitativas sobre observaciones biológicas de otros insectos herbívoros en las plantaciones de Sardinia, Provincia de Colon

Existen otros grupos de insectos que dependen de las plantas tales como minadores y formadores de agallas que también consumen savia y tejidos de las hojas y pueden crear una estrecha interacción planta insecto (Weis y Berenbaum 1989 Coley y Barone 1996) y provocar serios daños foliares a las plantas Debido a la metodología utilizada para el muestreo como fue la técnica del golpeo estos grupos de insecto no pudieron ser muestreados pero al hacer una interpretación cualitativa de las plantaciones en Sardinia considero que el porcentaje de daño foliar en términos generales causado por este grupo de insecto fue bien bajo en estas plantaciones excepto en las plantaciones de *Luehea seemanni* En esta última se observó un alto porcentaje de las hojas a nivel de un metro aproximadamente del suelo con un ataque por larvas de Lepidoptera de la familia Oecophoridae (Fig 31) en sus hojas en los cultivos mixtos

Otras interpretaciones cualitativas sobre el daño causados por otros insectos que no pudieron ser colectados por el método de golpeo es el realizado por el barrenador del tallo en *Cedrela odorata* (Hypsipyla grandella Phycitinae Pyralidae) que consume la parte medular del tallo en donde las larvas se alimentan y transcurren de 31 46 días después de la oviposición causando que la rama se sequen después de la salida del adulto (Fig 32)

El barrenador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* (Zeller) taladra los brotes de árboles en la familia de las caobas (Meliaceae) especialmente las caobas (*Swietenia* spp) y los cedros (*Cedrela* spp) Es una plaga económica importante la cual ha sido el objetivo de investigaciones en muchos países tropicales ya que reduce el valor monetario de las maderas de las caobas y cedros Además ella ataca seriamente a los plántones jóvenes en viveros donde los cultivan para uso como árboles del paisaje (Howard y Merida, 2004)

CONCLUSIONES

- 1 La diversidad de insectos esta correlacionada con la diversidad de planta en un sistema de cultivos agroforestal como el estudiado en Sardinilla, Provincia de Colon. A mayor diversidad de plantas mayor es la cantidad de especies de insectos que puede alojar los sistemas de cultivos agroforestales.
- 2 El impacto de la herbivoria es mayor en los monocultivos ya que estos sistemas no brindan las condiciones ecologicas favorables para que entren otros insectos y pueda darse un equilibrio en cuanto a la perdida de area foliar de las plantas que componen el cultivo.
- 3 Es notable que al grupo de insectos que hay que prestar atencion y conocer la medidas de control a la hora establecer un sistema de cultivo agroforestal como los que estan establecidos en Sardinilla, son los masticadores como por ejemplo los escarabajos de la familia Chrysomelidae y principalmente los del genero *Diabrotica* spp.

RECOMENDACIONES

- 1 Recomiendo hacer un análisis de las propiedades químicas de las plantas utilizadas en el muestreo y obtener de esta forma una idea más exacta sobre la influencia que pudieran tener los metabolitos secundarios por parte de las especies de plantas utilizadas en los patrones de herbivoría que mostro cada una de ellas
- 2 Considero también que para posteriores estudios de este tipo se tome en cuenta variables físicas del sitio como por ejemplo tipo de suelo composición del suelo temperatura, humedad relativa etc de esta forma se puede hacer una correlación de los resultados con estas variables y dar interpretaciones más exactas de la diversidad de insectos al igual que los patrones de herbivoría
- 3 Recomiendo que este tipo de estudio como el que realice se lleve a cabo simultáneamente en dos o incluso tres sitios geográficamente en Panamá con las mismas plantas para observar la diversidad de insectos y los patrones de herbivoría en estas especies de plantas nativas maderables
- 4 Por último recomiendo que para dar una interpretación más exacta sobre los patrones de herbivoría y la diversidad de insectos en estas plantaciones se debe tomar en cuenta para el muestreo además de las hojas otras estructuras de la planta como lo es el tallo y órganos reproductivos como flor y frutos (semillas) Así se tiene una interpretación más precisa de la diversidad de insectos y la herbivoría

BIBLIOGRAFIA

Aguilar S y R Condit 2001 Use of native tree species by an hispanic community in Panama *Economic Botany* 55 223-235

Aizen M A y E Raffaele 1996 Nectar production and pollination in *Alstromeria aurea* responses to level and pattern of flowering shoot defoliation *Oikos* 76 312-322

Aizen M A y E Raffaele 1998 Flowering shoot defoliation affects pollen grain size and postpollination pollen performance in *Alstromeria aurea* *Ecology* 79 2133-2142

Altieri M A 1999 The ecological role of biodiversity in agroecosystems *Agriculture Ecosystems and Environment* 74 19-31

Barone J y P D Coley 2002 Herbivorismo y las defensas de las plantas Pp 465-492 *En* Guariguata M R y G H Kattan (Eds) *Ecologia y Conservacion en Bosques Neotropicales* Ediciones LUR Costa Rica.

Basset Y 1991 The spatial distribution of herbivory mines and galls within an Australian rainforest tree *Biotropica* 23 271-281

Basset Y H P Aberlenc y G Delvare 1992 Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon *Ecological Entomology* 17 310-318

Begon M J L Harper y C R Townsend 1986 Ecology individuals populations and communities Blackwell Scientific Publications Oxford London

Becker P 1981 Potential physical and chemical defenses of *Shorea* seedling leaves against insects Malaysian Forestry 2/3 346 356

Blanc P 1990 Bioclimatologie comparee de la canopee et du sous bois Pp 42 43
En F Halle & P Blanc (Eds) Biologie d'une canopee de foret equatoriale Rapport de Mission Radeau des Cimes Octobre Novembre 1989 Petit Saut Guyane Française Montpellier II et CNRS-Paris VI Montpellier/Paris

Blundell A G y D R Peart 1998 Distance dependence in herbivory and foliar condition for juvenile *Shorea* trees in Bornean dipterocarp rain forest Oecologia 117 151 160

Cantu, L G Castro J Cazares M Hidalgo Magaña, S y V Vasquez 1999 Patrones de herbivoria en especies leñosas de la selva mediana de La Mancha, Veracruz Pp 137 141 *En* Memorias Curso Ecología de Campo 99 Postgrado en Ecología y Manejo de Recursos Instituto de Ecología A C Xalapa

C T F S 2008 Center for Tropical Forest Science Richard Condit Rolando Perez and Camila Pizano Smithsonian Tropical Research Institute Web side [ctfs s1 edu/webatlas/maintreeatlas htm/](http://ctfs.s1.edu/webatlas/maintreeatlas.htm/)

Chew F S y J E Rodman, 1979 Plant resource for chemical defense Pp 271 308
En Rosenthal G A & D H Janzen (Eds) Herbivores Their Interactions with
Secondary Plant Metabolites Academic Press Nueva York

Coley P D 1982 Rates of herbivory on different tropical trees Pp 123-132 *En* E
G Leigh A S Rand y D M Windsor (Eds) The ecology of a tropical forest
seasonal rhythms and long-term change Smithsonian Institution Press Washington
D C

Coley P D 1983a Herbivory and defenses of tropical trees Ecological Monographs
52 (2) 210 229

Coley P D 1983b Intraspecific variation in herbivory on two tropical trees species
Ecology 64 426 433

Coley P D 1987 Interspecific variation in plant antiherbivore properties The role
of habitat quality and rate of disturbance *New Phytologist* 106 2151 263

Coley P D y J Barone 1996 Herbivore and plant defenses en tropical forests
Annual Review of Ecology & Systematics 27 305 335

Coley P D J P Bryant y F S Chapin III 1985 Resource availability and plant anti
herbivore defense *Science* 230 895 899

Coley P D y T Kursar 1996 Ant herbivore defenses of young tropical leaves physiological constraints & ecological tradeoffs Pp 305-336 *En* S S Mulkey R L Chazon, y A P Smith (Eds) Tropical Forest Plant Ecophysiology Chapman & Hall New York

Dalling J W y S P Hubbell 2002 Seed size growth rate and gap (microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species *Journal of Ecology* 90 557-568

Del Val Ek y R Dirzo 2004 Mirmecofilia Las plantas con ejercito propio *Interciencia* 29 (12) 673-679

Dirzo R. 1984 Insect-Plant Interactions Some ecophysiological consequences of herbivory Pp 209- 224 *En* Medina E H A Mooney and C Vazquez-Yanez (Eds) Physiological ecology of the wet tropics W Junk La Haya

Dominguez C A y R Dirzo 1995 Plant herbivore interactions *En* Mesoamerican tropical dry forest Pp 304-325 *En* S H Bullock E Medina y H A Mooney (Eds) Seasonally Dry Tropical Forest Cambridge University Press Cambridge

Dyer L A G Grant y T Mark A 2004 Fitness consequences of herbivory Impacts on asexual reproduction of tropical rain forest understory plants *Biotropica* 36 (1) 68-73

- Ernest A K 1989 Insect Herbivory on a Tropical Understory Tree Effects of Leaf Age and Habitat *Biotropica* 21 (3) 194-199
- Feeny P 1976 Plant appearance and chemical defense *Recent Advances in Phytochemistry* 10 1-40
- Harper J L 1969 The role of depredation in vegetational diversity *Brookhaven Symposia in Biology* 22 48-62
- Hering E M 1951 *Biology of the leaf miners* Dr W Junk, Gravenhague Berlin 420 Pp
- Hogan K y J L Machado 2002 The light environment in tropical forests biological implications and measurements Pp 119 144 En M R Guariguata & G H Kattan (Eds) *Ecologia y Conservacion de Bosques Neotropicales* Agroamerica Press San Jose Costa Rica Pp 119 144
- Howard, F W y Michael A Merida 2004 El taladrador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Insecta Lepidoptera Pyralidae Phycitinae) EENY-337 University of Florida IFAS Extension 11 Pp
- Howe H F y Westley L C 1988 *Ecological Relationships of Plants and Animals* Oxford University Press New York 273 Pp

Howlett B E y Davidson D W 2001 Herbivory on planted dipterocarp seedlings in secondary logged forests and primary forests of Sabah, Malaysia *Journal of Tropical Ecology* 17 285-302

Huntly N 1991 Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems *Annual Review of Ecological Systems* 22 477 503

Janzen D H 1970 Herbivores and the number of tree species in tropical forests *The American Naturalist* 104 501 526

Janzen D H 1973 Sweep samples of tropical foliage insects effects of seasons vegetation types elevation time of day and insularity *Ecology* 54 687 708

Karban R y I T Baldwin 1997 *Induced responses to herbivory* University of Chicago Press Chicago

Karban R J Maron G W Felton, G Ervin y H Eichenseer 2003 Herbivore damage to sagebrush induces resistance in wild tobacco evidence for eavesdropping between plants *Oikos* 100 325 330

Langenheim J H C A Macedo M K Ross y W H Stubblebine 1986 Leaf development in the tropical leguminous tree *Copaifera* in relation to microlepidopteran herbivory *Biochemical Systematics and Ecology* 14 51 59

Lehtila, K y S Strauss 1999 Effects of foliar herbivory on male and female reproductive traits of wild radish *Raphanus raphanistrum* Ecology 80 116 124

Mariano N A 2005 Herbivoria y cosexualidad en plantas efectos indirectos del daño foliar TropiSilva 1 (1) 1-3

Marquis R 1992a The selective impact of herbivores Pp 301 325 En R Fritz y E Simms (Eds) Plant Resistance to Herbivores and Pathogens Ecology Evolution and Genetics University of Chicago press Chicago

Marquis R 1992b A bite is a bite is a bite? Constraints on response to folivory in *Piper arifianum* (Piperaceae) Ecology 73 143 152

Medianero E A Valderrama y H Barrios 2003 Diversidad de insectos minadores de hojas y formadores de agallas en el dosel y sotobosque del bosque tropical Acta Zoologica Mexicana 89 153 168

Medinaceli A F Miranda-Aviles N P Flores saldaña y E Gutierrez Calucho 2004 Herbivoria en relacion al tamaño de la planta y a las diferencias de exposicion de *Pilea* sp (Urticaceae) en la Estacion Biologica Tunquini Cotapata, La Paz Bolivia Ecologia en Bolivia 39 4 8

Mutikanien P y L Delph 1996 Effects of herbivory on male reproductive success in plants Oikos 75 353 358

Nicholls C y M A Altieri 2002 Biodiversidad y diseño agroecologico un estudio

de caso de manejo de plagas en viñedos Manejo Integrado de Plagas y Agroecología
65 50 64

Núñez Farfan J y R Dirzo 1985 Herbivoria y sucesion en una selva alta perennifolia
Pp 313 332 *En* Gomez Pompa, A y S del Amo (Eds) Investigaciones sobre la
regeneracion de selvas altas en Veracruz Mexico volumen 2 Editorial Alhambra
Mexicana, S A Veracruz Mexico

Parker G G 1995 Structure and microclimate of forest canopies Pp 431 455 *En*
M D Lowman & N M Nadkarni (Eds) Forest Ganopies Academic Press San
Diego

Pizano M C S Mangan D James A H Eom y E Herre 2003 Soil conditions and
herbivores drive habitat partitioning in two morphospecies of the tropical pioneer tree
Trema micrantha in Panama Tesis B Sc Universidad de los Andes Colombia 39 p

Potvin C E Whidden y T Moore 2005 A case study of carbon pools under three
different land uses in Panama Climatic Change 67 291 307

Price P 1991 Patterns in communities along latitudinal gradients Pp 51 69 *En*
Price W P T M Lewinshohn G Fernandes y W Benson (Eds) Plant animal
interactions evolutionary ecology in tropical and temperate regions Wiley New
York

Quesada, M K Bollman y A Stephenson 1995 Leaf damage decreases pollen
production and hinders pollen performance in *Cucurbita texana* Ecology 76 437
443

Ricklefs R E 2000 Predation and herbivory Pp 329-345 *En* The economy of nature W H Freeman and Company San Francisco

Roldan A I 1997 El síndrome del bosque vacío Es un fenómeno recurrente en los bosques neotropicales? Tesis de Magister en Ciencias Universidad de Chile Santiago 63 p

Root R B 1973 Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats the fauna of collards (*Brassica oleraceae*) Ecological Monographs 43 95 124

Rousset O y J Leport 2003 Neighbourhood effects on the risk of an unpalatable plant being grazed Plant Ecology 165 197 206

Sagers C L 1992 Plasticity of plant defenses in a neotropical shrub effects of light and genotype Bulletin of the Ecological Society of America 73 332

Scheidel U S Rohlf y H Bruehlheide 2003 Altitudinal gradients of generalist and specialist herbivory on three montane Asteraceae Acta Oecologica International Journal of Ecology 24 275 283

Snow A 1994 Post pollination selection and male fitness in plants American Naturalist 144 S69-S83

Soto M N y M A Pietrangeli 1997 Caracterización florística de un bosque semidecídulo tropical y de las comunidades vegetales establecidas luego de su perturbación Cuenca carbonífera del Río Guasare Estado Zulia Ciencia 5 189 110

Strauss S Y 1997 Floral character link herbivores pollinators and plant fitness Ecology 78 1640 1645

Strauss S Y J Conner y S Rush 1996 Foliar herbivory affects floral characters and plant attractiveness to pollinators implications for male and female fitness Amer Nat 147 1098 1107

Turner I M 1995 Foliar defenses and habitat adversity of tree woody plant communities in Singapore Functional Ecology 9 279-84

Vandermeer J H 2003 Tropical agroecosystems CRC Press Florida 268p

Weis A y M Berenbaum 1989 Herbivorous insects and green plants Pp 123 162
En Abrahamson W G (Eds) Plant- Animal Interactions McGraw-Hill Nueva York

Wilson E O 1988 The current state of biological diversity Pp 3 18 En E O Wilson (Eds) Biodiversity National Academy Press Washington

ANEXOS

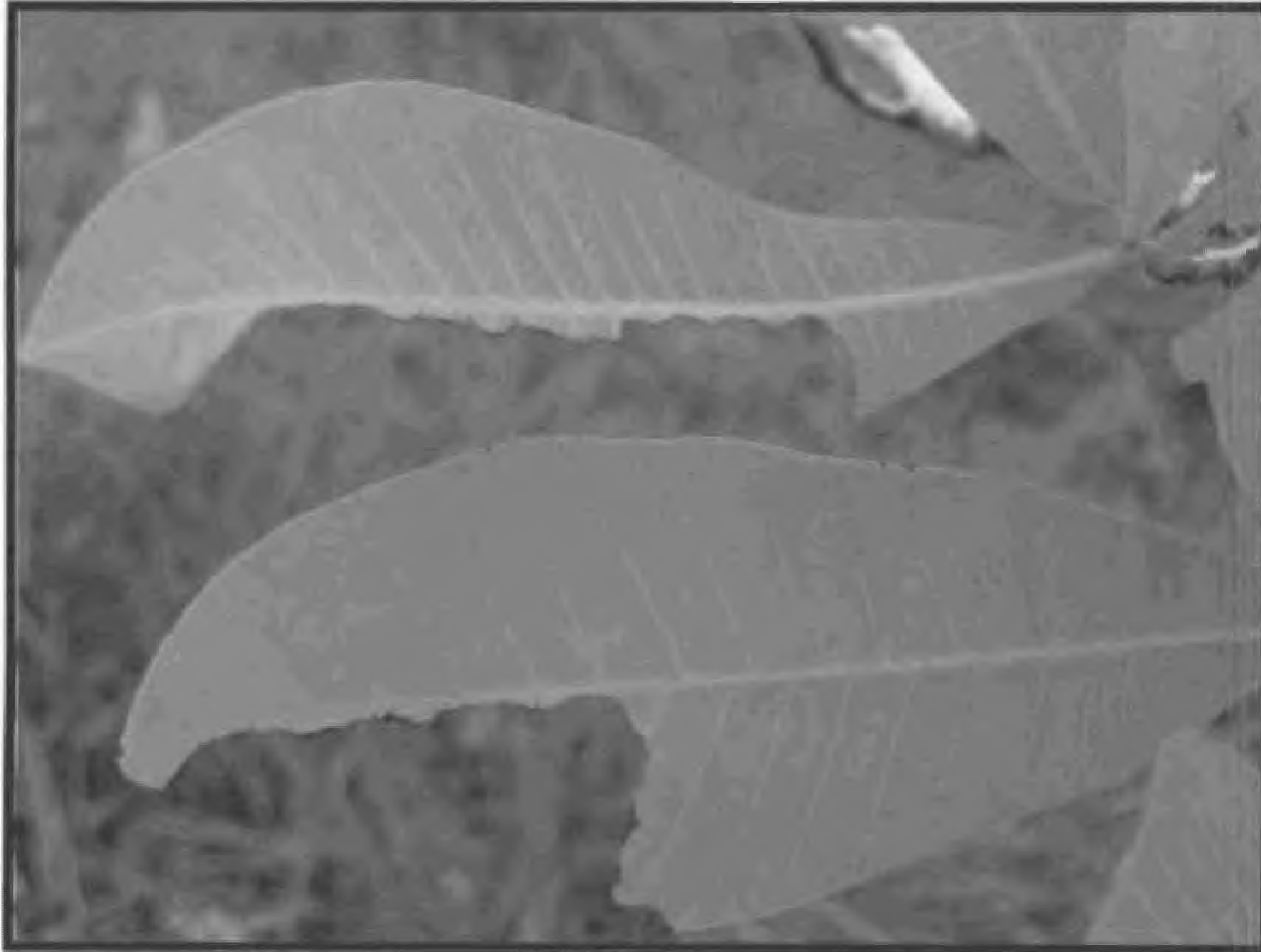


Fig. N°. 1. Hojas de *Anacardium excelsum* con herbivoría.



Fig. N°. 2. Hojas y arbusto de *Cedrela odorata* con herbivoría.



Fig. N° 3. Hojas de *Luehea seemannii* Triana & Planch. Con herbivoría.



Fig. N° 4. Hojas de *Tabebuia rosea* (Bertol.)A. DC. Con herbivoría.

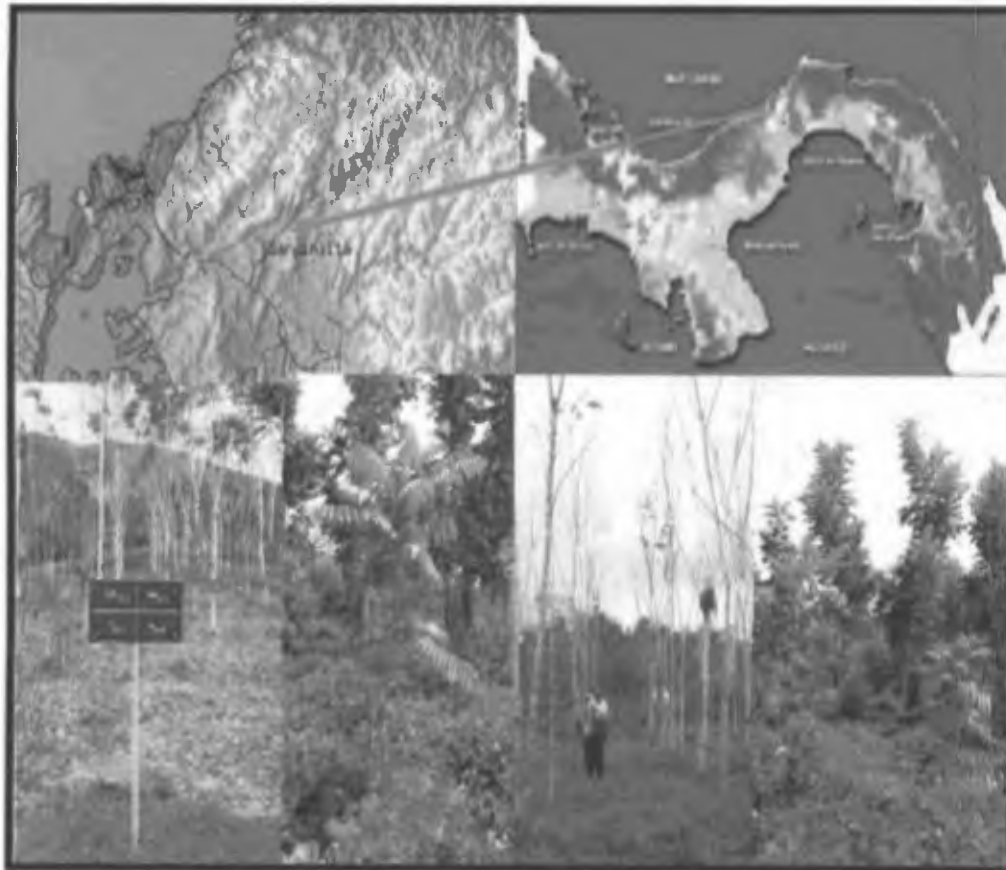


Figura. N°. 5. Mapa del área de estudio y vegetación de las plantaciones en Sardinilla, Provincia de Colón



Figura. 6. Distribución de las Parcelas en el sitio de estudio

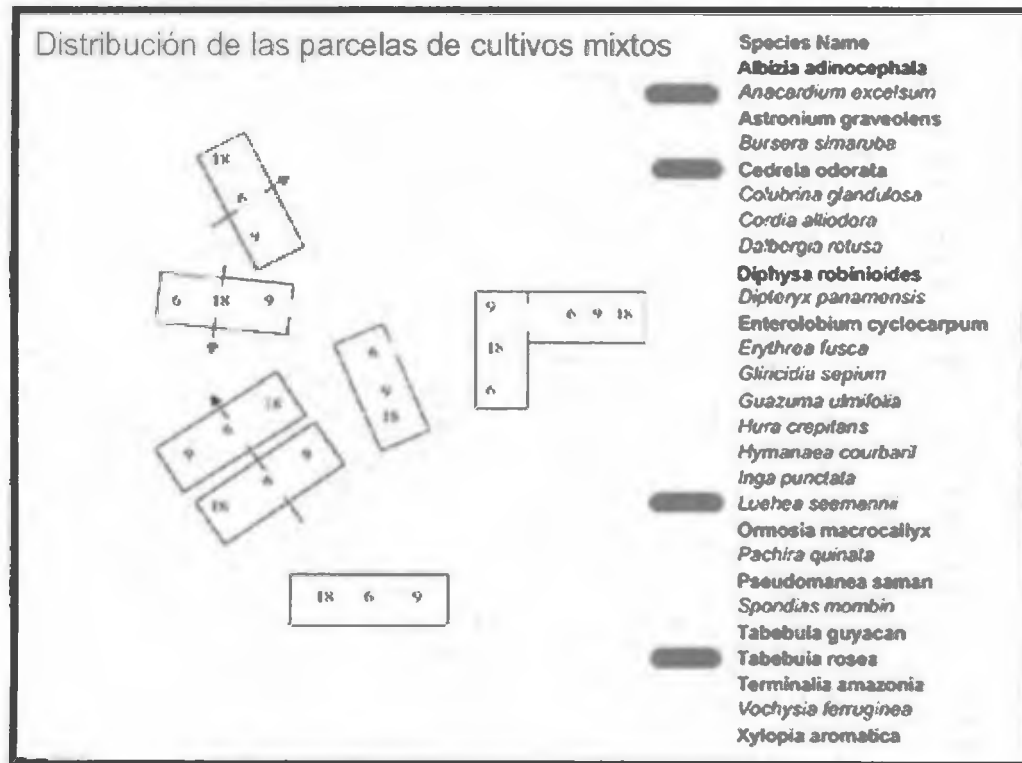


Figura. N°. 7. Distribución de las parcelas en el sitio de estudio y listado de plantas que la componen.



Figura. N°. 8. Codificación con placas metálicas y cintas de color a las plantas escogidas para el muestreo.



Figura. N° 9. Metodología para la toma de muestra de insectos en las plantas.
Beating.

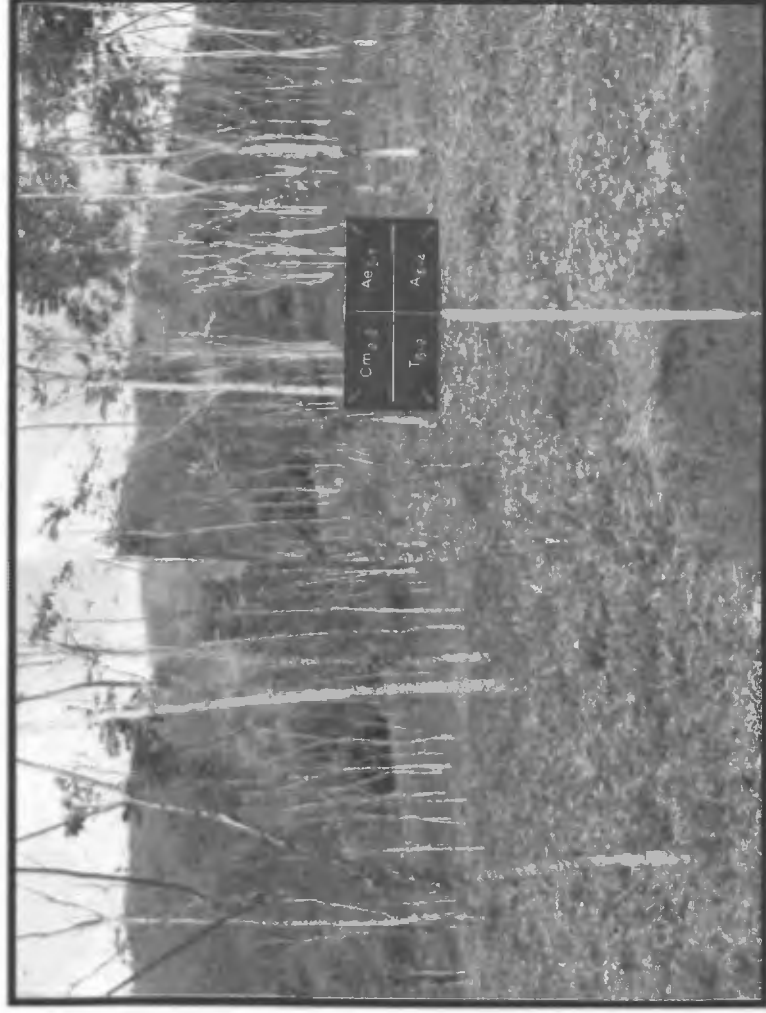


Figura. N° 10. Perdidas de las hojas en las plantaciones de *Cedreia odorata* a inicio de la época seca.

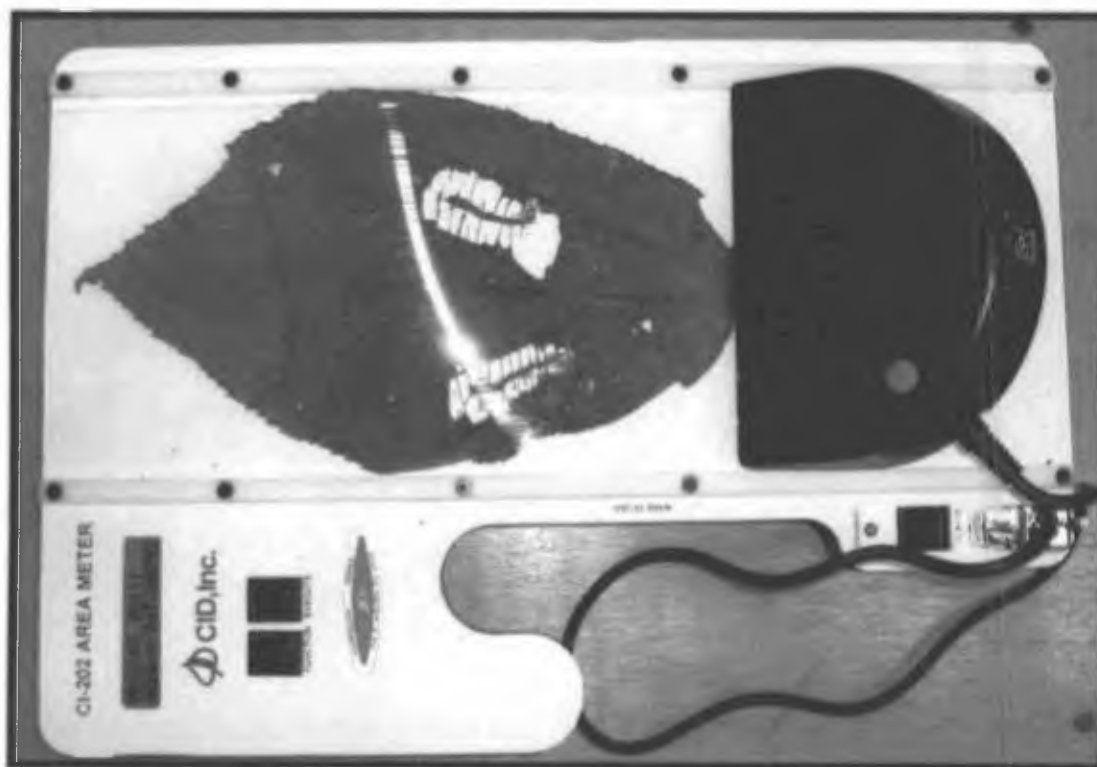


Figura. N°. 11. Medidor del área foliar.

Diversidad de insectos en cada una de las especies de plantas por cultivos:

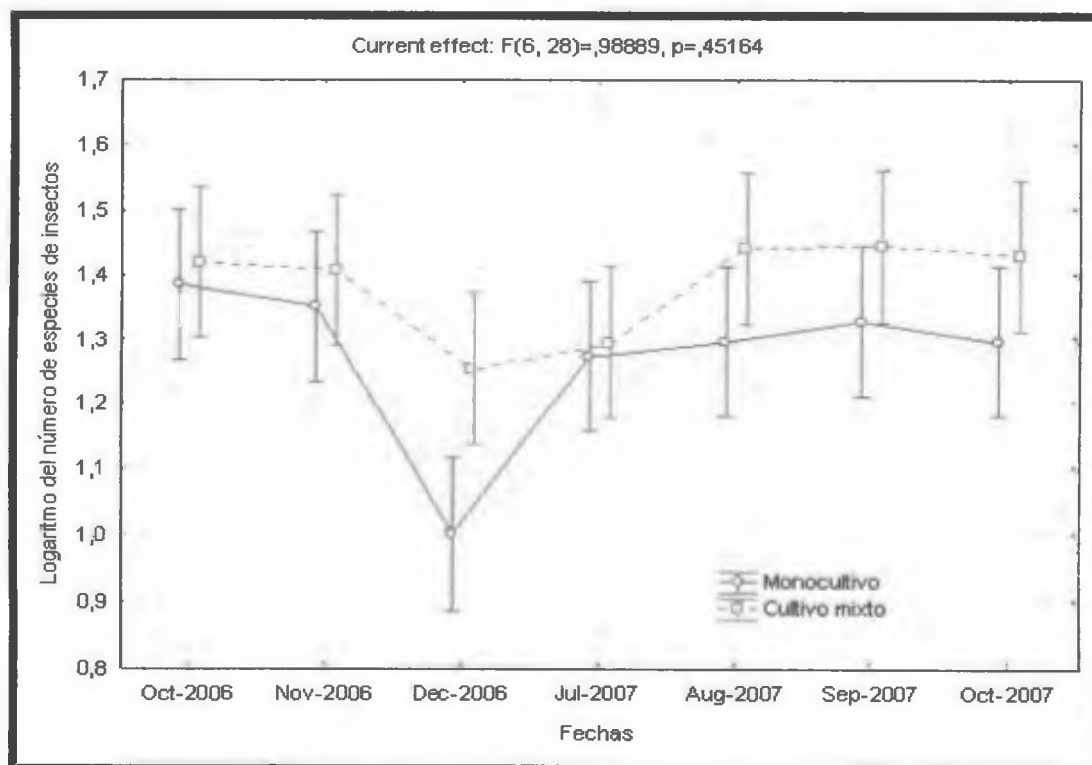


Figura. N°. 12. Diversidad de insectos en las parcelas y cultivos de *A. excelsum*.

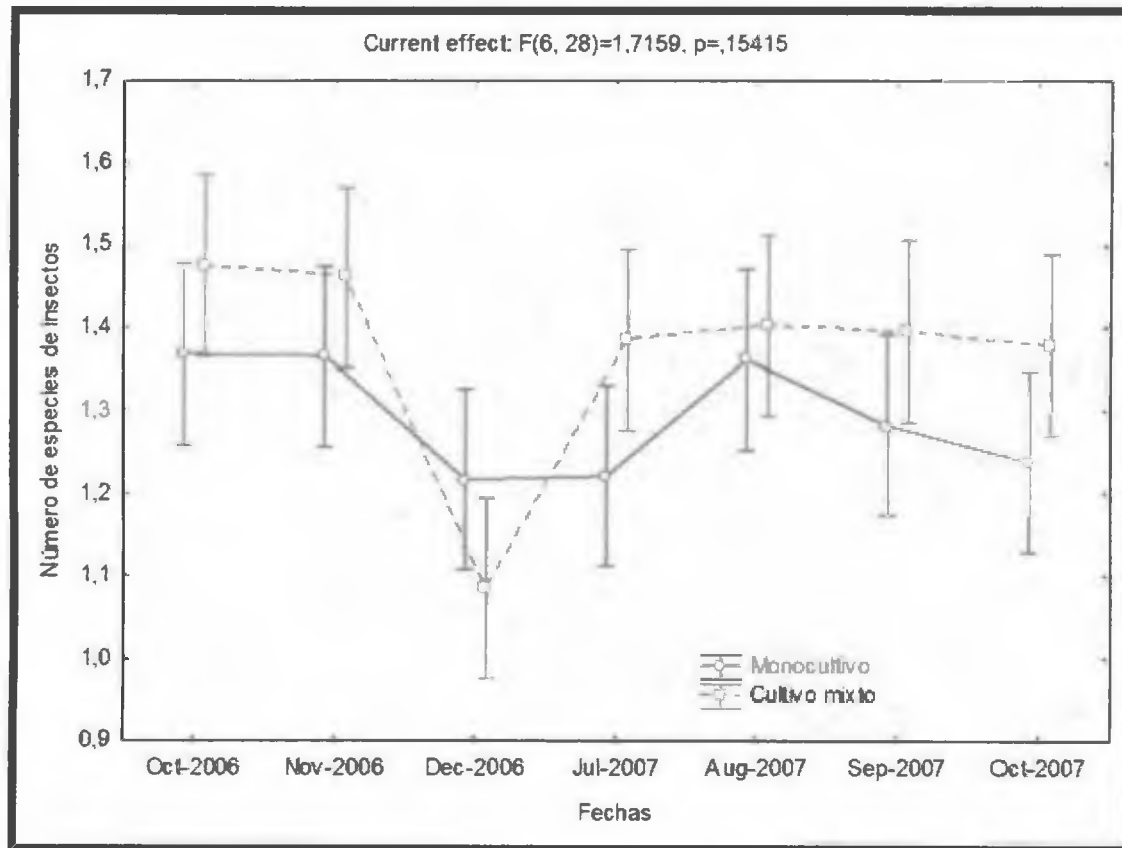


Figura. N°. 13. Diversidad de insectos a través de los meses de muestreos en todas las parcelas y cultivos de *C. odorata*.

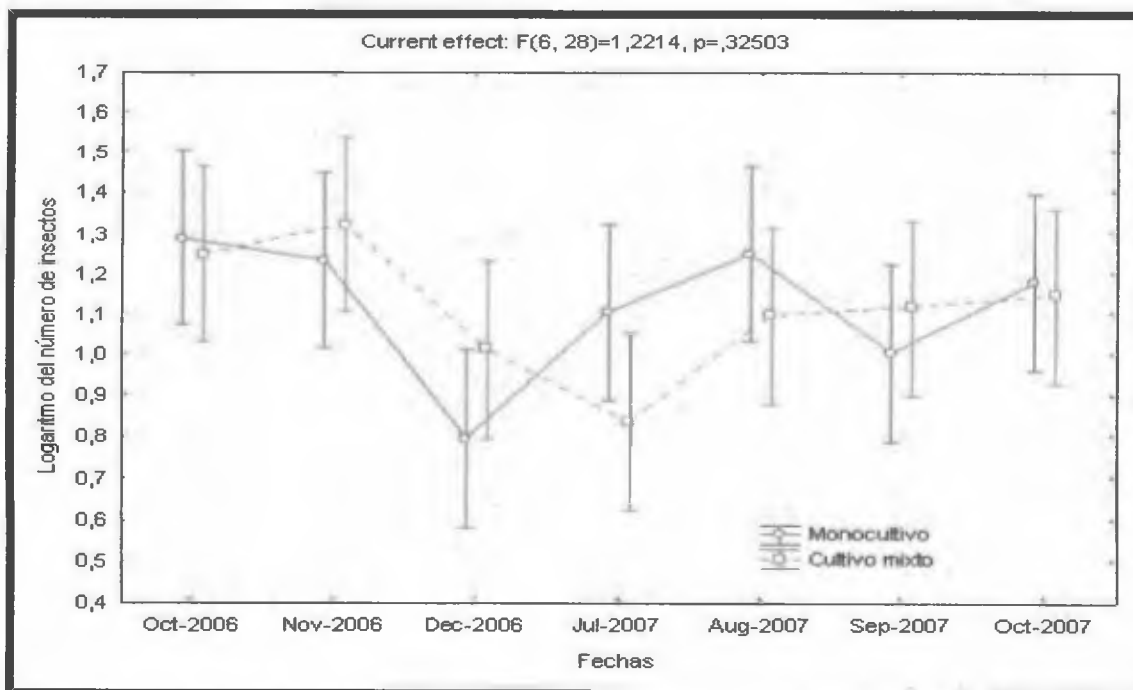


Figura. N°. 14. Diversidad de insectos a través de los meses de muestreos en todas las parcelas y cultivos de *L. seemanii*.

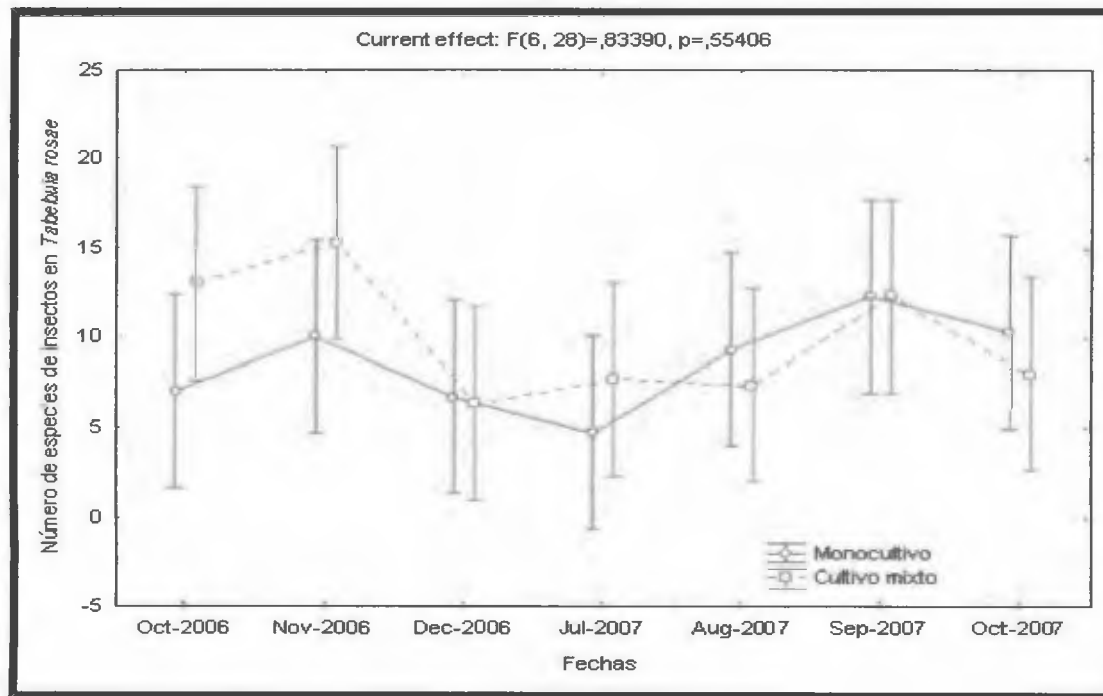


Figura. N°. 15. Diversidad de insectos a través de los meses de muestreos en todas las parcelas y cultivos de *T. rosae*.

Shanon Wever índice de diversidad

Aplicándole el Shanon Wever a los índices de diversidad de insectos en las tres parcelas y los dos tipos de cultivos para las cuatro especies de plantas, los resultados fueron los siguientes:

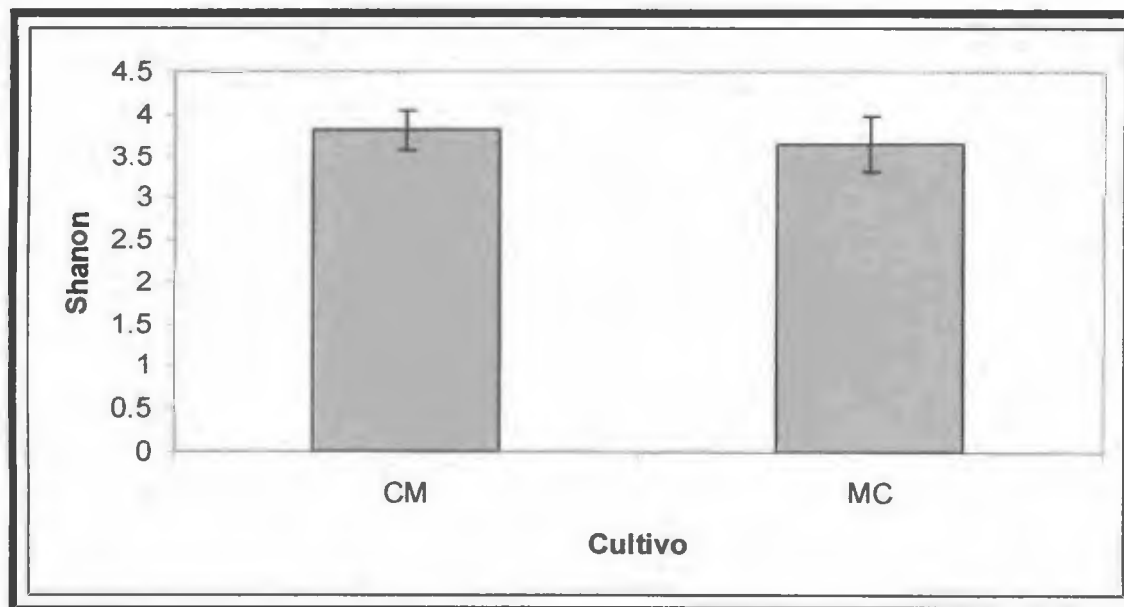


Figura. N°. 16. Índice Shanon-Wever (análisis de varianza) diversidad de insectos en los dos tipos de cultivos (cultivo mixto y Monocultivo).

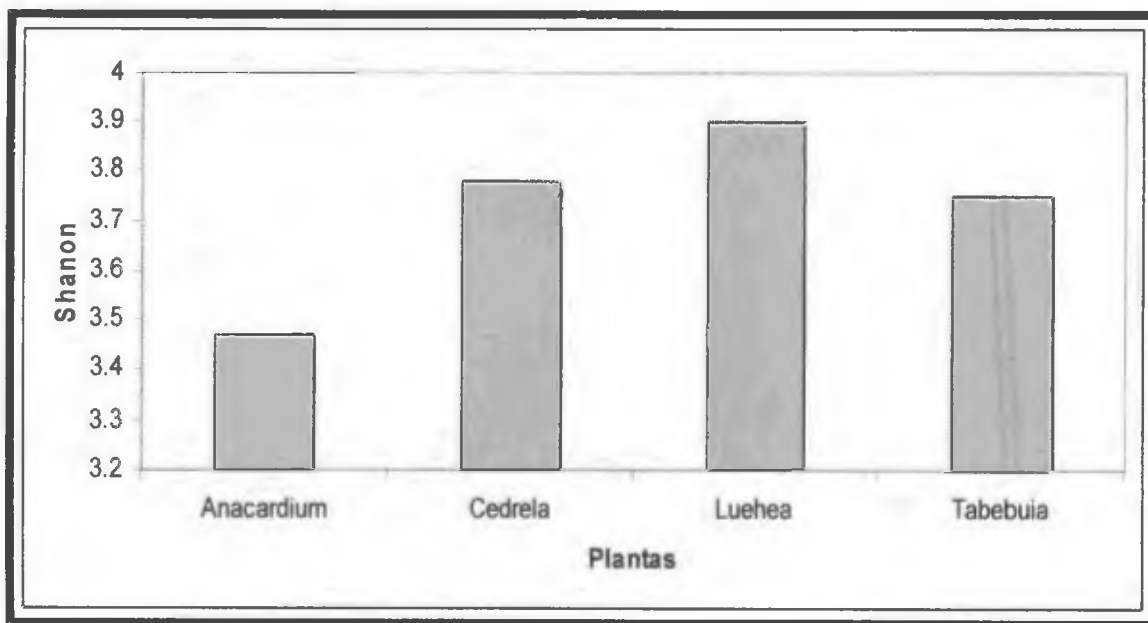


Figura. N°. 17. Índice Shanon-Wever (análisis de varianza) diversidad de insectos en las cuatro especies de plantas muestreadas.

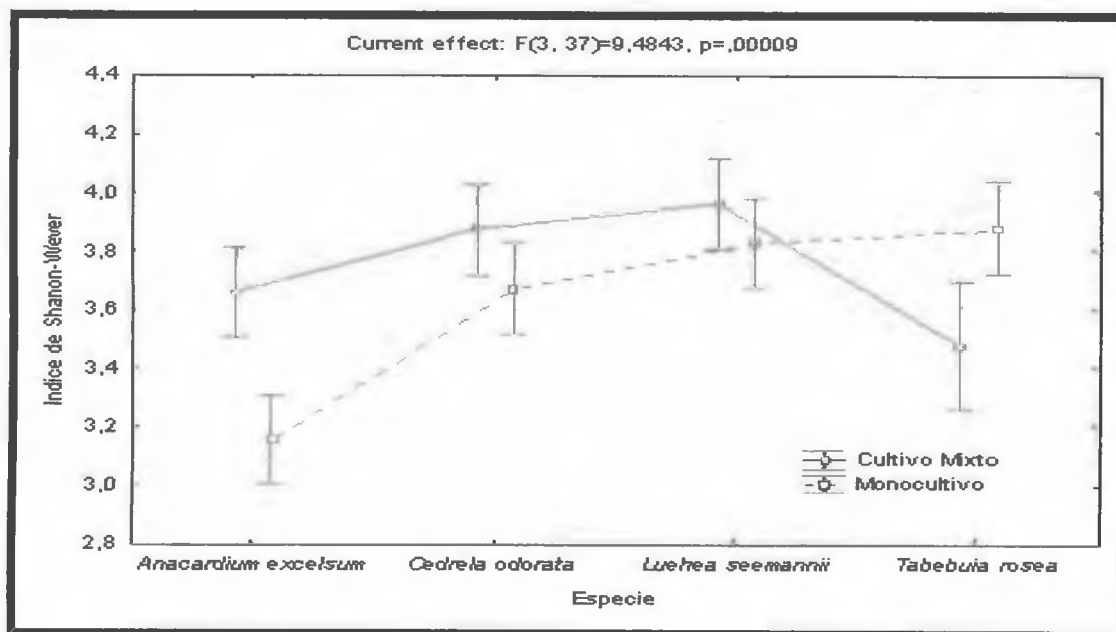


Figura. N°. 18. Diversidad de insectos en las cuatro especies de plantas y los dos tipos de cultivo.

RIQUEZA DE ESPECIES

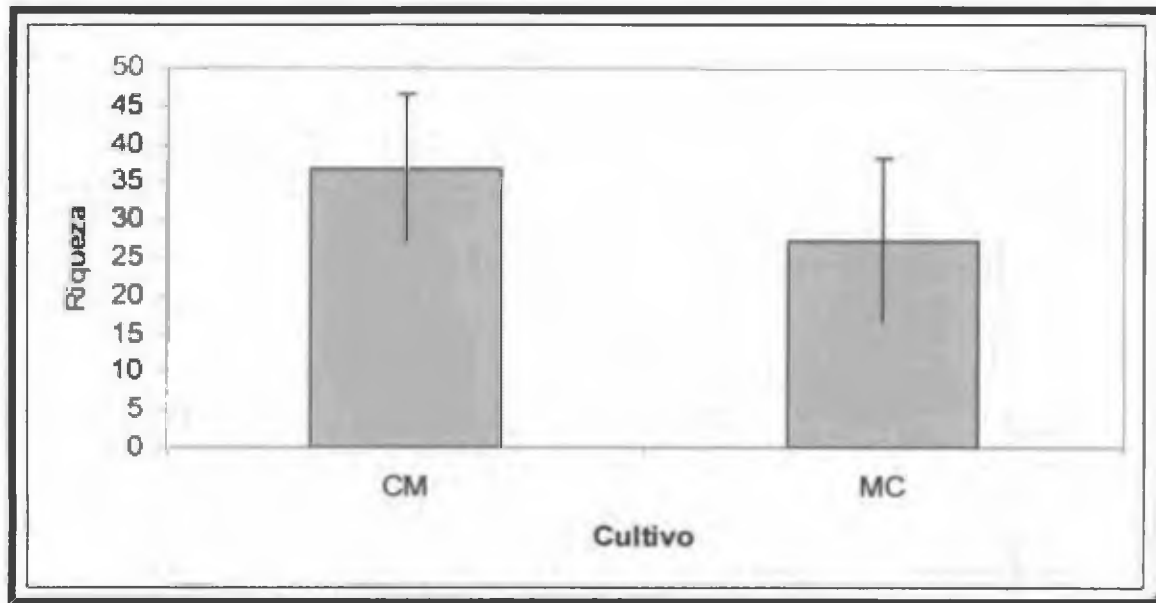


Figura. N°. 19. Riqueza de especies de insectos en los dos cultivos de plantas muestreados.

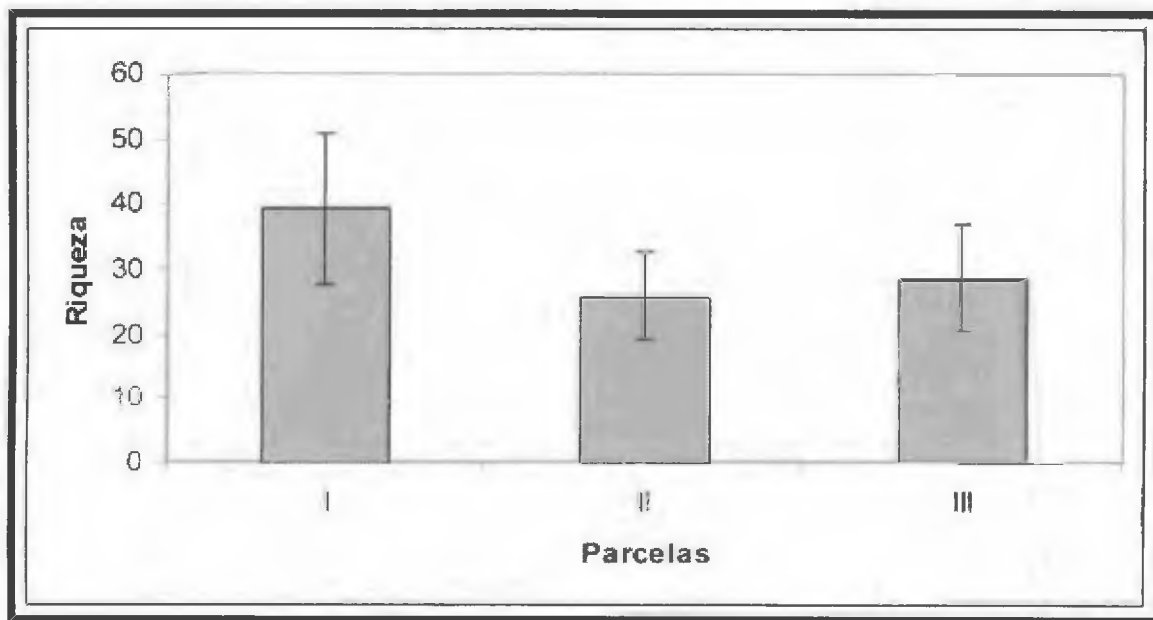


Figura. N°. 20. Riqueza de especies de insectos entre las tres parcelas muestreadas.

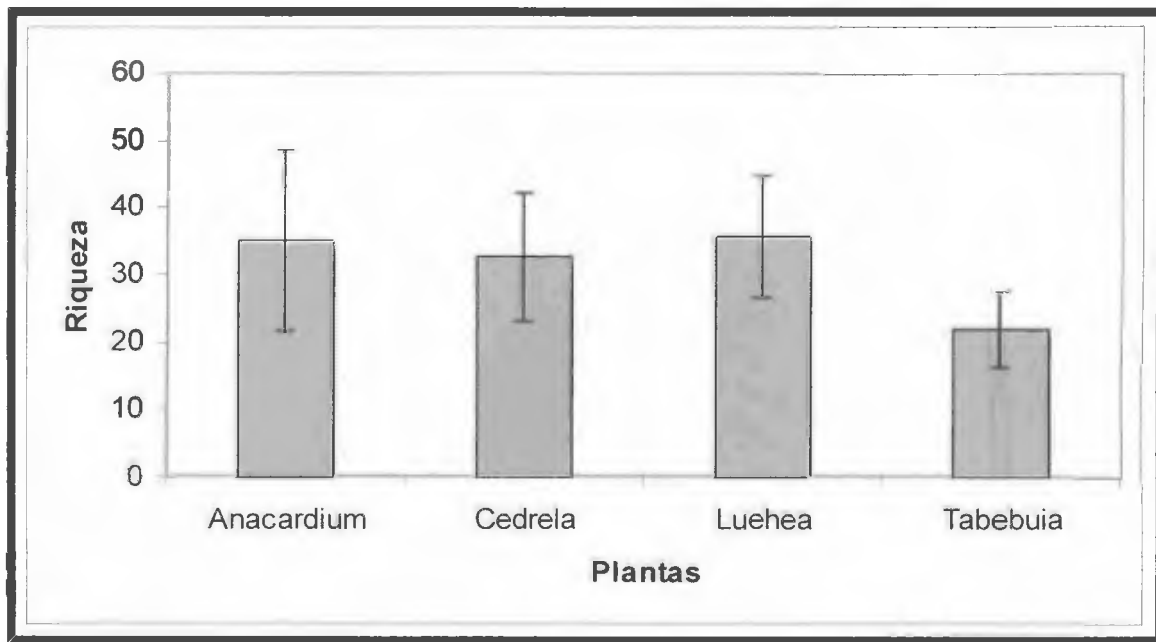


Figura. N°. 21. Riqueza de especies de insectos entre las cuatro especies de plantas utilizadas en el muestreo.

ABUNDANCIA DE ESPECIES

La abundancia de especies de insectos ó cantidad de insectos en los cultivos, parcelas y plantas muestreada fueron:

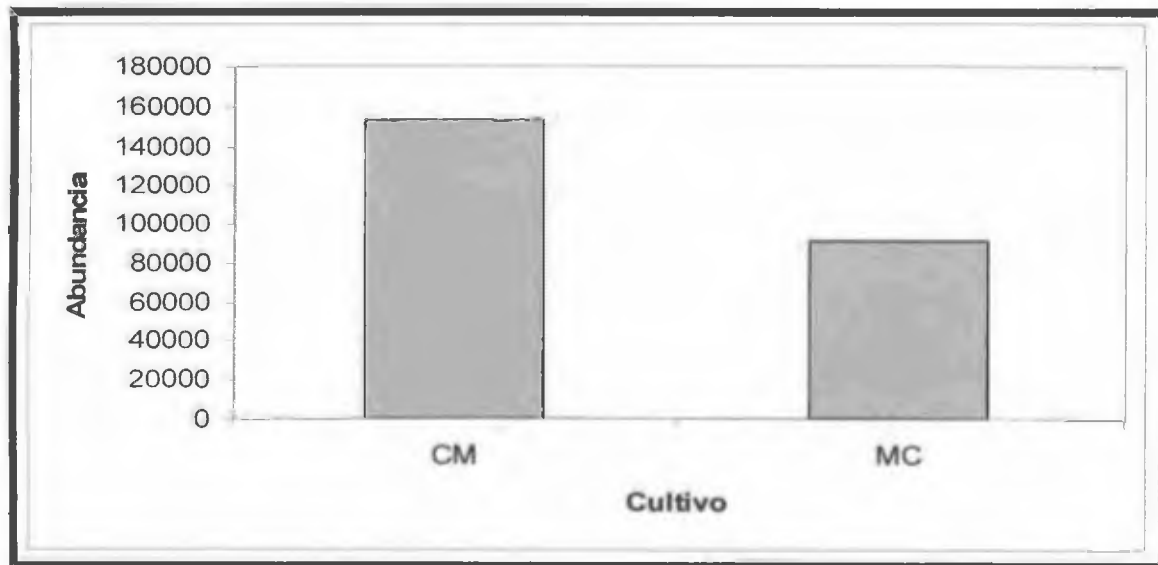


Figura. N°. 22. abundancia de especies de insectos en los dos cultivos de plantas muestreados.

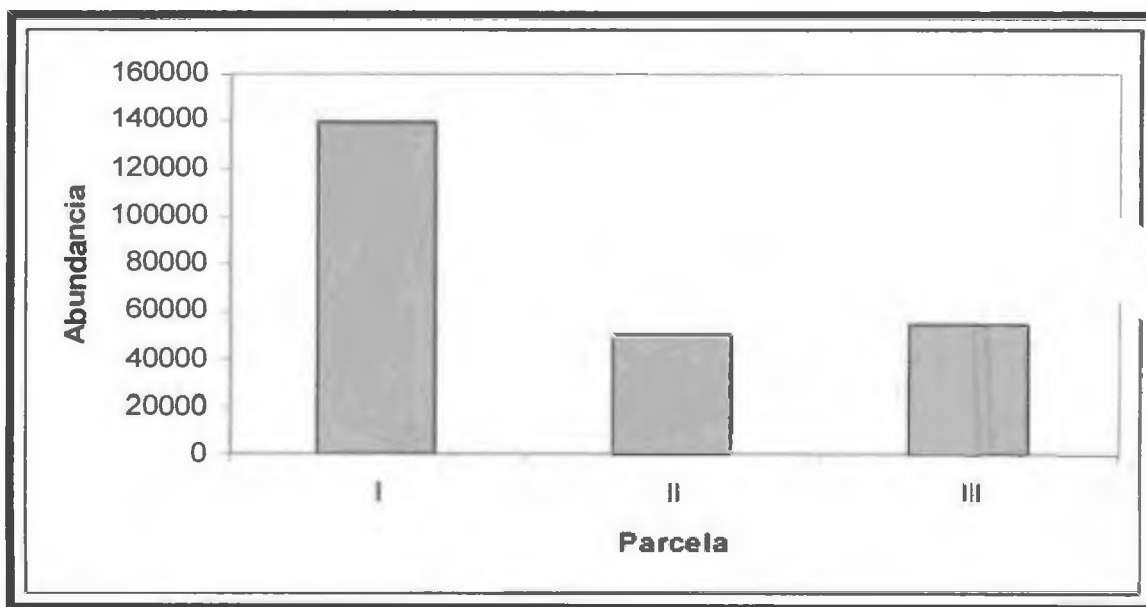


Figura. N°. 23. Abundancia de especies de insectos entre las tres parcelas muestreadas.

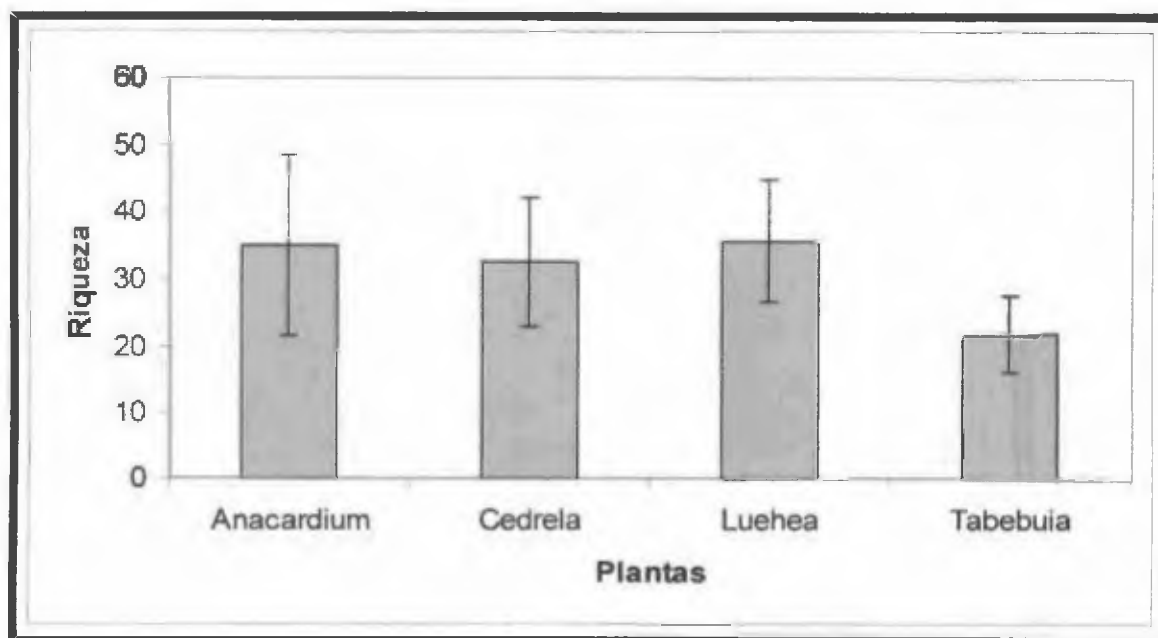


Figura. N°. 24. Abundancia de especies de insectos entre las cuatro especies de plantas utilizadas en el muestreo.

Índice de similitud de Morisita-Horn

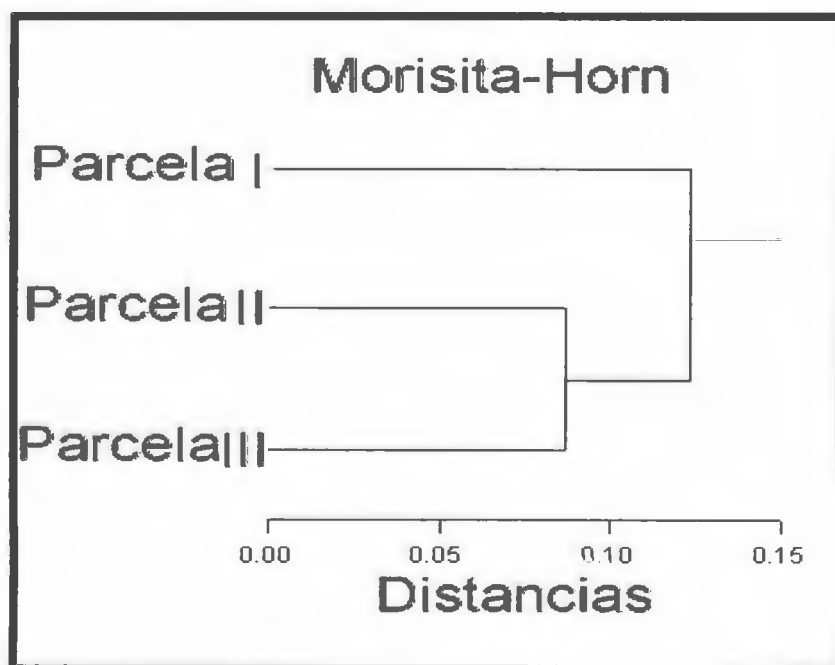


Figura. N°. 25. Resultado del análisis de Cluster en base al índice de similitud cuantitativo (Morisita-Horn) entre las tres parcelas utilizadas (cultivo mixto y monocultivo) para el muestreo de insectos en Sardinilla, Provincia de Colón.

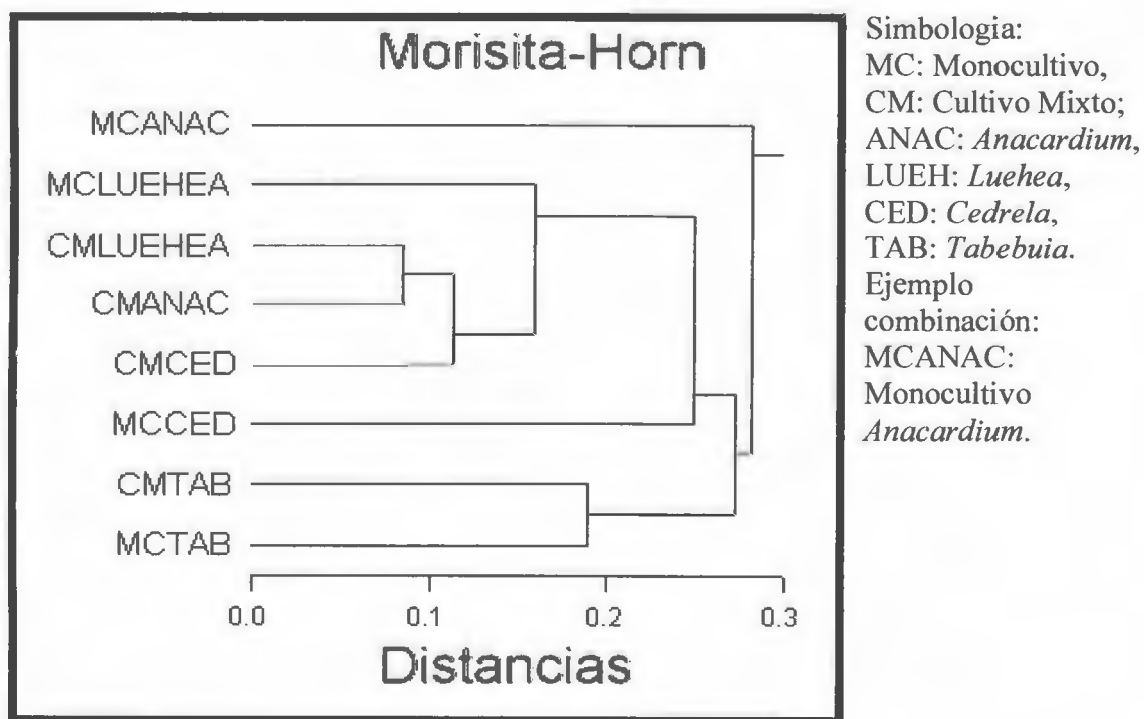


Figura N°. 26. Este cluster nos indica que los cultivo mixtos de *Luehea senmanii* y *Anacardium excelsum* son los más similares cuantitativamente; al igual que los cultivos mixtos y los monocultivos de *Tabebuia rosae*.

Porcentaje de herbivoría sobre las especies de plantas utilizadas en el muestreo cultivos

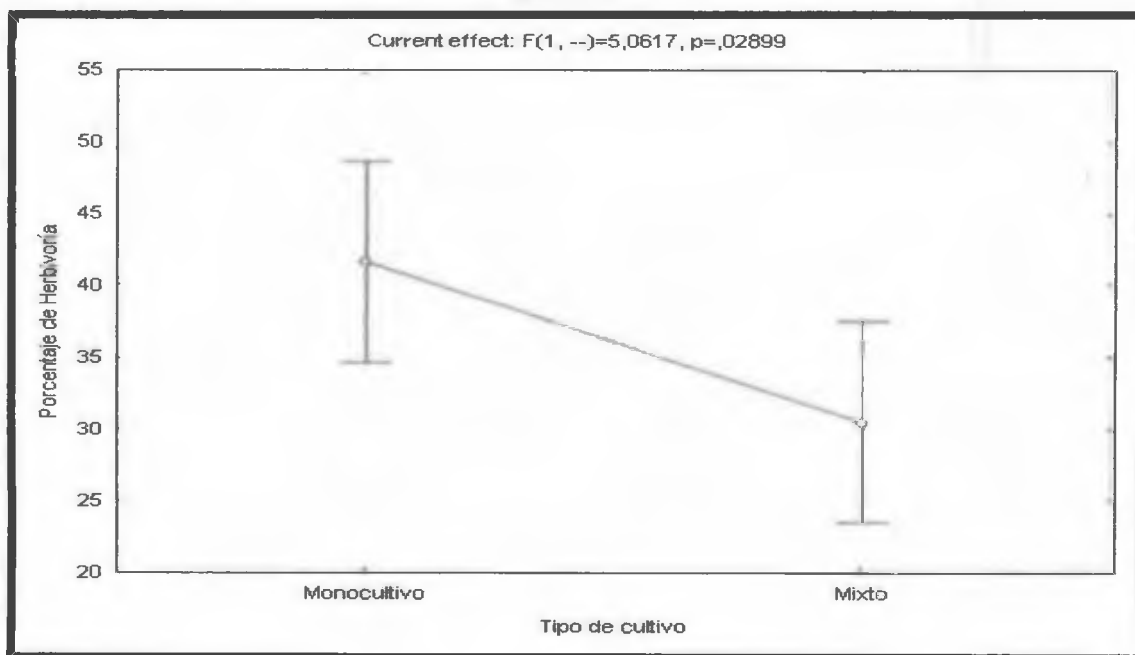


Figura N°. 27. Porcentaje de herbivoría en los cultivos de *Anacardium excelsum*.

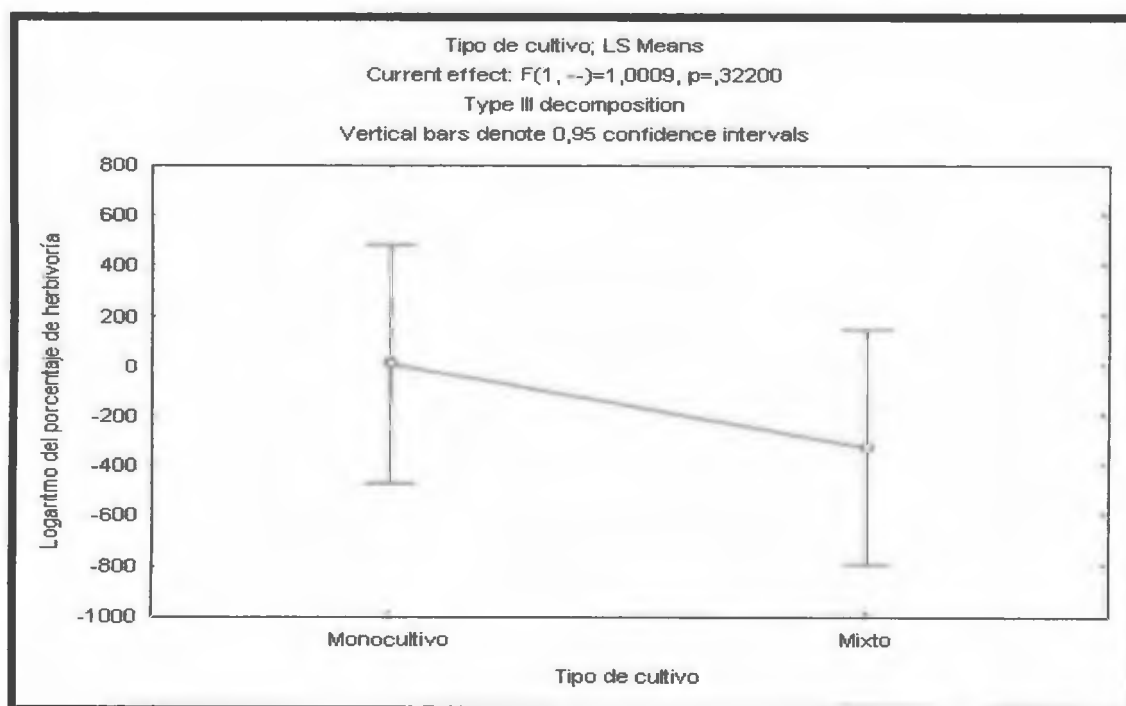


Figura N°. 28. Porcentaje de herbivoría en los cultivos de *Cedrela odorata*.

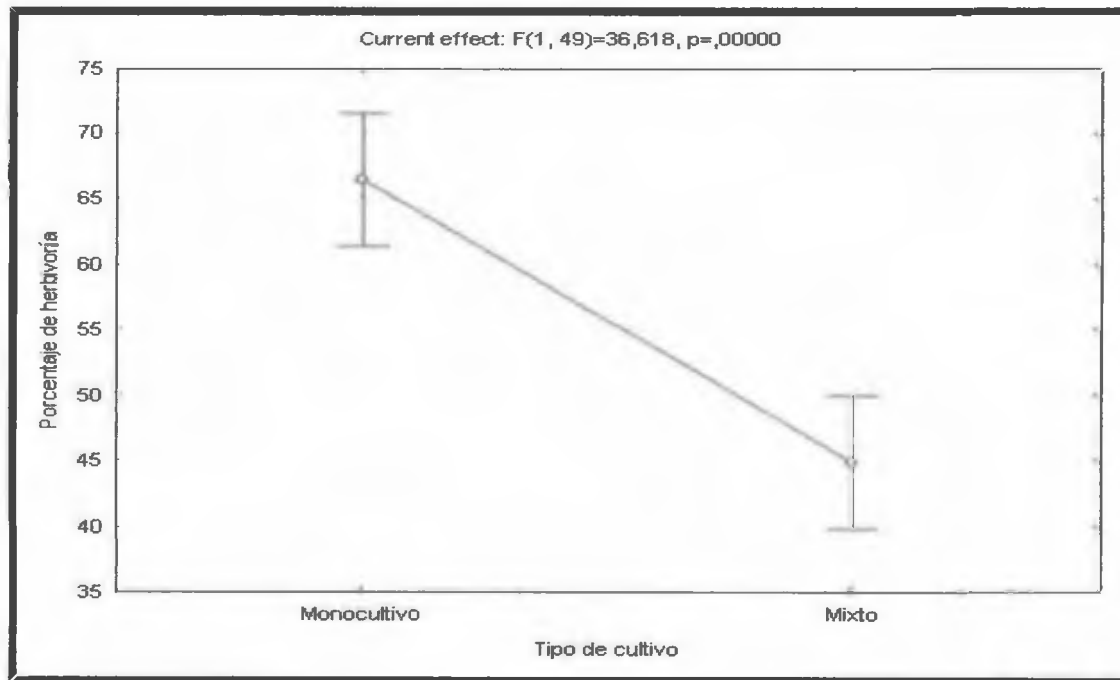


Figura N°. 29. Porcentaje de herbivoría en los cultivos de *Luehea seemannii*.

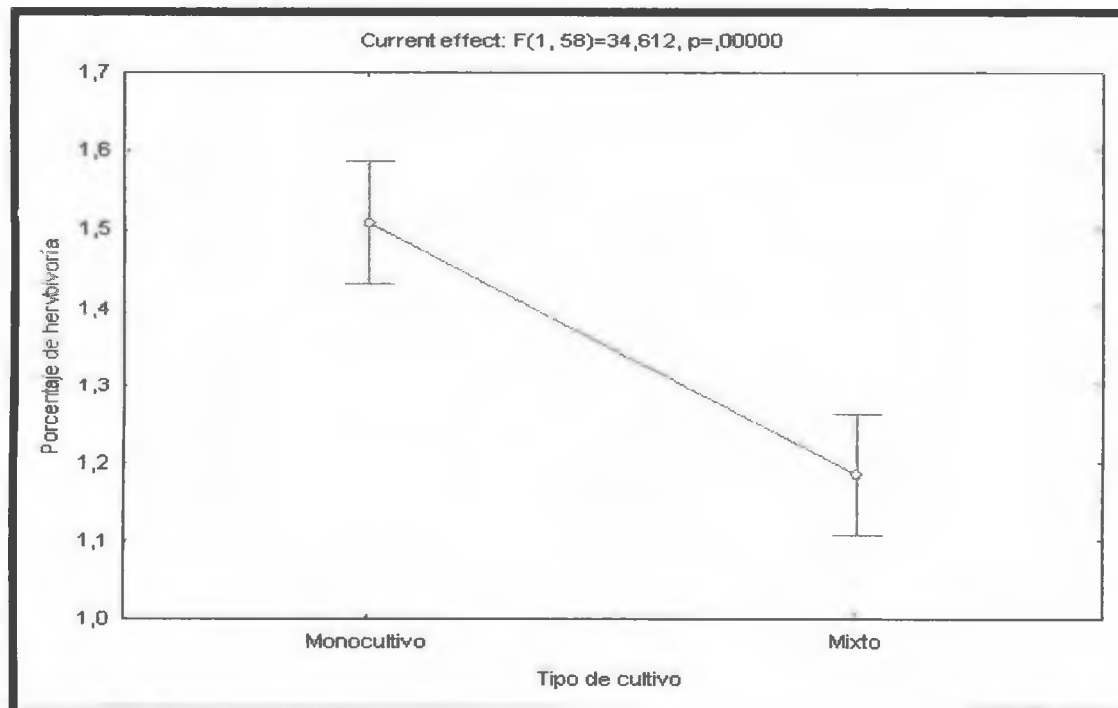


Figura N°. 30. Porcentaje de herbivoría en los cultivos de *Tabebuia rosae*.

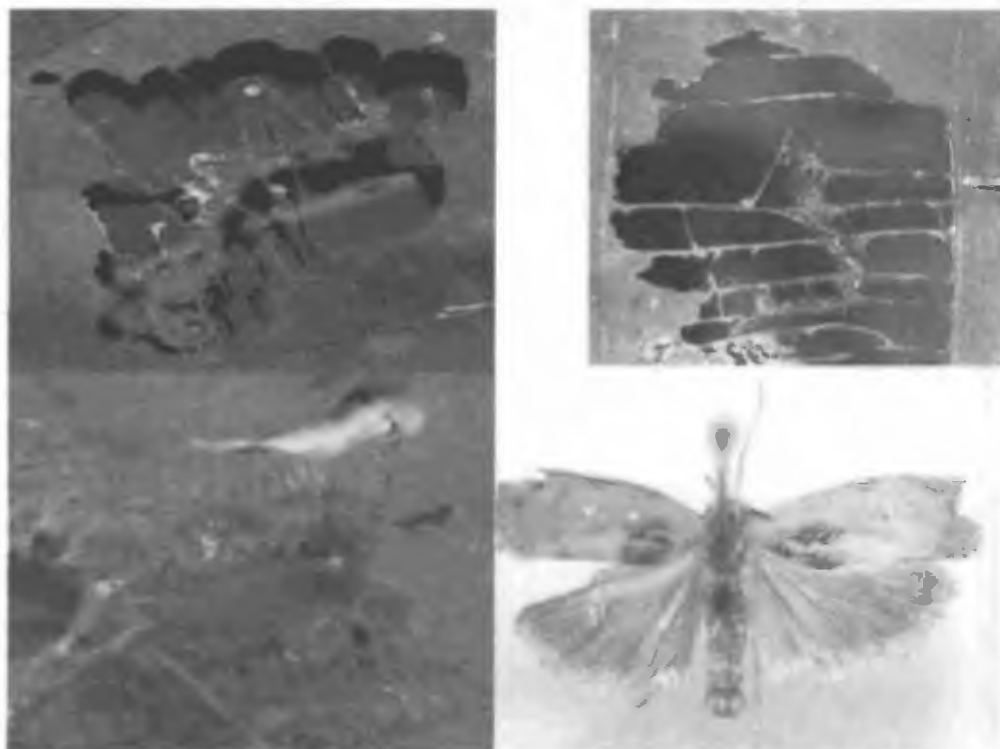


Figura. N°. 31. Oecophoridae defoliando las hojas de *Luehea seemannii*



Figura. N°. 32. Pyralidae: *Hysipyla grandella* barrenando los brotes de *Cedrela odorata*

CUADRO N° 1 Listado de insectos colectados en las plantaciones muestreadas en Sardinilla, Provincia de Colón, Panama

ORDEN	FAMILIA	N Científico	Ae			Co			Ls			Tr			Total												
			CM			MC			CM			MC				CM			MC								
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		I	II	III	I	II	III	I	II	III			
Blattaria	Blaberidae	Epilampra Azteca	3		1				1							1									9		
		Morfo1								1														2		3	
	Blattidae	Euphyllodromia aungustata													1										1		
	Blattellidae	Dendroblatta sp																					1		1		
Coleoptera	Alleculidae	Morfo1 *	1											1									1		3		
	Anthicidae	Acanthinus continuus	8	4	7	4	4		7	3	2	2	3	11	16	9	2	6	5		3	3	4		6	109	
		Acanthinus spinicollis	11	3	3	2	4	6	5	2	2	2	7	2	16	11	12	10	4	4	4	3	4	4		5	126
		Anthicus sp*							1	1			3													5	
		Morfo1*				1																				1	
	Atelabidae	Xestalobus corvinus	2																						2		
	Biphylidae	Morfo1*	4		4	6	9	10	2	7	2	3	2		3	8	4	5	13		7	6	6	4	13	5	123
	Bostrichidae	Morfo1*	1																							1	
	Brentidae	Brentus sp	1																							1	
	Bruchidae	Euparius sp*							1																	1	
		Morfo1*	10		4	2		1	1	1		1			8	1	2	10	2		1		2	1		47	
		Morfo2*																2								2	
		Morfo3*														1										1	
	Buprestidae	Morfo1*													2		2								3	7	
	Byturidae	Morfo1*	1																							1	
	Cantharidae	Morfo1															1				1		1			3	
	Carabidae	Morfo1	2	3	3				1	1		2	1			3	2	2								20	
		Morfo2																2		1						3	
		Morfo3																						1		1	
		Platynus sp													1											1	
Pterostichus lama		1																							1		
Cerambycidae	Morfo1*	2			1			1	2				3	3		2									14		
	Morfo2*												2				2	1	5						10		
	Morfo3*																						1		1		

ORDEN	FAMILIA	Nº Científico	Ae						Co						Ca						Tr						Total			
			CM			MC			CM			MC			CM			MC			CM			MC						
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III				
		<i>Myochrous</i> sp*	5						1						2					1									9	
		<i>Neobrotica</i> sp*							1																	1			2	
		<i>Nodoñata</i> sp*				1																							1	
		<i>Percolapsis</i> sp*													1					2									3	
		<i>Rhabdopterus</i> sp*	6						3						10					6									25	
		<i>Spatiella</i> sp*																					1						1	
		<i>Stola lebasii</i> *							1																				1	
		<i>Typuphorus</i> sp*	3	3	4				4	1					1					5									21	
		<i>Uroplata elevata</i> *																								2			2	
	Cleridae	Morfo1													1														1	
	Coccinellidae	<i>Epilachna tredecimnotata</i>																					1						1	
		Morfo1	8		2	2		4	1	2	3	1	1	1	1	2				2						1	1	2	34	
		Morfo2							1	3	4	1	2	5										1					17	
		Morfo3																					1	2	1	1				5
		Morfo4													2														2	
		<i>Oryssomus</i> sp			2															2	2								6	
	Cucujidae	Morfo1*		1							1												1						3	
	Curculionidae	Morfo1*	7	4	1	3	4	1				3			5	3	1	14		3	1	2				4			56	
		Morfo2*							1			2	2									1						6		
		Morfo3*	6	1	3		1		4	2	4	2	3										1					27		
		Morfo4*													2	2	2			2								8		
	Dermestidae	Morfo1							1																			1		
	Elaterridae	<i>Anoplischiopsis</i> sp	22	9	4	2		1	16	10	4	3	1		22	21	11	25	19	12	4	2	1	6	4	2	2	201		
		Morfo1																				1						1		
	Endomichidae	Morfo1												2					1									3		
	Erotylidae	<i>Iphiclus</i> sp	1		2						2				1						5							11		
		<i>Oligocorynus zebra</i>											4															4		
	Lampyridae	<i>Cratomorphus</i> sp							1																			1		
		Morfo1	1	2					1			1	1	5															11	

ORDEN	FAMILIA	N Científico	Ae			Co			Ls			Tr			Total												
			CM			MC			CM			MC				CM			MC								
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		I	II	III	I	II	III	I	II	III			
	Miridae	Morfol			1																						3
	Pentatomidae	Antitechus tripterus							1				1					1									3
		Chlorocoris aberrans																			1						1
		Edessa sp	2		3				1		3	1				1					1			1			13
		Morfol	2				4		1				1					1	1		2	1	1	1			15
	Ploiaridae	Morfol															1										1
	Podopidae	Morfol																	3	2							5
	Pyrochroidae	Morfol									1																1
	Reduviidae	Heza similis													1												1
		Morfol	3	3	10		10	3	5	3	8	2		3	6	8	4	1	6	12		1	1	5	2	5	101
	Scutelleridae	Morfol	1												3				2								6
	Tingidae	Morfol	3	5	11	5	11	10	1		2	3			2	8					5	5	2	1		1	75
Homoptera	Achilidae	Kaloptera													1												1
		Morfol													1												1
		Morfol								1																	1
	Aphididae	Morfol						6		8	4								2				1				21
	Cercopidae	Aeneolamia lepidior	1		3										1				1								6
		Aeneolamia sp ¹	1				2			1																	4
	Cicadellidae	Morfol	3		3					1			6		1										1		15
		Prosapia miles								1																	1
		Prosapia sp													1												1
		Sphenorhina nicaraguana																							1		1
		Cuarta apicola													1												1
		Cuarta bifidella	1																								1
		Diedrocephala sp					1																				1
	Diedrocephala variegata		1																							1	
	Cicadellidae	Gypona woldai								1																	1
Hortensia sp						1																				1	
Jikradia melanola																1										1	
																										1	

Cuadro N° 3 Promedios (cm²) y porcentaje total de herbivoria por parcelas en monocultivos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoria
Planta 1	43 72	70 66	92 63	69 00	218 44	
Planta 2	76 20	60 85	86 20	74 42	215 85	
Planta 3	76 41	77 28	75 40	76 36	93 70	
Planta 4	75 18	77 80	23 04	58 67	196 89	
Planta 5	50 90	138 41	114 10	101 14	179 32	
Planta 6	18 08	18 70	113 51	50 10	207 31	
Planta 7	41 94	83 64	75 97	67 18	91 04	
Planta 8	64 37	68 73	51 22	61 44	74 22	
Planta 9	69 54	111 21	56 93	79 23	176 74	
Planta 10	25 20	43 39	63 86	44 15	185 35	
Promedio total				68 17	163 89	41 60
Promedios (cm²) y porcentaje total de herbivoria por parcelas en cultivos mixtos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoria
Planta 1	70 95	58 31	168 19	99 15	269 01	
Planta 2	46 01	23 28	31 72	33 67	271 24	
Planta 3	40 59	78 34	52 86	57 26	268 30	
Planta 4	34 55	56 01	184 31	91 62	278 31	
Planta 5	34 31	54 79	49 83	46 31	273 53	
Planta 6	0 00	126 24	212 22	112 82	277 22	
Planta 7	61 49	105 33	101 19	89 34	273 98	
Planta 8	117 87	100 34	19 88	79 36	273 82	
Planta 9	127 59	159 20	151 34	146 04	276 41	
Planta 10	45 46	127 09	78 07	83 54	275 03	
Promedio total				83 91	273 68	30 66

Cuadro N° 4 Promedios totales de herbivoria por parcelas en monocultivos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoria
Planta 1	1131 99	1112 59	1107 02	1117 20	1433 14	
Planta 2	1139 01	1046 64	1117 95	1101 20	1258 27	
Planta 3	1128 70	1125 23	1116 85	1123 59	1141 58	
Planta 4	1125 59	1127 66	1116 62	1123 29	1363 28	
Planta 5	1126 51	1130 74	1101 51	1119 59	1137 23	
Planta 6	1119 66	1137 12	1123 04	1126 61	1354 24	
Planta 7	1115 86	1143 89	1109 21	1122 99	1322 45	
Planta 8	1120 32	1142 53	1128 07	1130 31	1293 35	
Planta 9	1123 30	1159 19	1129 57	1137 35	1360 40	
Planta 10	1129 59	1148 79	1128 50	1135 63	2683 92	
Promedio total				1123 78	1434 79	78 32
Promedios totales de herbivoria por parcelas en cultivos mixtos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoria
Planta 1	558 91	815 69	568 58	647 73	1470 51	
Planta 2	805 72	427 54	562 94	598 73	1530 61	
Planta 3	603 54	675 56	335 68	538 26	1507 66	
Planta 4	508 37	672 46	545 23	575 35	1537 96	
Planta 5	454 84	644 76	629 19	576 26	1496 44	
Planta 6	910 84	446 91	671 46	676 40	1493 91	
Planta 7	1566 60	557 30	338 07	820 65	1490 36	
Planta 8	430 61	796 07	794 22	673 63	1491 06	
Planta 9	1137 38	670 52	558 26	788 72	1487 50	
Planta 10	685 19	781 11	682 04	716 11	1487 10	
Promedio total				661 185	1499 3113	44 10

Cuadro N° 5 Promedios totales de herbivoría por parcelas en monocultivos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoría
Planta 1	173 63	142 67	148 20	154 83	206 50	
Planta 2	152 77	178 10	132 49	154 45	205 07	
Planta 3	146 24	180 38	159 15	161 92	204 90	
Planta 4	131 19	158 41	93 86	127 82	205 68	
Planta 5	140 18	183 30	92 49	138 66	196 32	
Planta 6	117 84	416 50	114 37	216 24	204 86	
Planta 7	106 81	113 35	115 74	111 97	208 41	
Planta 8	115 84	117 61	117 62	117 02	207 09	
Planta 9	115 94	115 86	90 56	107 45	206 16	
Planta 10	125 47	86 52	117 43	109 80	207 40	
Promedio total				140 02	205 24	68 22
Promedios totales de herbivoría por parcelas en cultivos mixtos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoría
Planta 1	88 64	68 07	118 98	91 90	237 53	
Planta 2	112 62	109 82	59 35	93 93	237 64	
Planta 3	164 14	163 77	57 46	128 46	238 68	
Planta 4	95 89	100 84	74 99	90 57	237 27	
Planta 5	66 45	159 30	90 04	105 26	237 05	
Planta 6	82 86	89 18	95 60	89 21	237 69	
Planta 7	135 92	145 77	114 84	132 17	236 08	
Planta 8	142 14	82 39	58 29	94 27	235 46	
Planta 9	143 43	124 35	81 08	116 28	239 50	
Planta 10	179 74	138 35	165 06	161 05	238 31	
Promedio total				110 31	237 52	46 44

Cuadro N° 6 Promedios totales de herbivoría por parcelas en monocultivos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoría
planta1	231 55	218 22	280 75	243 51	564 88	
planta2	261 74	143 86	285 26	230 29	576 27	
planta3	141 86	442 29	195 24	259 80	578 20	
planta4	367 42	126 88	266 31	253 54	548 46	
planta5	315 02	203 22	266 75	261 67	544 64	
planta6	232 81	166 90	167 41	189 04	547 82	
planta7	114 45	186 00	166 95	155 80	552 55	
planta8	118 49	147 85	115 63	127 32	580 63	
planta9	126 47	122 23	119 20	122 63	547 10	
planta10	123 30	114 19	117 61	118 37	593 24	
Promedio total				196 20	563 38	34 82
Promedios (cm²) y porcentaje total de herbivoría por parcelas en cultivos mixtos						
N° Plantas	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área final	Área inicial	% herbivoría
planta1	86 16	72 91	117 08	92 05	672 15	
planta2	140 01	114 20	219 15	157 79	714 39	
planta3	206 15	98 65	111 59	138 80	696 64	
planta4	130 78	135 07	70 91	112 25	670 28	
planta5	139 97	173 43	347 27	220 22	668 32	
planta6	142 62	94 63	53 77	97 01	666 31	
planta7	243 24	94 93	16 71	118 30	753 50	
planta8	141 91	140 33	61 03	114 42	757 86	
planta9	119 88	71 11	144 25	111 75	666 25	
planta10	100 68	147 62	35 07	94 46	745 60	
Promedio total				125 70	701 13	17 93