

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADUADOS**

**Influencia de características del paisaje y prácticas de manejo
sobre la incidencia de cochinillas (Hemiptera) en *Alpinia purpurata*
(Vieill) K. Schum.**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación
para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

Por


Amparo Elisa Ostos García

Turrialba, Costa Rica, 2006

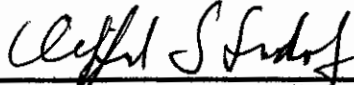
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

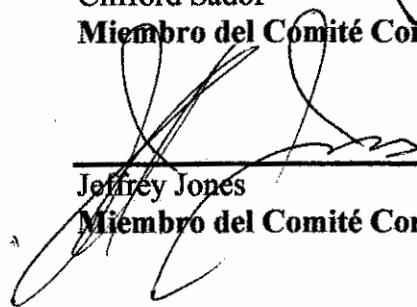
FIRMANTES:



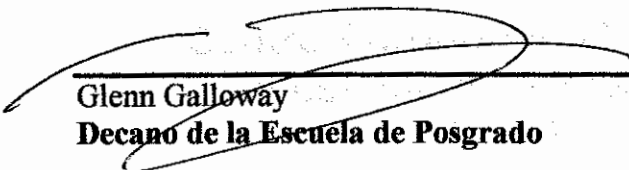
Eduardo Hidalgo
Consejero Principal



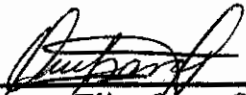
Clifford Sadof
Miembro del Comité Consejero



Jeffrey Jones
Miembro del Comité Consejero



Glenn Galloway
Decano de la Escuela de Posgrado



Amparo Elisa Ostos Garcia
Candidato

BIOGRAFÍA

El autor nació en la ciudad de Maracay estado Aragua, Venezuela el día 18 de octubre de 1968. Se graduó en la Universidad Central de Venezuela en el año 1993 en la Facultad de Agronomía. Sus inicios fueron en la **Algodonera Mata C.A. (ALMACA)** donde se **desempeñó como** Jefe de Laboratorio de Entomología realizando actividades de Manejo y aplicación del parasitoide *Trichogramma* sp.. Prestó sus servicios a la **Fundación de Investigación y Capacitación Agropecuaria (FINCAS)** en la Dirección Académica, coordinación, supervisión y ejecución de eventos de capacitación dirigido a jóvenes desertores de la educación formal. En la **Fundación para la Investigación Agrícola DANAC – Estado Yaracuy** se desempeñó como Asistente de Investigador de Capacitación y Transferencia de Tecnología realizando actividades de Coordinación logística y administrativa de eventos de capacitación, en Proyectos de Innovación Tecnológica y Agricultura Tropical Sostenible. Cursos, Charlas, Talleres de índole nacional e internacional. Dirigido a técnicos, productores y comunidad en general. En el **Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA) - Estado Yaracuy** se ha desempeñado como Jefe del Departamento de Sanidad Vegetal en diversas actividades tales como Legislación fitosanitaria, monitoreo y evaluación de plagas, Manejo de Campañas Fitosanitarias para la Prevención, control y erradicación de plagas, actividades en el área de entomología, control biológico de plagas, capacitación y extensión con técnicos, productores personal activo perteneciente al ejército y guardia nacional, y comunidad en general. Actualmente labora en el **Instituto de Nacional de Investigaciones Agrícolas** en la unidad coordinadora del programa de tecnología agropecuaria como coordinador técnico.

CONTENIDO

BIOGRAFÍA	III
CONTENIDO	IV
RESUMEN	VI
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
Lista de unidades, abreviaturas y siglas	XI
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 Objetivos del estudio	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Hipótesis del estudio	3
2 Marco conceptual	3
2.1 El ginger rojo <i>Alpinia purpurata</i>	3
2.1.1 Clasificación botánica	4
2.1.2 Generalidades del cultivo de <i>A. purpurata</i>	5
2.2 Manejo del cultivo	6
2.2.1 Preparación del terreno	6
2.2.2 Densidad de siembra	6
2.2.3 Mantenimiento de la plantación	7
2.2.4 Medidas de control plagas de <i>A. purpurata</i>	8
2.3 Importancia del paisaje en la distribución de las plagas agrícolas	14
2.4 Sistemas de información geográfica (SIG)	15
3 MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Descripción del área de estudio	16
3.2 Esquema y método de muestreo	18
3.2.1 Identificación de especies de cochinillas encontradas	18
3.2.2 Determinación de la ubicación de las cochinillas en la inflorescencia	18
3.2.3 Asociación entre el número de cochinillas por bráctea y el número de brácteas infestadas	19
3.2.4 Determinación de la distribución espacial de la cochinilla en el campo	19
3.2.5 Generación de mapas de distribución de la población de cochinillas	20
3.2.6 Relación de número de brácteas infestadas con la permanencia de cochinillas en la inflorescencia después del lavado	20
3.2.7 Determinación de la relación de las características del paisaje con la distribución e incidencia de cochinillas en el cultivo de <i>A. purpurata</i>	21
3.2.8 Evaluación del efecto de las prácticas de manejo aplicadas por los productores sobre la presencia de las cochinillas	22

4	RESULTADOS	22
4.1	Identificación de especies de cochinillas encontradas.....	22
4.2	Determinación de la ubicación de las cochinillas en la inflorescencia.....	23
4.3	Asociación entre el número de cochinillas por bráctea y el número de brácteas infestadas	24
4.4	Relación entre el número de brácteas de <i>A. purpurata</i> infestadas y permanencia de cochinillas en la inflorescencia después del proceso de lavado	25
	29
4.5	Generación de mapas de distribución de la población de cochinilla.....	29
4.5.1	Patrón de distribución de la plaga en época seca y lluviosa.....	29
4.5.2	Influencia de cultivos aledaños.....	33
4.5.3	Relación de las hormigas con la distribución de la población.....	35
4.5.4	Uso del número de cochinillas por inflorescencia y el número de brácteas con cochinilla para el mapeo de distribución espacial	37
4.6	Determinación de la relación de características del paisaje con la distribución e incidencia de cochinillas en el cultivo de <i>A. purpurata</i>	38
4.7	Evaluación del efecto de las prácticas de manejo aplicadas por los productores en el cultivo de <i>A. purpurata</i> sobre la presencia de las cochinillas.....	40
5	DISCUSIÓN	42
5.1	Ubicación de las cochinillas en la inflorescencia	42
5.2	Influencia de prácticas agrícolas en la infestación de cochinilla en <i>A. purpurata</i>	42
5.3	Efecto de características del paisaje	44
5.4	Lavado en poscosecha	45
6	Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
7	RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
8	BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 1: Encuesta realizada en taller a productores de <i>A. purpurata</i>	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 2: Esquemas morfológicos de <i>D. brevipes</i>	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 3: Esquemas morfológicos de <i>P. odermatti</i>	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 4: Esquemas morfológicos de <i>F. virgata</i>	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 5: Cuadro resumen de significancias encontradas para las prácticas agrícolas del cultivo de <i>A. purpurata</i> , de las brácteas infestadas y en la abundancia de cochinillas en época lluviosa.....	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 6: Cuadro resumen de significancias encontradas para las prácticas agrícolas del cultivo, de las brácteas infestadas y en la abundancia de cochinillas en época seca.....	¡Error! Marcador no
	Anexo 7: Salidas análisis estadísticos infostat	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 8: Fotos aéreas de las fincas muestreadas.....	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

Las flores de *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. se caracterizan por su larga durabilidad y apariencia exótica en arreglos florales. Su demanda mundial se ha incrementado gradualmente en los últimos años. Costa Rica es uno de los principales países exportadores de flores ornamentales de Centroamérica, la producción se dirige a mercados de Europa y América del Norte. Un factor limitante para el mercadeo son las plagas que infestan las flores, ocasionando el rechazo de los productos por medidas fitosanitarias de los países de destino. El objetivo de esta investigación fue establecer las relaciones entre el patrón de distribución y nivel de incidencia de cochinillas con las características del paisaje asociadas y las prácticas de manejo aplicadas al cultivo de *A. purpurata*. El estudio se realizó en seis fincas ubicadas en Guápiles y Siquirres en el Cantón de Pococí, Provincia de Limón en Costa Rica. Mediante muestreo sistemático en cuadrículas de 10 m x 10 m. En cada punto de muestreo se tomaron al azar dos inflorescencias, cortadas en la base incluyendo el entrenudo después de la última bráctea. El sitio de muestreo se seleccionó de acuerdo a las características de paisaje evaluadas, tales como drenaje, fuentes de agua, caminos, sombra y bosque ripario. Las inflorescencias colectadas en cada punto de muestreo se llevaron al laboratorio, medidas con una regla graduada y se dividieron en tercios. Se realizó el conteo de número de brácteas infestadas por cada tercio y se contaron las cochinillas presentes en el primer tercio utilizando un estereoscopio. Se tomaron muestras de las diferentes cochinillas, y fueron enviadas al Laboratorio para su identificación taxonómica. Las especies de cochinillas identificadas fueron *Dysmicoccus brevipes*, *Ferrisia virgata* y *Pseudococcus odermatti*. Mediante tablas de contingencia se tomó el número de brácteas infestadas para el conteo como indicador de abundancia de cochinilla en campo. En la época seca se encontró el mayor nivel de infestación de brácteas por lote con un promedio de 1,08 brácteas infestadas. Las características del paisaje que influyeron significativamente fueron la presencia de drenajes y las cercas vivas, disgregando esta última se observó que las cercas vivas de Poró *Erythrina* sp. son hospederos de las cochinillas. Las brácteas infestadas concentran su abundancia de cochinillas en el tercio basal con un promedio de 0,98. Los mapas de distribución espacial de la abundancia de cochinillas muestran una tendencia a encontrar puntos calientes cerca de drenaje y sombra. Las prácticas de manejo que favorecieron el porcentaje de brácteas sin infestación fueron poda de mantenimiento, aplicación de fertilizante al suelo y foliar y uso de insecticida químico para época lluviosa. La siembra de bandas de hospederos de entomofauna benéfica resultó ser la

práctica agrícola más favorable al productor en ambas épocas, disminuyendo la proporción de brácteas infestadas en el cultivo de *A. purpurata*.

SUMMARY

The flowers of *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. are characterized by their long durability and exotic appearance in floral adjustments. Its world demand has been increased gradually in the last years. Costa Rica is one of the main exporting countries of ornamentals flowers of Central America. The production goes to markets in Europe and North America. Pests, which infest flowers, are a limiting factor for the trade, causing the rejection of products by destiny countries due to phytosanitary measures. The objective of this investigation was to establish the relationship between the distribution pattern and level of incidence of mealybugs with the associate characteristics of the landscape and the practices of handling applied to the culture of *A. purpurata*. The study was made in six located properties in Guápiles and Siquirres of Pococí, Province of Limón in Costa Rica. By means of systematic sampling in plots of 10 x 10 m. In each point of sampling two inflorescences, cut in the base including the internode were randomly taken following the last bract. The sampling site was selected according to the evaluated characteristics of the landscape, such as water drainage, sources, ways, shade and riparian forest. The inflorescences collected in each point of sampling were taken to the laboratory, measured with a graduated rule and they divided in thirds. The number of infested bracts at each third was counted and the number of mealybugs present in the first third was counted with a stereoscope. Different samples were taken from mealybugs, and were sent to the laboratory for their taxonomic identification. The identified species of mealybugs were *Dysmicoccus brevipes*, *Ferrisia virgata* and *Pseudococcus odermatti*. By means of contingency tables the number of infested bracts for counting were used as an abundance indicator of mealybugs in field. At the dry season there was a greater level of infestation of bract per lot with an average of 1.08 infested bracts. The characteristics of the landscape that influenced significantly were the presence of drainages and the living fences, separating the last one, were observed that the living fences of Poró *Erythrina* sp. are host of mealybugs. The infested bract concentrate their abundance of mealybugs in the basal third with an average of 0,98. The maps of space distribution of the abundance of mealybugs show a tendency to find hot spots near drainage and shade. The management practices that favored the percentage of not infested bracts were maintenance pruning, application of fertilizer to the ground and the application of foliar and chemical insecticide at the rainy season. Beneficial seedtime of bands of host plants of was the most desirable agricultural practice for the producer at both seasons, diminishing the proportion of infested bracts in the growing of *A. purpurata*.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1 UBICACIÓN DE BRÁCTEAS INFESTADAS CON COCHINILLAS EN LA INFLORESCENCIA DE A. PURPURATA .	24
CUADRO 2 BRÁCTEAS INFESTADAS DE COCHINILLAS EN INFLORESCENCIAS DE A. PURPURATA POR TERCIO EN LA ÉPOCA SECA Y EN LA ÉPOCA LLUVIOSA.	24
CUADRO 3 CATEGORIZACIÓN DE BRÁCTEAS INFESTADAS SEGÚN SU NIVEL DE INFESTACIÓN.	25
CUADRO 4: PROMEDIO DE COCHINILLAS POR INFLORESCENCIA DE A. PURPURATA EN PUNTOS DE MUESTREO UBICADOS EN LOTES CON PRESENCIA O AUSENCIA DE CINCO CARACTERÍSTICAS DE PAISAJE.	38
CUADRO 5: NÚMERO DE BRÁCTEAS DE A. PURPURATA INFESTADAS CON COCHINILLA POR PUNTO DE MUESTREO EN PRESENCIA O AUSENCIA DE DRENAJES, ÁRBOLES DE SOMBRA, CERCAS VIVAS, CAMINOS Y BOSQUE RIPARIO.	39
CUADRO 6: PROMEDIOS DE BRÁCTEAS INFESTADAS OBSERVADAS EN PUNTOS DE MUESTREO CON PRESENCIA O AUSENCIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN CLASIFICADOS COMO CERCAS VIVAS	39
CUADRO 7: PORCENTAJE DE BRÁCTEAS LIBRES DE COCHINILLAS EN LOTES CON Y SIN APLICACIÓN DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN ÉPOCA LLUVIOSA	40
CUADRO 8: PORCENTAJE DE BRÁCTEAS LIBRES DE COCHINILLAS EN LOTES CON Y SIN APLICACIÓN DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN ÉPOCA SECA	41
CUADRO 9: RELACIONES DE ASOCIACIÓN ENTRE CATEGORÍA DE INFESTACIÓN DE BRÁCTEAS Y NÚMERO DE COCHINILLAS EN DIFERENTES ESTADIOS CON LA APLICACIÓN O NO DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA EN A. PURPURATA .	41

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO.</i>	17
<i>FIGURA 2: RECOLECTOR DE COCHINILLAS PARA TANQUE DE LAVADO.</i>	21
<i>FIGURA 3 NINFA DE D. BREVIPES E INFLORESCENCIA DE A. PURPURATA.</i>	22
<i>FIGURA 4 F. VIRGATA: A) HEMBRA ADULTA Y MASA DE HUEVOS, B) NINFA, EN CULTIVO DE A PURPURATA.</i>	23
<i>FIGURA 5 DIFERENTES ESTADIOS DE NINFA PSEUDOCOCCUS ODERMATTI</i>	23
<i>FIGURA 6 PROMEDIO DE BRÁCTEAS DE A. PURPURATA INFESTADAS CON COCHINILLA POR CADA NIVEL DE INFESTACIÓN ANTES DEL LAVADO. NIVELES DE INFESTACIÓN DETECTADOS VISUALMENTE (1= BRÁCTEAS CERO INFESTACIÓN, 2= 1-3 BRÁCTEAS INFESTADAS, 3= MAYOR A 3 BRÁCTEAS INFESTADAS). T1= BRÁCTEAS TERCIO BASAL, T2= BRÁCTEAS TERCIO MEDIO, T3= BRÁCTEAS TERCIO APICAL.</i>	26
<i>FIGURA 7 PORCENTAJE DE INFLORESCENCIAS DE A. PURPURATA CON BRÁCTEAS INFESTADAS CON COCHINILLAS EN CADA NIVEL DE INFESTACIÓN ANTES DEL PROCESO DE LAVADO. NIVELES DE INFESTACIÓN DETECTADOS VISUALMENTE (1= BRÁCTEAS CERO INFESTACIÓN, 2= 1-3 BRÁCTEAS INFESTADAS, 3= MAYOR A 3 BRÁCTEAS INFESTADAS). T1= BRÁCTEAS TERCIO BASAL, T2= BRÁCTEAS TERCIO MEDIO, T3= BRÁCTEAS TERCIO APICAL.</i>	26
<i>FIGURA 8 COCHINILLAS PRESENTES EN INFLORESCENCIAS DE A. PURPURATA CLASIFICADAS EN LOS TRES NIVELES DE INFESTACIÓN. NIVELES DE INFESTACIÓN DETECTADOS VISUALMENTE (1= BRÁCTEAS CERO INFESTACIÓN, 2= 1-3 BRÁCTEAS INFESTADAS, 3= MAYOR A 3 BRÁCTEAS INFESTADAS).</i>	27
<i>FIGURA 9 COCHINILLAS COLECTADAS EN EL PROCESO DE LAVADO, PARA CADA NIVEL DE INFESTACIÓN. NIVELES DE INFESTACIÓN DETECTADOS VISUALMENTE (1= BRÁCTEAS CERO INFESTACIÓN, 2= 1-3 BRÁCTEAS INFESTADAS, 3= MAYOR A 3 BRÁCTEAS INFESTADAS).</i>	28
<i>FIGURA 10 INFLORESCENCIAS DE A. PURPURATA INFESTADAS CON COCHINILLA DESPUÉS DEL PROCESO DE LAVADO PARA CADA NIVEL DE INFESTACIÓN. NIVELES DE INFESTACIÓN DETECTADOS VISUALMENTE (1= BRÁCTEAS CERO INFESTACIÓN, 2= 1-3 BRÁCTEAS INFESTADAS, 3= MAYOR A 3 BRÁCTEAS INFESTADAS).</i>	28
<i>FIGURA 11 INFLORESCENCIAS DE A. PURPURATA CON COCHINILLA DESPUÉS DEL PROCESO DE LAVADO PARA CADA NIVEL DE INFESTACIÓN. NIVELES DE INFESTACIÓN DETECTADOS VISUALMENTE (1= BRÁCTEAS CERO INFESTACIÓN, 2= 1-3 BRÁCTEAS INFESTADAS, 3= MAYOR A 3 BRÁCTEAS INFESTADAS).</i>	29
<i>FIGURA 12 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LOTE DE A. PURPURATA CON SOMBRA DE LAUREL Y DRENAJE EN ÉPOCA SECA.</i>	30
<i>FIGURA 13: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LOTE DE A. PURPURATA CON SOMBRA DE LAUREL Y DRENAJE EN ÉPOCA LLUVIOSA.</i>	31
<i>FIGURA 14: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LOTE DE A. PURPURATA A PLENA EXPOSICIÓN SOLAR EN ÉPOCA SECA.</i>	32
<i>FIGURA 15: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LOTE DE A. PURPURATA A PLENA EXPOSICIÓN SOLAR EN ÉPOCA LLUVIOSA.</i>	32
<i>FIGURA 16: BANDAS DE MALEZAS ESTABLECIDAS A) LANTANA CAMARA, B) MELANTHERA ASPERA, C) AMARANTHUS SPP. Y D) CULTIVO DE A. PURPURATA RODEADO POR BANDAS DE MALEZAS.</i>	33
<i>FIGURA 17 CULTIVO DE PIÑA CERCANO AL CULTIVO DE A. PURPURATA</i>	33
<i>FIGURA 18 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN 2 LOTES RODEADOS CON BANDAS DE MALEZAS Y CULTIVO DE PIÑA, EN ÉPOCA SECA.</i>	34
<i>FIGURA 19: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LOTE DE A. PURPURATA A PLENA EXPOSICIÓN SOLAR EN ÉPOCA SECA.</i>	35
<i>FIGURA 20: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LOTE DE A. PURPURATA A PLENA EXPOSICIÓN SOLAR EN ÉPOCA LLUVIOSA.</i>	36
<i>FIGURA 21: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN GENERADA CON EL NÚMERO PROMEDIO DE COCHINILLAS POR INFLORESCENCIA.</i>	37
<i>FIGURA 22: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN GENERADA CON EL NÚMERO PROMEDIO DE BRÁCTEAS POR INFLORESCENCIA.</i>	37

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

- AF: Aplicación fertilizante foliar
- AS: Aplicación fertilizante al suelo
- BT1: Bráctea infestada primer tercio
- BT2: Bráctea infestada segundo tercio
- BT3: Bráctea infestada tercer tercio
- FO: Fertilización orgánica
- FQ: Fertilización química
- IB: Insecticida biológico
- IQ: Insecticida químico
- OT: Otras prácticas de manejo
- PM: Poda de mantenimiento
- PS: Poda de saneamiento
- SIG: Sistemas de información geográfica

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Costa Rica se ha convertido en uno de los principales países exportadores de flores de la región de Centroamérica, la producción nacional se dirige a mercados de Europa y América del Norte, actualmente las cifras demuestran que el sector podría ubicarse como uno de los sectores que más aportes realizan a la economía nacional (SFE 2005).

En la última década el sector exportador costarricense ha dado un cambio en la estructura productiva nacional, la cual se refleja en la diversificación y ampliación de los productos exportables y a su vez en el surgimiento y consolidación de diversos sectores y subsectores productivos. Se han generado 500.000 nuevos empleos, lo que conlleva a que un número importante de familias costarricenses estén ligadas a la actividad exportadora, habiendo generado un total de US \$ 6.100 millones (Procomer 2004).

Para el año 2003 el sector exportó US \$ 151 millones, lo que representó el 2,4% del total exportado ese mismo año. Las plantas ornamentales representaron el 44,1% del total exportado por el sector, es decir, US \$ 66,5 millones, los follajes representaron el 36,7%, es decir, US \$ 55,3 millones y las flores el 19,2% con un aporte de US \$ 28,9 millones. De estas cifras, el 52% de plantas, flores y follajes nacionales se exportaron a Holanda y Alemania; el 42% fue exportado a Estados Unidos y Canadá y un 4% a Asia (Procomer 2004b). En la actualidad, la industria de plantas ornamentales no solamente brinda soporte a medianas y grandes empresas, sino también a contribuido a mejorar la calidad de vida de pequeñas familias productoras, proveyendo así una fuente de ingresos estables y generando empleos en poblaciones del área rural y de en sus alrededores (SFE, 2005).

El ginger rojo es una especie ornamental, cuyas inflorescencias en los últimos años han comenzado a tener alta demanda en diferentes mercados, entre ellos Estados Unidos y Europa. Sin embargo, las infestaciones de las flores con plagas como las cochinillas constituyen una barrera importante para el mercadeo con estos países. En este sentido, surge la necesidad de establecer prácticas de manejo integrado de plagas y sistemas de monitoreo de plagas que permitan la obtención de productos libres de éstas, de manera que puedan cumplir con los protocolos establecidos por la legislación sanitaria de los países de destino.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las flores de *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. se caracterizan por mantener larga durabilidad y apariencia exótica en arreglos florales. De igual manera, en el mercado mundial su demanda se ha incrementado gradualmente en los últimos años (Hata *et al.* 1992). Sin embargo, *A. purpurata* es hospedero de diferentes plagas cuarentenarias (Hansen *et al.* 1991). Un factor limitante para el mercadeo de *A. purpurata* son las numerosas plagas que infestan las flores, resultando en rechazos de los envíos por medidas cuarentenarias de los países de destino (Hata y Hara 1992).

Las medidas cuarentenarias establecidas por varios estados de los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal (APHIS) y otros países, determinan que envíos de *A. purpurata* sean comúnmente rechazados a causa de infestaciones de insectos (Hata *et al.* 1992). Estudios realizados por Hata *et al.* (1992) demuestran que diferentes plagas identificadas en *A. purpurata* no son plagas cuarentenarias en los Estados Unidos. No obstante, algunos envíos son rechazados, debido a la dificultad en la identificación de especies similares morfológicamente.

El presente estudio contribuirá a establecer las relaciones entre el patrón de distribución y nivel de incidencia de cochinillas con prácticas de cultivo y algunas características del paisaje asociadas al cultivo de *A. purpurata*. De igual forma, se espera identificar y clasificar taxonómicamente las especies de cochinillas presentes y desarrollar un sistema de monitoreo de la plaga en el cultivo, que tome en consideración las características del paisaje y permita realizar el seguimiento de las poblaciones de la plaga y la toma de decisiones en forma oportuna por parte de los productores, contribuyendo así a reducir la intercepción de los productos exportados.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar la influencia de las características del paisaje y algunas prácticas de manejo del cultivo sobre la incidencia de cochinillas (Hemiptera, Pseudococcidae) en *Alpinia purpurata* en fincas dedicadas a la producción de este tipo de plantas ornamentales.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Identificar las diferentes especies de cochinillas presentes en el cultivo de *A. purpurata*.
- Determinar si existe alguna relación entre las características del paisaje y la distribución e incidencia de cochinillas en *A. purpurata*.
- Determinar la influencia de algunas prácticas de cultivo sobre la abundancia de cochinillas en *A. purpurata*.
- Desarrollar una estrategia de muestreo en plantas de *A. purpurata* para evaluar la presencia de cochinillas a nivel de fincas.
- Determinar umbrales de acción basados en el grado de infestación de las inflorescencias de *A. purpurata*.

1.4 *Hipótesis del estudio*

- Existe asociación entre las características del paisaje y el patrón de distribución de la población cochinillas en *A. purpurata*.
- Algunas prácticas de cultivo pueden propiciar el aumento de población de cochinillas en *A. purpurata*.

2 **MARCO CONCEPTUAL**

2.1 **El ginger rojo *Alpinia purpurata***

A. purpurata (Vieill) K. Schum es una planta rizomatosa perenne originaria de las Islas Salomón (Dennis 1989), la cual es cultivada como planta ornamental. Se le atribuye un gran valor hortícola por sus usos como flor de corte, planta de follaje y en paisajismo. Su introducción masiva al mercado de las flores de corte es reciente, donde su potencial ha sido reconocido no solo por la belleza de su inflorescencia, sino también por su larga duración postcosecha (Eroschat y Donselman 1988).

2.1.1 Clasificación botánica

El ginger rojo es una planta monocotiledonea perteneciente al orden Zingiberales y a la familia Zingiberaceae. Este orden es un grupo de ocho familias de hierbas grandes con pseudotallos formados por los pecíolos de hojas pinnativenadas, de flores vistosas, zigomorfas, con cáliz y corola diferenciados, y con ovario ínfero. Algunas familias de este grupo presentes en Costa Rica son Cannaceae (las cannas y chirillas), Costaceae (costus), Heliconiaceae (heliconias), Marantaceae (las calateas), Musaceae (los plátanos y bananos), Strelitziaceae (aves del paraíso), estas dos últimas exóticas. Entre ellas, Zingiberaceae (los gingers) se caracteriza por presentar follaje aromático, hojas dísticas y con la vaina abierta, sépalos unidos, presencia del labelo y un solo estambre fértil (INBIO 1998).

La familia Zingiberaceae está representada por 50 géneros y casi 1300 especies. Se encuentra en zonas tropicales y subtropicales, pero principalmente en el sudeste de Asia; se reporta un solo género nativo en el neotrópico y ocho géneros y 23 especies (14 nativas) en Costa Rica (INBIO 1998). La familia Zingiberaceae está conformada por los géneros *Alpinia*, *Curcuma*, *Elettaria*, *Elingera*, *Hedychium*, *Kaempferia*, *Renealmia* y *Zingiber*. En Costa Rica se cultivan como ornamentales dos especies del género asiático *Alpinia*. Ellas son *A. purpurata*, con brácteas rojas y flores blancas inconspicuas, frecuente en las tierras bajas húmedas y *A. zerumbet* (UNK.) Burt & R. M. Sm., la cual es menos común, no presenta brácteas, pero con flores grandes y muy vistosas, amarillas rayadas con rojo (INBIO 1998).

De acuerdo a la taxonomía el ginger rojo se clasifica de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Zingiberaceae
Género:	<i>Alpinia</i>
Especie:	<i>Alpinia purpurata</i> (Vieill) K. Schum

A. purpurata es una planta herbácea rizomatosa, perenne y aromática. Presenta hojas simples, dísticas, con vainas abiertas, liguladas, con inflorescencia terminal en un tallo folioso o un tallo bajo deshojado especializado (escapo), espigada, racemosa, o tirseiforme. Las flores

son bisexuales, zigomorfas, solitarias o en cincinos en las axilas de brácteas espiralmente arregladas, con bractéolas; cáliz tubular, verdusco, cortamente 3-lobado; corola tubular, blanca o coloreada, 3-lobada; un estambre fértil, a veces petaloide; dos estaminodios internos, unidos en un labelo petaloide, frecuentemente grande y vistoso; usualmente dos estaminodios externos (rara vez ausentes), petaloides o muy pequeños, libres o adnados al labelo; un pistilo compuesto; ovario ínfero, 3-locular, con glándulas nectariales encima; muchos óvulos por lóculo; placentación axilar; un estilo, filiforme, retenido entre las tecas; estigma en forma de taza ó 2-lamelado. El fruto es una cápsula loculicida, a veces carnosa; generalmente con muchas semillas ariladas (INBIO 1998).

Desde el punto de vista fisiológico, *A. purpurata* presenta la proliferación de varios tallos provenientes de una cepa, con hojas lanceoladas alternas. El crecimiento es continuo hasta la aparición de la flor falsa, la cual se destina para la comercialización y es de color rojo o rosado. La verdadera flor es pequeña y aparece dentro de la falsa flor y tiene color blanco (Aguilar 1992).

2.1.2 Generalidades del cultivo de *A. purpurata*

La planta de *A. purpurata* se adapta muy bien a climas tropicales húmedos en zonas con alta humedad relativa. En zonas donde prevalezca exceso de lluvias o sequía, se puede ver afectada la producción de flores. Crece bien en diferentes tipos de suelos, sin embargo, deben presentar suficientes contenidos de nutrientes que puedan sostener al cultivo durante las etapas de proliferación de flores (Ramírez 1994).

El conocimiento del crecimiento y desarrollo de la planta es fundamental para la ejecución de prácticas culturales apropiadas, considerando que su cultivo se realiza comercialmente a campo abierto con una distancia de siembra que varía de 1,5 a 3,3 m entre hileras y 1,5 m entre plantas. No obstante, existe poca información disponible sobre fertilización nitrogenada en cultivos ornamentales de origen tropical. González y Mogollón 2001, recomiendan el uso de 150 kg/ha/año de nitrógeno, para un desarrollo adecuado de la planta desde siembra hasta punto de cosecha.

2.2 Manejo del cultivo

2.2.1 Preparación del terreno

Antes de sembrar se deben realizar las labores de control de malezas por chapea o aplicación de herbicidas, verificación o construcción de drenajes. En algunos casos es necesario desinfectar el suelo para reducir la presencia de plagas tales como cochinillas *Dysmicoccus brevipes*, tijerillas (Dermaptera, Forciculidae) y caracoles (Gastropoda, Limacidae). Los cuales no interfieren o hacen daño alguno a la planta. Sin embargo, se debe realizar un buen control que los elimine de la flor, por exigencias de los controles fitosanitarios requeridos para exportación (Ramírez 1994).

2.2.2 Densidad de siembra

Para la siembra de *A. purpurata* se utiliza regularmente una distancia que varía de 1,5 a 3,3 m entre hileras y 1,5 a 2,0 m entre plantas (Hansen 1993), para un rango aproximado de 1.250-1666 plantas/ha (Ramírez 1994). Con esta densidad de siembra, se pretende un distanciamiento que pueda facilitar la cosecha e impida que al propagarse las cepas se reduzcan las distancias establecidas (Ramírez 1994).

2.2.2.1 Preparación de la semilla

La propagación de la planta se realiza en forma asexual, a través de brotes desarrollados en la inflorescencia, por secciones de rizoma y mediante cultivo *in vitro* (González y Mogollón 2001). El método empleado es importante, ya que determina el inicio de la producción de flores, siendo de 1,5 a 3 años en la primera, de un año en la segunda, y de 20 a 30 meses en la última (Eroschat y Donselman 1988, Chang y Criley 1993).

Es recomendable que las cepas o bulbos, llamados comúnmente plantas madres, presenten buenas raíces para que tenga éxito la siembra. En caso de no existir raíces se recomienda sumergir los bulbos en soluciones de Ácido Indol Butírico o de Ácido Húmico para estimular su brote. Antes de sembrar, también se recomienda sumergir los bulbos en soluciones de fungicidas y nematicidas para su desinfección (Ramírez 1994).

2.2.2.2 Siembra

Una vez realizadas las labores de presiembra, se procede a la siembra de los bulbos. Regularmente se hacen hoyos de 0,20 x 0,20 m, luego se colocan los bulbos con los puntos de crecimiento hacia arriba; después se cubren con una capa delgada de tierra (Ramírez 1994).

2.2.3 Mantenimiento de la plantación

Durante los primeros meses de establecida la plantación, es necesario el control de malezas. Por lo general, se aplican métodos de control químico, para lo cual se usan herbicidas como paraquat y sistémicos como Fusilade (fluazifop-p-butil) y Round up (glifosato) cada 5 meses. Cuando las plantas han avanzado en su crecimiento y desarrollo, se reduce la presencia de malezas, ya que los tallos pueden alcanzar una altura de hasta 3 m, lo que ocasiona una reducción en la competencia de la planta con las malezas, disminuyendo el uso de herbicidas (Ramírez 1994).

También se realiza la desflora, que es un tipo de poda selectiva que se aplica a la planta. Consiste en eliminar las flores abiertas que no son utilizadas para la venta o comercialización. Es indispensable realizar esta actividad constantemente como medida de sanidad y también para estimular la emisión de nuevos brotes, y a la vez, inducir un aumento en la producción de flores. Además, se debe considerar el desecho de las flores fuera de la plantación para evitar la liberación de etileno, el cual es dañino para las flores comerciales (Ramírez 1994). En hortalizas de hoja y cultivos ornamentales, este gas es responsable del amarillamiento de las hojas y el marchitamiento prematuro después de cosecha (Báez-Sañudo *et al* 2002).

Se requiere aplicar un programa de fertilización, para lo cual es necesario contar con el análisis de suelo de la plantación, esto con el propósito de determinar las necesidades nutricionales de las plantas. Es importante suplir en forma balanceada los nutrimentos N, P, K, Mg, Ca y S (Castillo 1990).

Se recomienda hacer las aplicaciones de fertilizantes en intervalos no mayores a un mes, ya que son plantas que en su mayoría están sometidas a una explotación comercial intensiva y presentan requerimientos nutricionales elevados (Ramírez 1994).

2.2.4 Medidas de control plagas de *A. purpurata*

Una forma de control aplicado es el lavado de las flores, lo cual permite una limpieza a fondo para eliminar los insectos que estén presentes, no obstante, se debe tener cuidado para no maltratar las flores al realizar esta labor (Ramírez 1994).

2.2.4.1 Cochinillas como plagas en cultivos

Cochinillas, es el nombre por el cual se conocen a más de 600.000 especies, principalmente tropicales y subtropicales (Padilla 2000).

Dysmicoccus brevipes (CKLL): mide 3 mm de largo. Los huevos son puestos dentro de una especie de bolsa algodonosa en cantidades de 300 a 600; los mismos eclosionan de 1 a 3 semanas convirtiéndose en ninfas, y éstas llegan a ser adultas dentro de 1 a 4 meses (Rodríguez 2003).

Dysmicoccus brevipes Pequeño insecto polífago de color blanco, que se ubica en las axilas de las hojas inferiores de la planta, las raíces y en el fruto; **la piña es un hospedero primario**. Ataca succionando la savia de las plantas transmitiendo un virus que produce la marchitez (Wilt) de la planta. Se presenta con mayor intensidad durante la floración, fructificación, post cosecha, estados vegetativos y de crecimiento (Castañeda 2003).

La especie *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), posee 15 sinónimos, se conoce comúnmente como “piojo o cochinilla de la piña”. Según Parida y Moharana, Nur y colaboradores y Moharana, (en SEL, 2003), el número de cromosomas de esta especie es $2n = 10$. Inicialmente Signoret interpretó la especie *Coccus bromeliae* descrita por Bouché como una cochinilla (Pseudococcidae), pero Lindinger demostró que en realidad correspondía a una “escama blanda” (Coccidae). En publicaciones anteriores a 1900, la cochinilla de la piña ha sido erróneamente nombrada como *Pseudococcus bromeliae* (Bouché). Ben-Dov y Cox y Ben-Dov clarificaron que la descripción original de Bouché de *Coccus bromeliae* Bouché, indica claramente que sus especies eran escamas de la familia Coccidae, no cochinillas harinosas. Es una plaga distribuida en las seis regiones biogeográficas de mundo (SEL, 2003). En Colombia se encuentra afectando más de dos familias botánicas por lo que se la conoce como polífaga (Williams y Granara de Willink, 1992; Kondo, 2001).

Ferrisia virgata (Cockerell). Es una especie que se reporta con 22 sinónimos. Su nombre común es “cochinilla gris” “cochinilla rayada” o “cochinilla de colas blancas”. Las familias en las que se considera que se ha reportado esta especie son: Acanthaceae,

Agavaceae, Amaranthaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Araliaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Bixaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Cannaceae, Caricaceae, Caryophyllaceae, Casuarinaceae, Cleomaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Commelinaceae, Convulvulaceae, Cucurbitaceae, Cucurbitae, Cyperaceae, Dilleniaceae, Ehretiaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Geraniaceae, Iridaceae, Labiatae, Lauraceae, Lecythidaceae, Fabaceae, Liliaceae, Lythraceae, Magnoliaceae, Malvaceae, Marantaceae, Musaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Arecaceae, Piperaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Primulaceae, Proteaceae, Punicaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Salvadoraceae, Saindaceae, Sapotaceae, Solanaceae, terculiaceae, Theaceae, Tiliaceae, Urticaceae, Verbenaceae, Violaceae, Vitaceae, Vochysiaceae, Zingiberaceae, Zygothymaceae. La distribución de esta especie es afrotropical, neártica, neotropical (se encuentra en muchos países entre ellos: Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica y Cuba) (SEL, 2003). En Colombia ha sido registrada por Gallego y Vélez (1992) y Kondo (2001) en palmas, anacardiáceas, cacao y yuca. En trabajos recientes, Cárdenas *et al.* (2003) reportaron esta especie atacando banano en la zona de Urabá. Williams y Granara de Willink (1992), consignan otros hospederos para esta especie en Colombia: *Coffea* sp., *Manihot carthaginensis*, *Theobroma subincanum* y un hospedero desconocido.

Pseudococcus odermatti. La familia Pseudococcidae está típicamente representada por el género *Pseudococcus* Westwood, el cual incluye un elevado número de especies que causan considerables daños tanto en la parte aérea como también en las raíces de plantas alimenticias y ornamentales. Sin embargo, muchas especies antiguamente consignadas en él, recientemente se han reubicado; es un género que contiene unas 157 especies. Entre las más conocidas están *P. comstocki* (Kuwana), plaga de cítricos oriunda de China y Japón que ha sido dispersada a diversas partes del mundo. Según Goncalvez, la forma radicícola vive asociada con la hormiga *Solenopsis saevissima* var. *moelleri* forel (OIRSA, 2000).

Se conocen catorce especies *Pseudococcus* en países del caribe, siendo la más común y más ampliamente distribuida *P. longispinus* (Targioni Tozzetti), una especie polífaga con filamentos de cera posteriores muy largos, con frecuencia se le encuentra en árboles frutales, palmas y ornamentales. *P. cryptus* Hempel, es una especie polífaga (en ocasiones se alimenta en las raíces) conocida en pocos países del Caribe, se ha registrado en árboles frutales, palma y ornamentales, en ocasiones es plaga de naranjo (OIRSA, 2000). La especie *Pseudococcus calceolariae* (Maskell), tiene 6 sinónimos y fue descrita en Nueva Zelanda en *Traversia* sp. El

nombre común es “cochinilla de los cítricos”. Está presente en 41 familias botánicas. Tiene una distribución cosmopolita en todas las regiones biogeográficas del mundo (SEL, 2003).

2.2.4.1.1 Importancia de las cochinillas

La mayoría de las especies de cochinillas conocidas a nivel mundial son de importancia económica para la agricultura debido a que son plagas de plantas cultivadas, tales como yuca, papa, tomate, cítricos, pimienta, soya, frijol y muchos frutos tropicales y subtropicales. Así como también plagas en café, cacao, caña de azúcar y en especies ornamentales incluyendo las orquídeas. Muchas de estas especies son frecuentemente identificadas en puestos de inspección cuarentenaria en todo el mundo (Williams y Granara de Willink 1992).

En la superfamilia Coccoidea se encuentran ubicadas taxonómicamente las escamas, cochinillas y chinches harinosas, siendo importantes para la agricultura debido a que la mayoría de sus especies se alimentan de plantas cultivadas. Son insectos de tamaño pequeño y cuerpo blando, de hábitos fitófagos succívoros; se reproducen y desarrollan agrupados en colonias, se encuentran en cualquier estructura vegetativa y/o reproductiva de las plantas hospederas debilitándolas o matándolas, ya sea privándolas de su savia, inyectándoles tóxicos o transmitiéndoles virus (Williams y Granara de Willink 1992).

Los estados de crecimiento de las cochinillas, denominados ninfas, son fácilmente diseminados a través del transporte internacional. Después que las personas visitan un campo infestado, las ninfas pueden adherirse a la ropa y también a los vehículos. El transporte de productos vegetales, como semillas, raíces, hojas yemas, tallos, esquejes, flores, frutas y plantas enteras, entre países constituye un medio importante para la diseminación de la plaga. El tamaño pequeño de los individuos y los hábitos crípticos de la familia Pseudococcidae hacen que con frecuencia no sean detectados en las inspecciones cuarentenarias vegetales. En el caso de las especies partenogénicas, una sola hembra juvenil puede ser el inicio de una infestación importante si es introducida por accidente a un nuevo habitat sin sus enemigos naturales (Ramos y Serna 2004).

En el cultivo de *A. purpurata*, existe una gran variedad de insectos plagas, entre ellas cochinillas en asociación con hormigas, las cuales establecen sus nidos dentro de las plantas. También es posible observar la presencia de tijerillas (Dermaptera, Forciculidae) y caracoles (Gastropoda, Limacidae). Estos insectos no interfieren en el desarrollo de las plantas. Sin

embargo, se hace necesario aplicarles un adecuado control que los elimine de las flores por exigencias de los protocolos establecidos para exportación (Ramírez 1994).

2.2.4.1.2 Clasificación taxonómica de las cochinillas

Según los autores Padilla 2000, Ramos y Serna 2004 la mayoría de las especies de cochinillas consideradas como plagas cuarentenarias exóticas se registran en la superfamilia Coccoidea, perteneciendo a las familias Diaspididae, Coccidae, Margarodidae y Pseudococcidae.

Las cochinillas se clasifican taxonómicamente de la siguiente manera (Ramos y Serna 2004):

- Orden: Hemiptera
- Suborden: Sternorrhyncha
- Superfamilia: Coccoidea
- Familias: Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae y Margarodidae

Sin embargo para el presente estudio consideramos a las cochinillas solo como Pseudococcidae.

2.2.4.1.3 Anatomía, biología y ecología de las cochinillas

De acuerdo a los estudios realizados por Williams y Granara (1992), se mencionan las características anatómicas más importantes de las cochinillas, las cuales permiten su identificación y clasificación taxonómica.

- **Cuerpo.** El cuerpo de las cochinillas varía de elongado a ovalado, este cambia de forma después de cada muda, presentado una longitud en un rango de 0,5 – 0,8 mm, con lóbulos anales de forma diversa en uno y otro lado del anillo anal terminados en una cerda apical.
- **Antenas.** En muchas especies estas presentan ocho segmentos, pero algunas veces cada antena puede ser reducida a seis o siete segmentos o raramente a dos. *Phenacoccus* y géneros relacionados con frecuencia poseen las antenas con nueve segmentos. El segmento apical es ligeramente aumentado.
- **Cerarios.** En vida estas estructuras producen los filamentos laterales de cera y están presentes solamente en las cochinillas. Presentan 18 pares y normalmente están distribuidos de manera simple en cada margen lateral de los segmentos abdominales,

usualmente un par anterior y posterior en cada uno de los segmentos torácicos, y cuatro pares en la cabeza.

- **Círculo.** Esta estructura es probablemente un órgano adhesivo y normalmente está sobre el vientre entre los segmentos III y IV abdominales. A menudo está dividido por la línea intersegmental y varía de forma dependiendo de la especie, pero algunas veces es diminuto, redondo u oval, o de par en par y producido lateralmente para presentar una forma de yugo de buey y hasta de yunque.
- **Ostiolos.** Son órganos parecidos a una abertura sobre el dorso, presentes en pares, el par anterior situado sobre la cabeza y el par posterior en el borde del segmento abdominal VI. A menudo están completamente ausentes o representados sólo por el par posterior. Los ostiolos son variablemente desarrollados.
- **Poros.** Las cochinillas presentan generalmente cuatro tipos de poros. a.- **Poros triloculares** usualmente están presentes sobre el dorso y el vientre, y ocasionalmente varían en forma y tamaño en la misma especie. Son conocidos algunas veces como el tipo arremolinado para distinguirlos de otros tipos de poros triloculares en otras familias. Los poros triloculares producen una cera fina harinosa cubriendo en forma de filamentos espiralados. b.- **Poros disco multiloculares** normalmente poseen más de cinco lóculos, usualmente diez, pero ocasionalmente hasta doce, y están presentes usualmente en el vientre, o al menos alrededor de la vulva. Ellos normalmente espolvorean los huevos con la cera y producen el ovisaco. Las especies con pocos poros disco multiloculares son usualmente vivíparas. c.- **Poros quinqueloculares** están presentes en unos pocos géneros relacionados solo a *Phenacoccus*. d.- **Poros discoidales** son a menudo diminutos y dispersos sobre la superficie. Algunas veces ellos pueden ser tan largos como los poros triloculares y conspicuos en los segmentos posteriores del dorso y al lado de los ojos.
- **Conductos tubulares.** Varían considerablemente en tamaño y forma, usualmente los más numerosos son los conductos tubulares de cuello oral principalmente en el vientre, produciendo cera para la formación del ovisaco. Las especies con muy pocos de estos conductos son usualmente vivíparas. Los conductos tubulares de borde oral frecuentemente se ubican en el dorso. Son usualmente tan largos como los conductos tubulares de cuello oral y cada uno posee un borde levantado alrededor del orificio. Este borde es a menudo oscuro, pero la distinción entre los dos tipos de conductos es conveniente para separar género y especie.

- **Setas.** Normalmente las setas ventrales son flageladas, pero en el dorso ellas pueden ser flageladas, cónicas, lanceoladas o algunas veces embotadas o aún clavadas. Un par situado medianamente sobre el vientre en el extremo posterior del abdomen es conocido como la cerda cisanal, y usualmente un par anterior a esta es a menudo conocido como la cerda obanal. La longitud de la cerda cisanal es a menudo comparada con la longitud de la cerda apical y la cerda del anillo anal.

Los diferentes estadios de las cochinillas son móviles, su cuerpo no posee caparazón y es de consistencia blanda. Se fijan sobre la planta por medio de su proboscis, permaneciendo inmóviles. Las hembras permanecen sobre las hojas o ramas, tanto en las gruesas como en las delgadas, y en los frutos, donde succionan la savia. Los machos adultos tienen un par de alas y no poseen aparato bucal, por lo tanto, no se alimentan; en algunas especies son casi desconocidos. Las hembras son ápteras, tienen forma redondeada, con la cabeza y el tórax fusionado (cefalotórax). Las hembras adultas tienen algunas veces el cuerpo completamente plano, otras en forma de bomba y en algunas especies son casi esféricas (Le Pelley 1973, Domínguez y Tejero 1976).

Las cochinillas establecen relaciones simbióticas con las hormigas, lo cual aumenta su potencial de dispersión. Las cochinillas segregan la miel de rocío (honeydew), que son gotas de sustancias ricas en azúcares, aminoácidos y ceras. Esto favorece la relación simbiótica con las hormigas, que las transportan y protegen, contribuyendo a diseminar el parásito; el líquido segregado por las cochinillas sirve en algunos casos de sustrato para el desarrollo de hongos y para la producción de fumaginas, favoreciendo la disminución de la fotosíntesis de la planta hospedera (Domínguez y Tejero 1976).

En los coccideos se presentan varios tipos de reproducción, hermafroditismo (machos y hembras partenogénicos) reproducción bisexual. La característica biológica común de los coccidos es la asociación con hormigas, acompañándolas en la planta hospedante, favoreciendo así un aumento considerable del daño ocasionado a la planta. Las hormigas se ven beneficiadas de esta sustancia azucarada segregada por las cochinillas, ya que esta constituye una fuente de alimento de fácil acceso y rico en azúcares (Le Pelley 1973). En la familia de los Pseudococcidos están presentes las especies de cochinillas que son plagas importantes en café (Le Pelley 1973, García citado por Padilla 2000).

La mayoría de los daños producidos por las cochinillas a las plantas se manifiestan como debilitamiento de los órganos, lo cual ocurre a una velocidad moderada. También se

pueden observar decoloraciones de las hojas, acompañadas de necrosis en los bordes. Este tipo de daño y síntomas provocados por las cochinillas harinosas son característicos en la mayoría de los Pseudococcidos (García citado por Padilla 2000).

2.3 Importancia del paisaje en la distribución de las plagas agrícolas

En los paisajes fragmentados los insectos persisten con alguna abundancia y diversidad. Los ecólogos de insectos requieren conocer los procesos que influyen en la abundancia, riqueza y diversidad de insectos en los paisajes fragmentados. Para el manejo de plagas es necesario determinar como la arquitectura del paisaje influye en la dinámica de las poblaciones de plagas y sus interacciones con los enemigos naturales y sus agentes de control. De igual manera, desde el punto de vista conservacionista, se requiere desarrollar estrategias para mantener especies focales de insectos, la diversidad de fauna y las interacciones tróficas clave para los procesos del ecosistema (Hunter 2002).

Las características del paisaje influyen en la población y comunidades ecológicas de las especies, incluyendo los insectos. El efecto de borde del habitat al interior, el aislamiento del fragmento de habitat, la diversidad de parche y el microclima contribuyen a determinar la abundancia y riqueza de insectos en los paisajes (Hunter 2002).

La habilidad de un insecto plaga para colonizar y establecerse como una plaga en cultivos ornamentales es el resultado de la interacción entre su biología y sus enemigos naturales con el paisaje (Tschardtke y Brandle 2004). La capacidad de dispersión de un insecto y su probabilidad de infectar un cultivo están directamente relacionadas. De esta manera, el movimiento de una plaga desde una planta hospedera hacia el cultivo en producción a través del campo dependerá entre otros factores del número de plagas viviendo en el hospedero, de la distancia hospedero-planta, y de la presencia de barreras, ya sea físicas o naturales, tales como caminos, árboles o ríos. Del mismo modo, estos factores tendrán influencia sobre la capacidad de los insectos benéficos para colonizar los insectos plaga y regular su abundancia. Asimismo, se ha encontrado que la localización de las plantas en relación con caminos, árboles de sombra, bosques, cultivos vecinos y otros puede ayudar a identificar prácticas culturales que reduzcan la población de las plagas (McCullough y Sadoff 1998).

Las condiciones de luminosidad aunado a diferencias en temperatura pueden determinar la ubicación preferente de las cochinilla en las distintas partes de la planta al influir en la dirección del movimiento de las larvas móviles y la selección del sitio donde se fijan (Asplanato y García 2002). Por otro lado, Bodenheimer (1951) sugiere que la temperatura es el factor que determina la ubicación de la cochinilla en determinados sectores de la planta.

2.4 Sistemas de información geográfica (SIG)

La representación espacial de la información físico-natural se rige por métodos cartográficos tradicionales aplicados manualmente. Los mapas o cartas analógicas han servido como soporte a datos y variables geográficas de índole físico-natural y socioeconómica, con limitada capacidad en el procesamiento de información e inversión de gran cantidad de tiempo, lo que originó algunos inconvenientes en el manejo, análisis y actualización de la información espacial. Por esta razón a partir de los años 1960 se ha desarrollado una nueva forma para el tratamiento de la información territorial, basada en la automatización de la misma mediante el uso de programas de elaboración cartográfica asistidos por el computador. En este sentido los autores (Cochrane y Sánchez 1981, Betts y Derosé 1999) proponen en sus trabajos la automatización de esta información en la búsqueda de mejorar los resultados en el manejo, procesamiento y actualización de la información.

En años anteriores esta tecnología de representar de forma automatizada la información territorial no era compatible para apoyar el análisis en el manejo de la información espacial. Posteriormente, surgen los SIG dando inicio a una tecnología informática para gestionar y analizar la información espacial (Bosque 1992).

Un SIG es definido como un sistema automatizado que facilita las fases de entrada, análisis y la presentación de datos en mapas cuando tratamos con datos georeferenciados (de By *et al.* 2000). También pueden ser definidos como una base de datos especializada que se caracteriza por la capacidad que posee del manejo de los datos geográficos espacialmente referenciados, los cuales se pueden representar gráficamente como imágenes (Bosque 1992).

Otros atributos con que se caracteriza el SIG, además de su capacidad para almacenar información, se relaciona con su aplicabilidad en diversas áreas de investigación (inventario de recursos naturales, catastro urbano y rural, estudio de redes de transporte y comunicación, uso de la tierra, agroecología), facilita el análisis de la información, que requiere la interacción

de datos estadísticos y cartográficos, su compatibilidad en el uso de información satelital, el modelado cartográfico incluyendo la creación de mapas tridimensionales y estereoscópicos y por último el monitoreo y seguimiento de los cambios en la información representada, con lo que se facilita su actualización (López *et al.* 2001).

El SIG funciona como una tecnología con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía. El SIG separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando al usuario la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no se podría obtener de otra forma.

El potencial de los SIG es su capacidad para almacenar información en bases de datos que están relacionadas con el mapa o la representación geográfica de la región. Un mapa SIG puede combinar diferentes capas de información. De esta manera, y para los propósitos del manejo integrado de plagas (MIP), es posible sobreponer los mapas de distribución de ciertas malezas y los patrones de dispersión de insectos plaga, lo cual, puede relacionarse a su vez con el suelo, la información topográfica y los datos climáticos (Kogan y Shenk 2002).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en seis fincas ubicadas en Guápiles y Siquirres en el Cantón de Pococí, Provincia de Limón en Costa Rica. Esta zona se ubica en la denominada Región Huétar Atlántica. Guápiles tiene una altitud de 262 msnm, temperatura promedio de 25°C, la radiación solar tiene promedio de 6 horas luz y precipitación promedio anual 4500 mm. Siquirres tiene una altitud de 65 msnm, temperatura promedio de 27°C, la radiación solar tiene un promedio de 5 horas luz y una precipitación promedio anual de 3600 mm. Del total de estas fincas, tres son productores y exportadores directos y tres son considerados fincas satélites proveedoras de flores para el exportador.

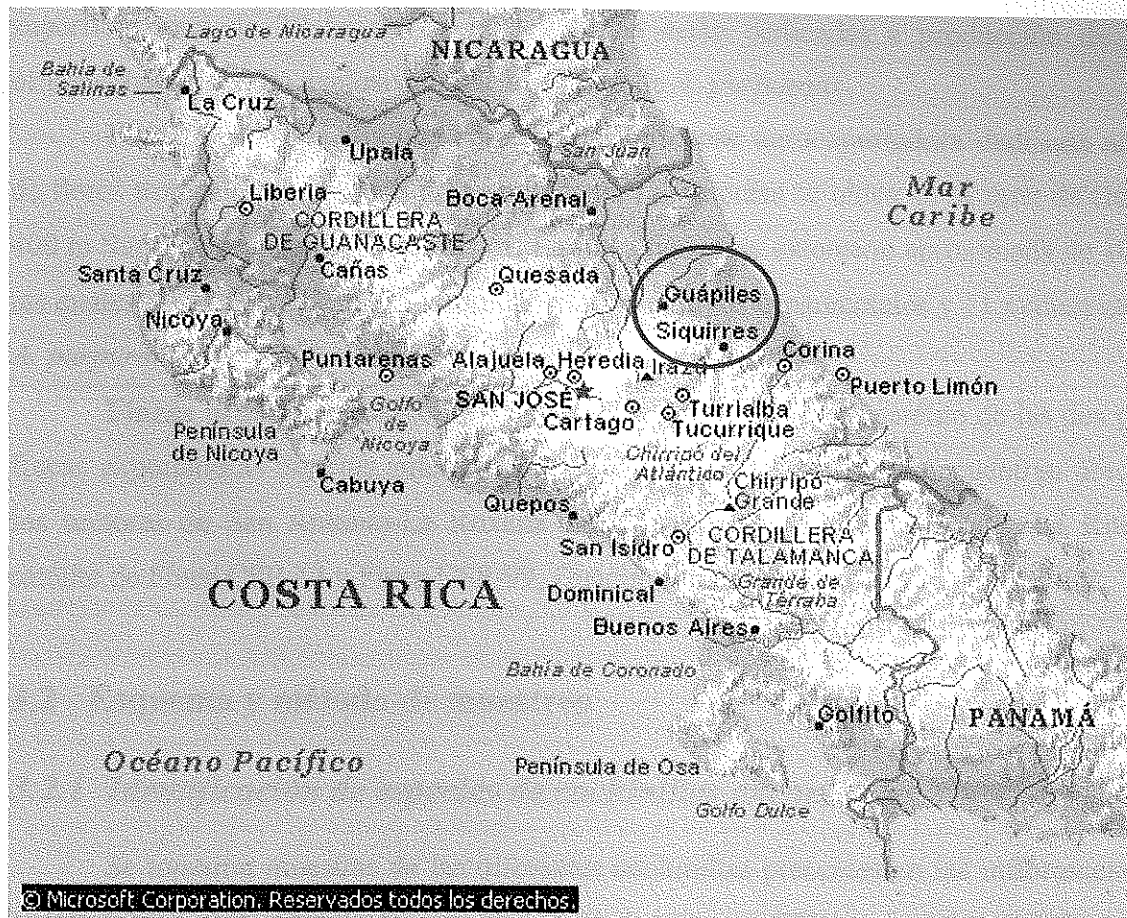


Figura 1. Localización área de estudio.

Finca CSP-12. Esta empresa se dedica principalmente a la producción, empaque y exportación de flores y follajes tropicales desde hace más de 19 años. Se encuentra ubicada a unos 800 metros del centro del Distrito de Roxana en el Cantón de Pococí. Geográficamente se localiza a $10^{\circ}15'$ latitud Norte y $83^{\circ}45'$ longitud Oeste (Chinchilla 1987). La finca tiene aproximadamente una extensión de 39 ha, en las cuales existe una gran diversidad de plantas ornamentales tropicales para exportación como ginger rojo y rosado *Alpinia purpurata*, banana royal *Musa ornata*, cordelines *Lilliecea cordyline*, marginata *Dracaena marginata*, palma areca *Chrysalidocarpus lutescens*, manssageana *Dracaena fragans*, halas *Pandanus sp.*, lady palm *Raphis excelsa*, entre otras (Ramírez 1994).

Finca CSP-99. Es una empresa dedicada al cultivo y exportación de flores tropicales a mercados europeos y norteamericanos. La empresa se ubica en la zona de Siquirres, al este de San José. Las principales flores que la empresa produce y exporta son heliconias, gingers, aves del paraíso, flores de banano y follaje de distintas variedades. La finca tiene una

superficie total de 20 ha de las cuales 18 ha están dedicadas a producción de cultivos ornamentales y 4,5 ha exclusivamente al cultivo de *A. purpurata*

Finca CSP-1005. Es una empresa costarricense agroexportadora dedicada al cultivo de flores tropicales al mercado norteamericano. La empresa se ubica en la zona de Guápiles a 400 m Sur del aeropuerto, Río Jiménez. La finca tiene una extensión aproximada de 100 ha de las cuales 90 están dedicadas a la producción de cultivos ornamentales y 11 exclusivamente a *A. purpurata*.

Fincas productores satélites: Se seleccionaron tres fincas satélite de las dos primeras fincas exportadoras directas anteriormente señaladas. Estas fincas se encuentran ubicadas en los sectores de San Antonio-La Roxana finca satélite de la Finca CSP-12, La Rita finca satélite de Finca CSP-12 y Finca CSP-99, Guácimo finca satélite de la Finca CSP-99.

3.2 Esquema y método de muestreo

3.2.1 Identificación de especies de cochinillas encontradas

Se tomaron muestras de las diferentes cochinillas presentes en las inflorescencias, las cuales fueron colocadas en frascos con alcohol etílico al 70% y enviadas al Laboratorio de Cuarentena del Ministerio de Agricultura y Ganadería para su identificación.

3.2.2 Determinación de la ubicación de las cochinillas en la inflorescencia

Con la finalidad de identificar la posición donde se encontraban en mayor abundancia las cochinillas se recolectaron al azar un total de 100 inflorescencias con tallo cortadas con una longitud total de un metro.

En cada muestra se evaluó en forma separada la inflorescencia y el tallo y a su vez estos se dividieron en tercios (inferior, medio y superior). La evaluación consistió en el conteo de cochinillas presentes en las secciones tanto de inflorescencias como de tallos.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza mediante la prueba LSD Fisher $\alpha = 0,05$.

3.2.3 Asociación entre el número de cochinillas por bráctea y el número de brácteas infestadas

Se realizó un muestreo y conteo de cochinillas directamente en campo sin cortar las inflorescencias. Utilizando un esquema de muestreo sistemático en cuadrícula de 10 x 10 m, se evaluaron un total de 100 puntos dentro de un lote de *A. purpurata*. En cada punto se revisaron dos inflorescencias y en cada una se determinó el número total de cochinillas y el número de brácteas en que estas cochinillas se encontraban.

Los datos se analizaron estadísticamente utilizando la técnica de árboles de regresión, para encontrar los mejores puntos de corte que maximizan la asociación entre el número de insectos y el número de brácteas atacadas. Asimismo, para determinar la asociación entre número de insectos y número de brácteas se realizó un análisis de tablas de contingencia.

3.2.4 Determinación de la distribución espacial de la cochinilla en el campo

Se seleccionaron 30 lotes en 6 fincas, tomando en cuenta diversas características de paisaje previamente seleccionadas por su potencial relación con la distribución de la plaga. Las características consideradas fueron drenaje, fuentes de agua, sombra, caminos, bosque ripario y cercas vivas. Para determinar la distribución de la población de cochinillas en los lotes, se realizó un muestreo sistemático en cuadrículas de 10 x 10 m, demarcadas utilizando cuerdas de nylon de 10 m de largo con soportes de madera rectangulares a cada extremo. En cada punto de muestreo se tomaron dos inflorescencias al azar, cortadas en la base incluyendo el entrenudo después de la última bráctea. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas que se depositaron en una cava refrigeradora (hielera) para protegerlas de las altas temperaturas durante el transporte hasta el laboratorio.

La recolección de las muestras para la determinación del efecto de las características del paisaje sobre la distribución espacial de la plaga se realizó en una subparcela de 5 x 5 m ubicada dentro de cada lote, tomando 20 inflorescencias por punto. El sitio de muestreo se seleccionó de acuerdo a las diferentes características del paisaje previamente establecidas (drenaje, fuentes de agua, caminos, sombra y bosque ripario).

Las inflorescencias colectadas fueron llevadas al Laboratorio de la Unidad de Control de Plagas de Agroecología del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Estas fueron medidas con una regla graduada y se dividieron en tercios. Se realizó el

conteo de número de brácteas infestadas por cada tercio y se contaron las cochinillas presentes en el primer tercio utilizando un estereoscopio modelo Stereo Star Zoom 580 1X a 6X marca Reichert. Se tomaron muestras de las diferentes cochinillas, las cuales fueron colocadas en frascos con alcohol etílico al 70% y enviadas al Laboratorio de Cuarentena del Ministerio de Agricultura y Ganadería para su identificación:

3.2.5 Generación de mapas de distribución de la población de cochinillas

Para el mejoramiento en la interpolación de la distribución espacial de la población de cochinillas se generaron mapas utilizando el método geoestadístico Software Surfer (Golden Software, Inc., www.goldensoftware.com), por la capacidad que esta herramienta posee para apoyar el análisis de fenómenos con relativa variabilidad espacial, calidad y facilidad en el entendimiento y representación cartográfica.

3.2.6 Relación de número de brácteas infestadas con la permanencia de cochinillas en la inflorescencia después del lavado

Para evaluar el uso del número de brácteas infestadas como herramienta de predicción de la permanencia de las cochinillas después del proceso de lavado de la inflorescencia, se realizó una evaluación a nivel de empacadora en el área de lavado.

Se seleccionaron tallos con inflorescencias recién cosechadas antes de lavar. Se clasificaron las inflorescencias mediante un conteo del total de brácteas infestadas dividiendo cada una de las inflorescencias de acuerdo a su longitud en tercios (basal, medio y apical). En cada tercio se realizó el conteo de brácteas infestadas. La evaluación consistió en separar las inflorescencias en 3 niveles según el nivel de infestación (bajo= 0 brácteas infestadas, medio= 1-3 brácteas infestadas y alto= mas de 3 brácteas infestadas), tomando tres repeticiones por cada nivel y un total de 30 inflorescencias por nivel, para un total de 270 inflorescencias evaluadas. Se identificaron los tallos con marcador indeleble en la base, considerándose para ello el siguiente orden: repetición, nivel de infestación y número de inflorescencia.

El conteo de cochinillas presentes se realizó efectuado el lavado a la inflorescencia, y posteriormente, se recolectaron en una malla fina (para ello se construyó una estructura en madera y cedazo fino, Figura 2), el cual se colocó y deslizó por el tanque de lavado.

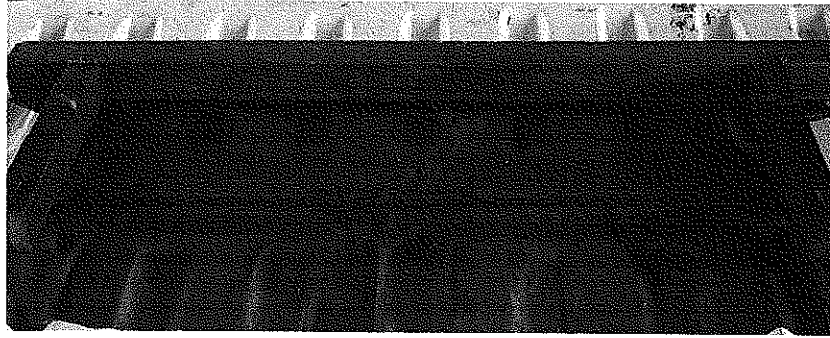


Figura 2: Recolector de cochinillas para tanque de lavado.

Cada grupo de 90 inflorescencias se trató de forma individual. Una vez efectuado el lavado se procedió a revisar nuevamente las brácteas de la inflorescencia y si aún presentaban brácteas infestadas se repitió el lavado de estas.

3.2.7 Determinación de la relación de las características del paisaje con la distribución e incidencia de cochinillas en el cultivo de *A. purpurata*

Para evaluar el efecto de las características del paisaje sobre la distribución e incidencia de cochinillas presentes en el cultivo de *A. purpurata* se realizó un reconocimiento de las características presentes en los lotes seleccionados, tales como presencia de drenaje, fuentes de agua (ríos, quebradas), sombra, cerca viva, caminos y bosque ripario.

La ubicación de las características del paisaje consideradas como de interés para este estudio, fue registrada para cada uno de los lotes muestreados con el método de cuadrícula de 10 X 10 m descrito en la sección 3.2.4. La ubicación de las características del paisaje fue referenciada mediante coordenadas dentro de la cuadrícula de muestreo para facilitar su representación posterior en mapas espaciales generados con el programa Surfer 8 (Golden Software).

Surfer es un software para la generación de mapas de contorno a partir de coordenadas, que facilita la visualización de los puntos de mayor agregación de la plaga (puntos calientes) y la ubicación de las características de paisajes presentes en el lote de muestreo.

Estos mapas fueron utilizados para relacionar visualmente la distribución poblacional de las cochinillas con las características del paisaje.

3.2.8 Evaluación del efecto de las prácticas de manejo aplicadas por los productores sobre la presencia de las cochinillas

Mediante la aplicación de una encuesta a productores y encargados de las fincas (Anexo 1), se determinaron y evaluaron las diferentes prácticas de manejo que se realizan en el cultivo de *A. purpurata*. Estas prácticas fueron codificadas e incluidas dentro del análisis estadístico para determinar la abundancia de cochinilla en cada lote evaluado.

4 RESULTADOS

4.1 Identificación de especies de cochinillas encontradas

En los lotes muestreados de *A. purpurata* se identificaron tres especies de cochinillas, estas fueron *Dysmicoccus brevipes*, *Pseudococcus odermatti* y *Ferrisia virgata* (Figuras 3, 4 y 5).

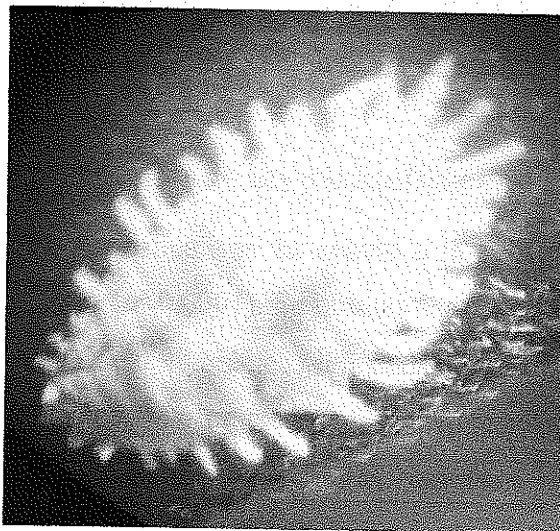


Figura 3 Ninfa de *D. brevipes* e inflorescencia de *A. purpurata*.

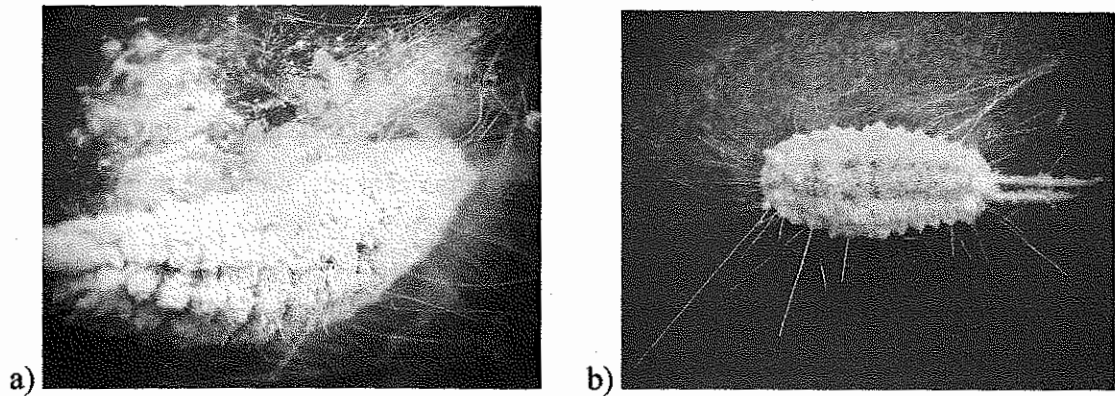


Figura 4 *F. virgata*: a) hembra adulta y masa de huevos, b) ninfa, en cultivo de *A. purpurata*.

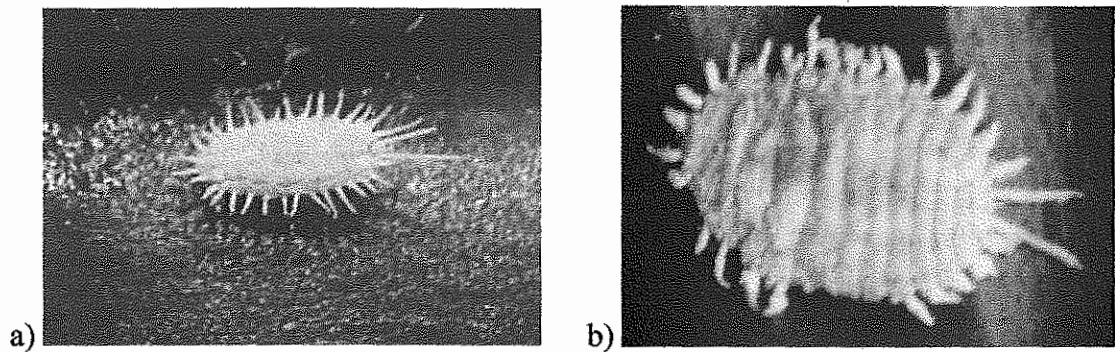


Figura 5 Diferentes estadios de ninfa *Pseudococcus odermatti*

4.2 Determinación de la ubicación de las cochinillas en la inflorescencia

Se encontraron diferencias significativas en cuanto a la ubicación de las cochinillas sobre los tercios de la inflorescencia ($p < 0,0001$). Se obtuvo una mayor incidencia de la plaga en el tercio basal, con un promedio de 0,98 brácteas infestadas por inflorescencia seguida por los tercios medio y apical con 0,26 y 0,06 brácteas infestadas, respectivamente (Cuadro 1). También se observaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) para el número de brácteas infestadas por época, con una incidencia promedio en invierno de 0,51 brácteas infestadas por inflorescencia y 0,36 para la época de verano.

Se obtuvo una interacción significativa entre la época de muestreo y la posición de la cochinilla sobre los tercios de la inflorescencia ($p < 0,0004$). En este caso, la mayor infestación se produjo en el tercio basal de la inflorescencia durante la época de verano con un promedio de 1,08 brácteas infestadas por inflorescencia, este valor fue seguido por el observado también en el tercio basal durante el invierno con 0,89 brácteas infestadas por inflorescencia. Hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en el grado de infestación del tercio medio dependiendo de

la época pasando de 0,51 brácteas en verano a 0,01 en invierno. Los grados de infestación más bajos por época se presentaron en el tercio apical con 0,12 brácteas en invierno y 0,01 en verano. Las cochinillas observadas en este tercio fueron individuos en sus primeros estadios ninfales ocultos entre las brácteas más cercanas al punto apical, las cuales se encontraban aún cerradas (Cuadro 2).

Cuadro 1 Ubicación de brácteas infestadas con cochinillas en la inflorescencia de A. purpurata.

POSICIÓN	RANGO MEDIO	MEDIAS
APICAL	25,30	0,06 A
MEDIO	33,01	0,26 B
BASAL	66,05	0,98 C

Nota: BT3: Tercio apical, BT2: Tercio medio, BT1: Tercio basal

Prueba LSD Fisher Alfa = 0,05 DMS= 7,35255

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Cuadro 2 Brácteas infestadas de cochinillas en inflorescencias de A. purpurata por tercio en la época seca y en la época lluviosa.

POSICIÓN	ÉPOCA	RANGO MEDIO	MEDIAS
APICAL	SECA	16,50	0,00 A
	LLUVIOSA	34,09	0,12 B
MEDIO	SECA	18,71	0,01 A
	LLUVIOSA	47,31	0,51 C
BASAL	SECA	67,17	1,08 D
	LLUVIOSA	64,94	0,89 D

Nota: BT3: Tercio apical, BT2: Tercio medio, BT1: Tercio basal

Prueba LSD Fisher Alfa = 0,05 DMS= 10,45181

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.3 Asociación entre el número de cochinillas por bráctea y el número de brácteas infestadas

La variable número de insectos fue clasificada para obtener tres categorías con un criterio probabilístico, utilizando los cuantiles 25, 50 y 75. Luego, el límite exacto para cada categoría fue determinado haciendo categoría 1= a cero insectos, categoría 2= 1 a 3 insectos y categoría 3= mayor a 3 insectos. En definitiva la categoría de estos insectos el 25% se ubica

en la categoría 1, 50% en la categoría 2 y el otro 25% restante en la categoría 3. Por lo cual quedan categorizadas de la siguiente manera:

Categoría 1= 0 brácteas aparentemente atacadas

Categoría 2= 1-3 brácteas aparentemente atacadas

Categoría 3= > 3 brácteas aparentemente atacadas

Para determinar la asociación entre las categorías de número de especies y la categoría del número de brácteas se realizó un análisis de tablas de contingencia usando las frecuencias observadas para las distintas categorías, definiendo para ello los niveles de infestación y/o umbrales de infestación (Cuadro 3).

Cuadro 3 Categorización de brácteas infestadas según su nivel de infestación.

NIVEL DE INFESTACIÓN (NI)	BRÁCTEAS INFESTADAS (BI)
BAJO	0
MEDIO	1-3
ALTO	>3

4.4 Relación entre el número de brácteas de *A. purpurata* infestadas y permanencia de cochinillas en la inflorescencia después del proceso de lavado

En las inflorescencias de *A. purpurata* clasificadas por nivel de infestación antes del lavado, se observó en el segundo y tercer nivel de infestación el predominio de brácteas infestadas en el tercio basal de la inflorescencia. De igual manera, se observaron brácteas infestadas en el tercio medio de la inflorescencia para ambos niveles de infestación, pero en menor proporción que en el tercio basal (Figuras 6 y 7).

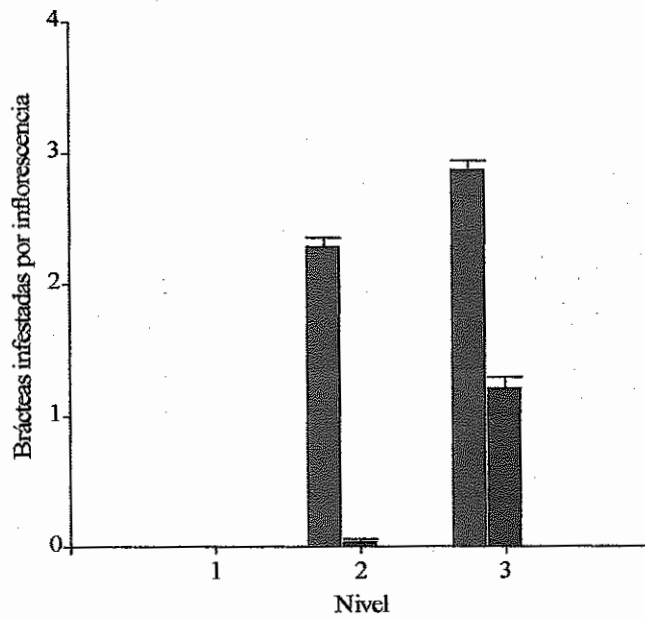


Figura 6 Promedio de brácteas de *A. purpurata* infestadas con cochinilla por cada nivel de infestación antes del lavado. Niveles de infestación detectados visualmente (1= brácteas cero infestación, 2= 1-3 brácteas infestadas, 3= mayor a 3 brácteas infestadas). T1= brácteas tercio basal, T2= brácteas tercio medio, T3= brácteas tercio apical.

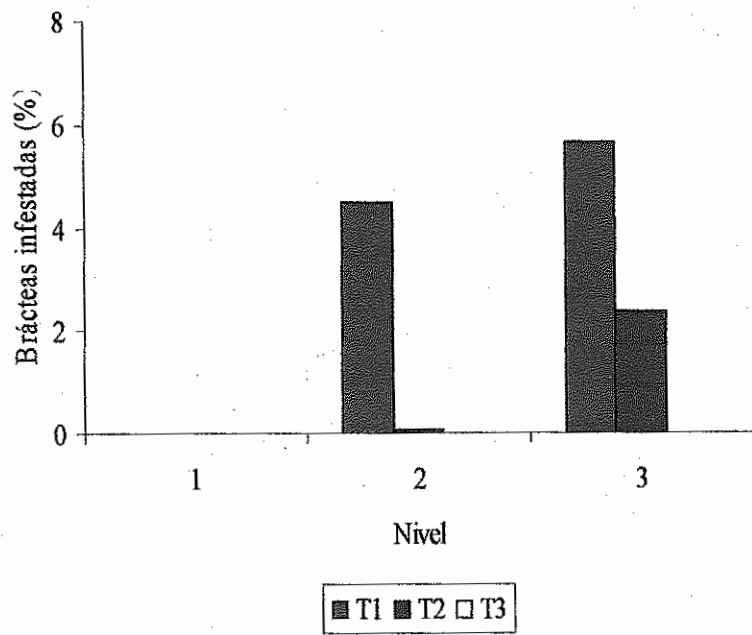


Figura 7 Porcentaje de inflorescencias de *A. purpurata* con brácteas infestadas con cochinillas en cada nivel de infestación antes del proceso de lavado. Niveles de infestación detectados visualmente (1= brácteas cero infestación, 2= 1-3 brácteas infestadas, 3= mayor a 3 brácteas infestadas). T1= brácteas tercio basal, T2= brácteas tercio medio, T3= brácteas tercio apical.

Luego del proceso de lavado los valores promedio de cochinillas colectadas en el cedazo, de acuerdo al nivel de infestación, fueron de 4,13, 6,24 y 16,16 cochinillas por inflorescencia para los niveles 1,2 y 3, respectivamente. Cabe destacar que también se recolectaron cochinillas en el cedazo aún en aquellas inflorescencias que se clasificaron visualmente en el nivel 1, tal como se observa en la Figura 8.

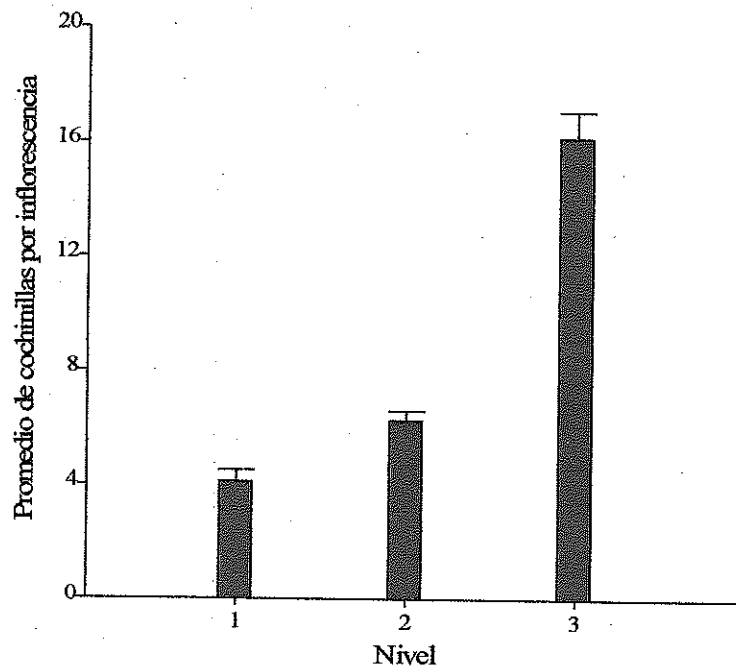


Figura 8 Promedio de cochinillas presentes en inflorescencias de *A. purpurata* clasificadas en los tres niveles de infestación. Niveles de infestación detectados visualmente (1= brácteas cero infestación, 2= 1-3 brácteas infestadas, 3= mayor a 3 brácteas infestadas).

En la Figura 9 se muestra la distribución porcentual del total de cochinillas provenientes de las 270 inflorescencias evaluadas y colectadas luego del proceso de lavado en el cedazo, distribuyéndose un 16%, 24% y 61% de cochinillas en los niveles 1, 2 y 3, respectivamente.

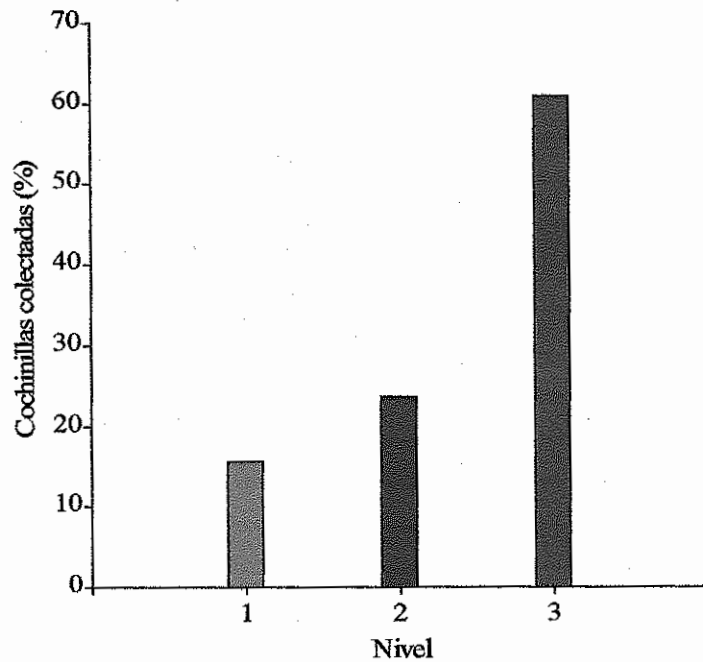


Figura 9 Distribución porcentual de cochinillas colectadas en el proceso de lavado, para cada nivel de infestación. Niveles de infestación detectados visualmente (1= brácteas cero infestación, 2= 1-3 brácteas infestadas, 3= mayor a 3 brácteas infestadas).

Luego del proceso de lavado, se obtuvo en el nivel 1 un 82,22% de inflorescencias infestadas con cochinilla (Figura 10).

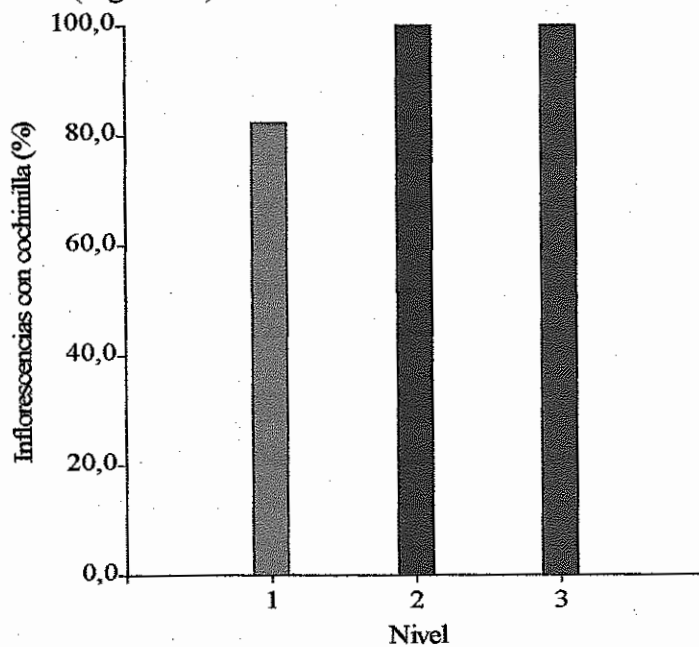


Figura 10 Porcentaje de inflorescencias de *A. purpurata* por nivel de infestación, en las que se detectó la presencia de cochinillas durante el proceso de lavado. (niveles determinados visualmente, previo al lavado: 1= brácteas cero infestación, 2= 1-3 brácteas infestadas, 3= mayor a 3 brácteas infestadas).

Al evaluar la eficiencia del proceso de lavado se obtuvo que un 4,4% de las inflorescencias presentaron cochinillas en los niveles de infestación 2 y 3 (Figura 11). En consecuencia, estas inflorescencias fueron devueltas para repetir el lavado.

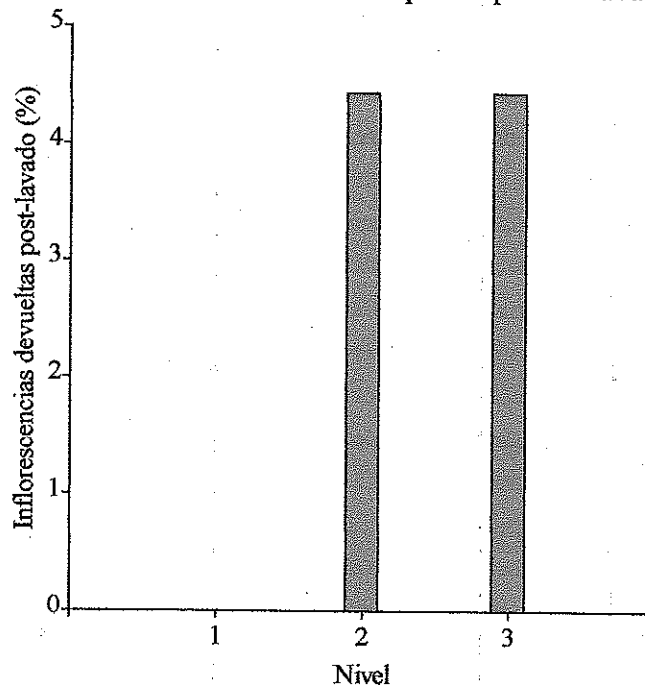


Figura 11 Porcentaje de inflorescencias de *A. purpurata* con cochinilla después del proceso de lavado para cada nivel de infestación. Niveles de infestación detectados visualmente (1= brácteas cero infestación, 2= 1-3 brácteas infestadas, 3= mayor a 3 brácteas infestadas).

4.5 Generación de mapas de distribución de la población de cochinilla

4.5.1 Patrón de distribución de la plaga en época seca y lluviosa

El sistema de mapeo de datos utilizando Surfer, logra evidenciar la distribución agregada de la población (Figuras 12 y 13). La representación gráfica de las características del paisaje evaluadas sobre la cuadrícula muestran una tendencia a la agregación de la población cochinillas en áreas con sombra y drenajes, aunque no todas las áreas de los lotes con estas características presentaron poblaciones altas del insecto. La generación de mapas de contorno permitió determinar que la agregación en puntos calientes persiste al cambiar la época; aunque en época seca los puntos calientes con hasta 100 cochinillas por inflorescencia (Figura 12), son más extensos que en la época lluviosa en donde las poblaciones bajan y los puntos calientes tienden a disminuir en su diámetro (Figura 13).

En la Figura 12 se muestra una mayor abundancia de cochinilla en las cercanías a características del paisaje como drenaje y sombra en tres puntos considerados como puntos calientes por ser donde se encontró una mayor agregación de insectos infestando a la inflorescencia, en la época seca, llegándose a encontrar desde 60 hasta un total de 90 cochinillas ubicados en las coordenadas 30,10 m; 30,50 m y 50,20 m de la cuadrícula del mapa.

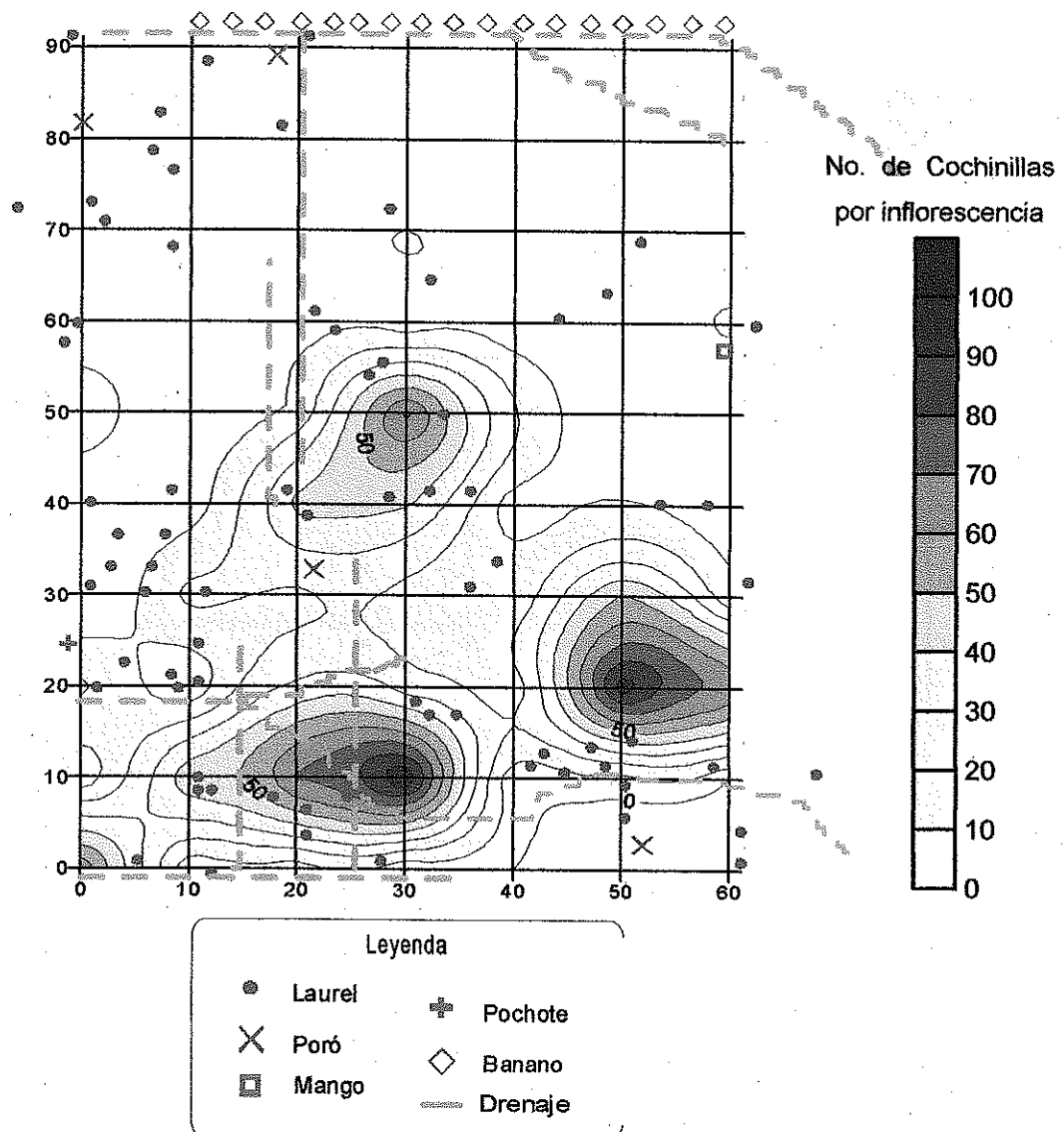


Figura 12 Distribución espacial de la población de cochinilla en lote de *A. purpurata* con sombra de laurel y drenaje en época seca.

En el mismo lote representado en la figura 12, pero, para la época lluviosa se observó que se mantienen aproximadamente los mismos puntos de la época seca, donde se localizan

las cochinillas pero en menor cantidad encontrándose hasta 10 individuos por inflorescencia (Figura 13).

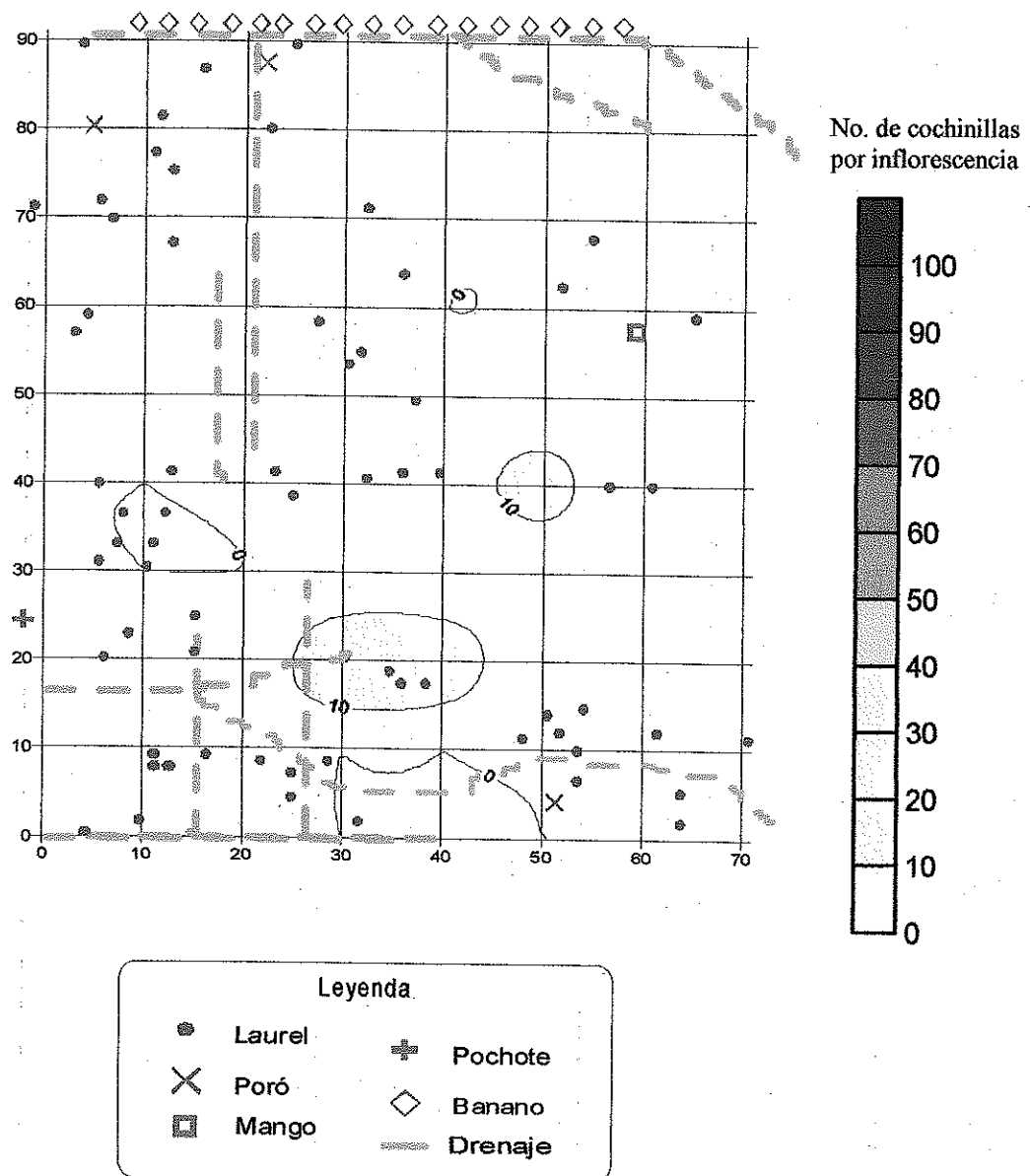


Figura 13: Distribución espacial de la población de cochinilla en lote de *A. purpurata* con sombra de laurel y drenaje en época lluviosa.

Por otro lado se observó un comportamiento completamente opuesto en otro lote muestreado donde los puntos calientes detectados durante la época seca, con poblaciones de hasta 40 cochinillas por inflorescencia (Figura 14) desaparecieron durante la época lluviosa apareciendo nuevos brotes al lado opuesto del lote con poblaciones similares a las observadas durante la época seca (Figura 15).

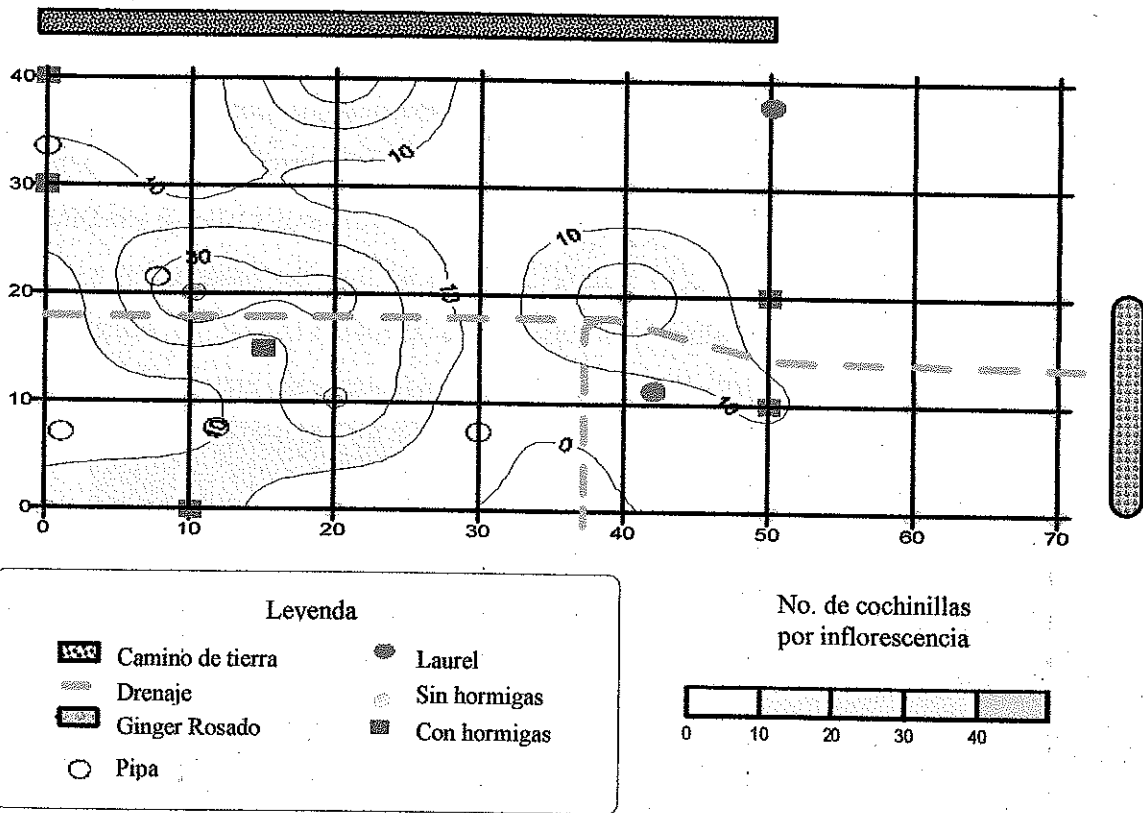


Figura 14: Distribución espacial de la población de cochinilla en lote de *A. purpurata* a plena exposición solar en época seca.

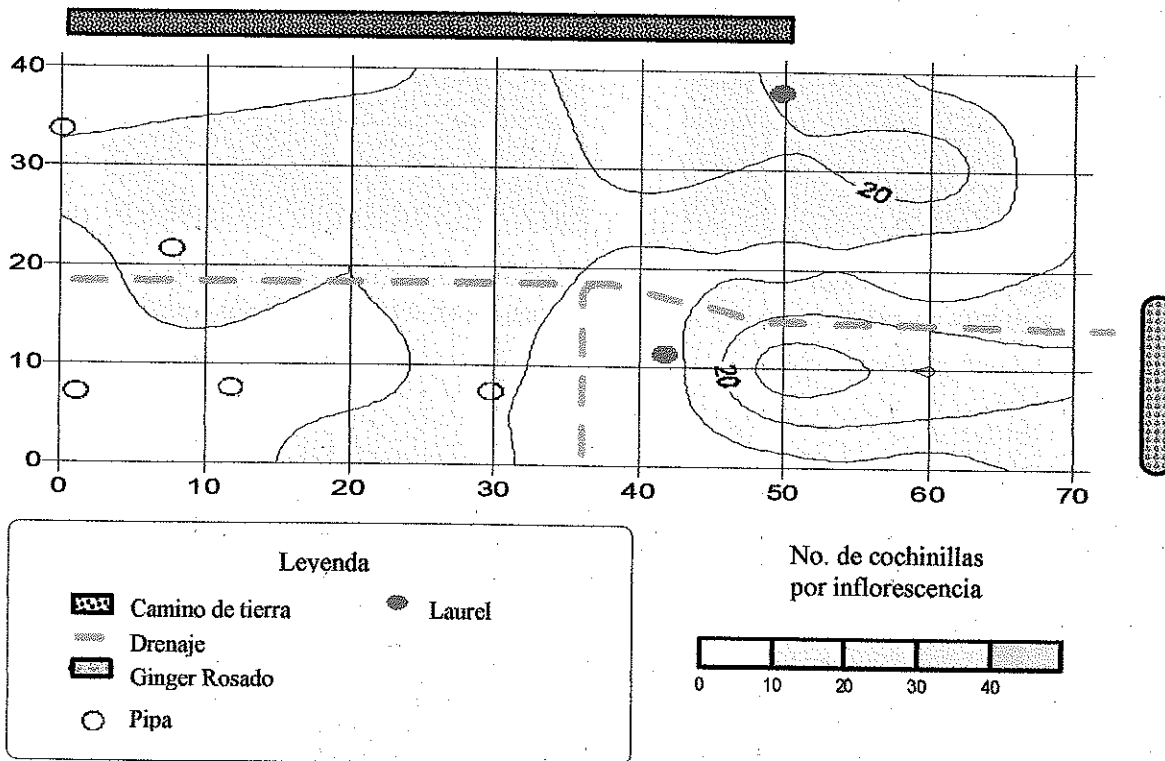


Figura 15: Distribución espacial de la población de cochinilla en lote de *A. purpurata* a plena exposición solar en época lluviosa.

4.5.2 Influencia de cultivos aledaños

La mayor concentración de la población de cochinillas en el cultivo de *A. purpurata* se observó en las cercanías a las bandas de malezas establecidas *Lantana camara*, *Melanthera aspera* y *Amaranthus* spp., como albergue de biodiversidad benéfica (Figura 16) y en las proximidades del cultivo de piña (Figura 17); lo que podría sugerir un gradiente de disminución de las poblaciones dentro del lote evaluado en la medida que haya mayor separación con estas características del paisaje (Figura 18).

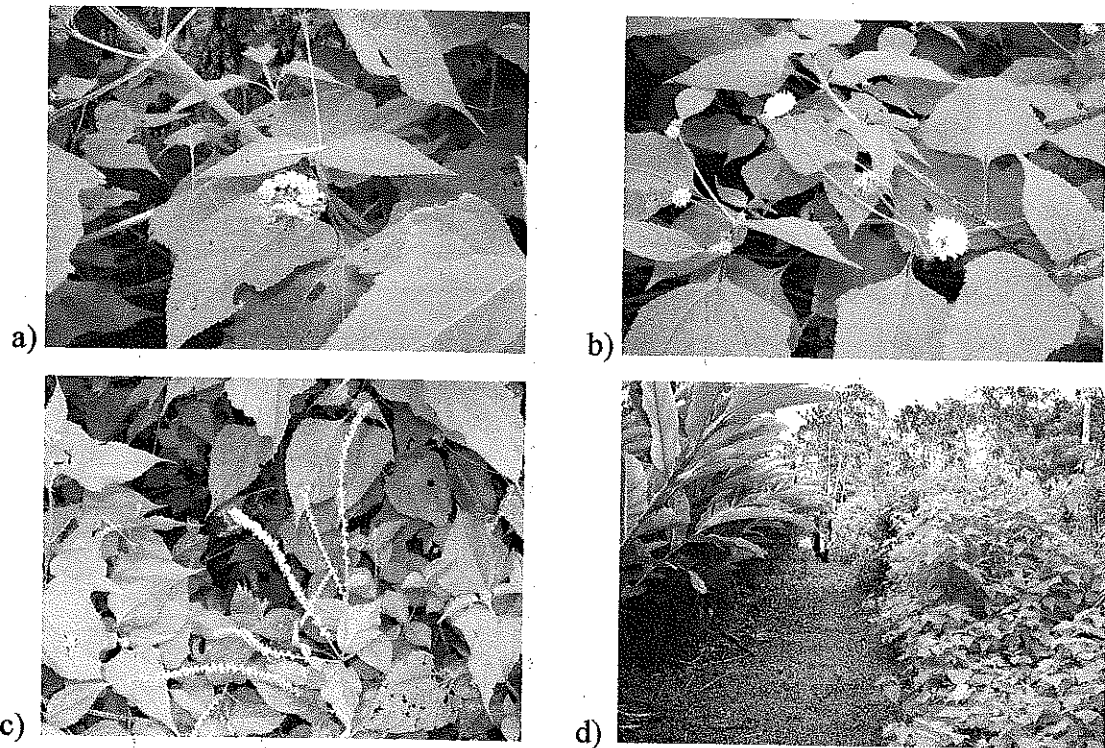


Figura 16: bandas de malezas establecidas a) *Lantana camara*, b) *Melanthera aspera*, c) *Amaranthus* spp. y d) cultivo de *A. purpurata* rodeado por bandas de malezas.



Figura 17 Cultivo de piña cercano al cultivo de *A. purpurata*

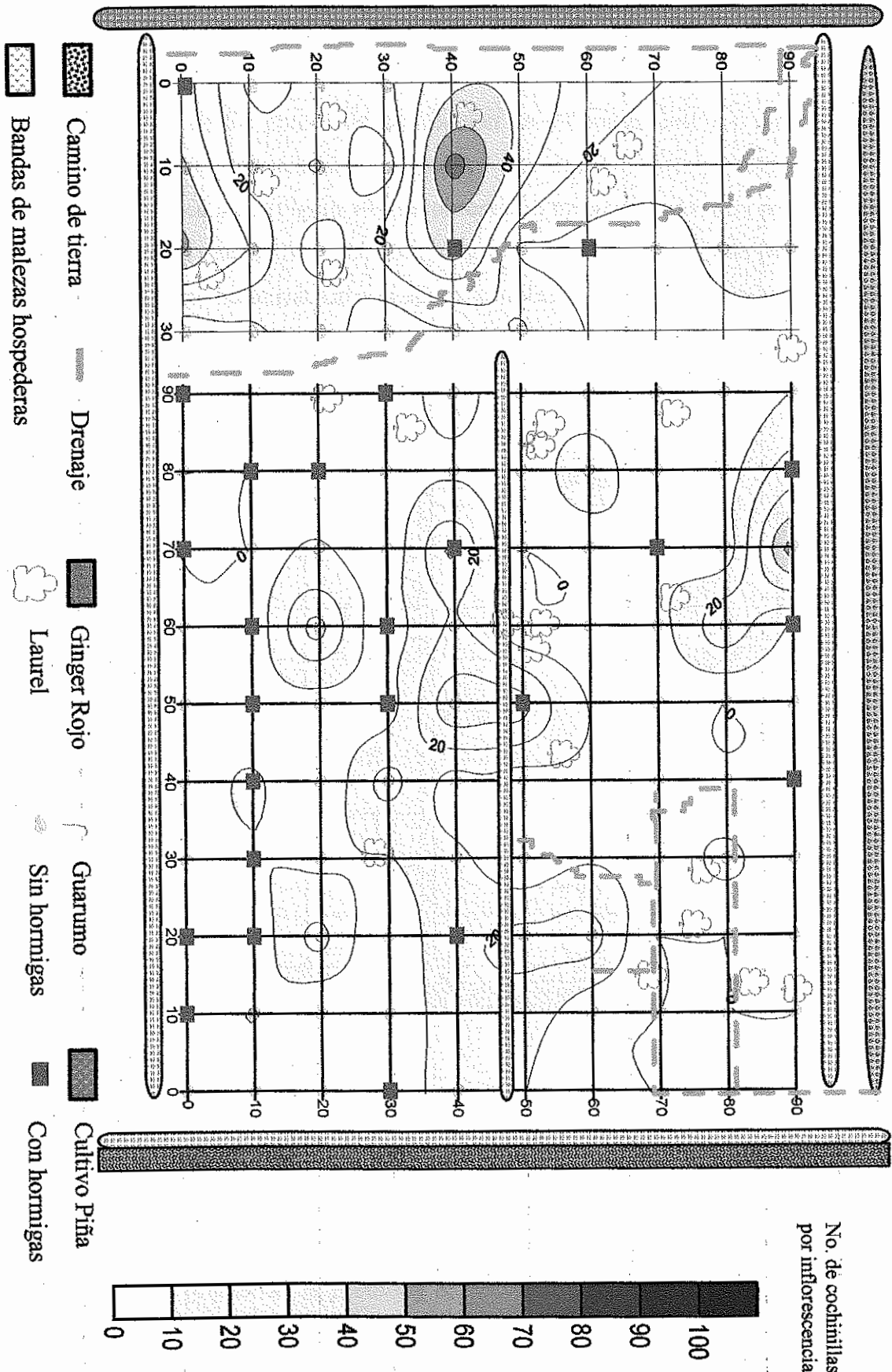


Figura 18 Distribución espacial de la población de cochinitilla en 2 lotes rodeados con bandas de malezas y cultivo de piña, en época seca.

4.5.3 Relación de las hormigas con la distribución de la población

La sobreposición de los puntos de distribución de inflorescencias con presencia de hormigas y la distribución de cochinillas no mostró una relación directa entre estas dos variables. Durante la época seca (Figura 19). Se observaron muchos puntos con presencia de hormigas en algunos lotes pero no de cochinillas, al igual que puntos calientes de población de cochinillas sin presencia de hormigas. En esta época, para los lotes representados en la Figura 19, la mayor concentración de cochinillas se observó hacia los bordes colindantes con bandas de malezas manejadas como hospederas de entomofauna benéfica y hacia uno de los bordes colindantes con otro lote de *A. purpurata*.

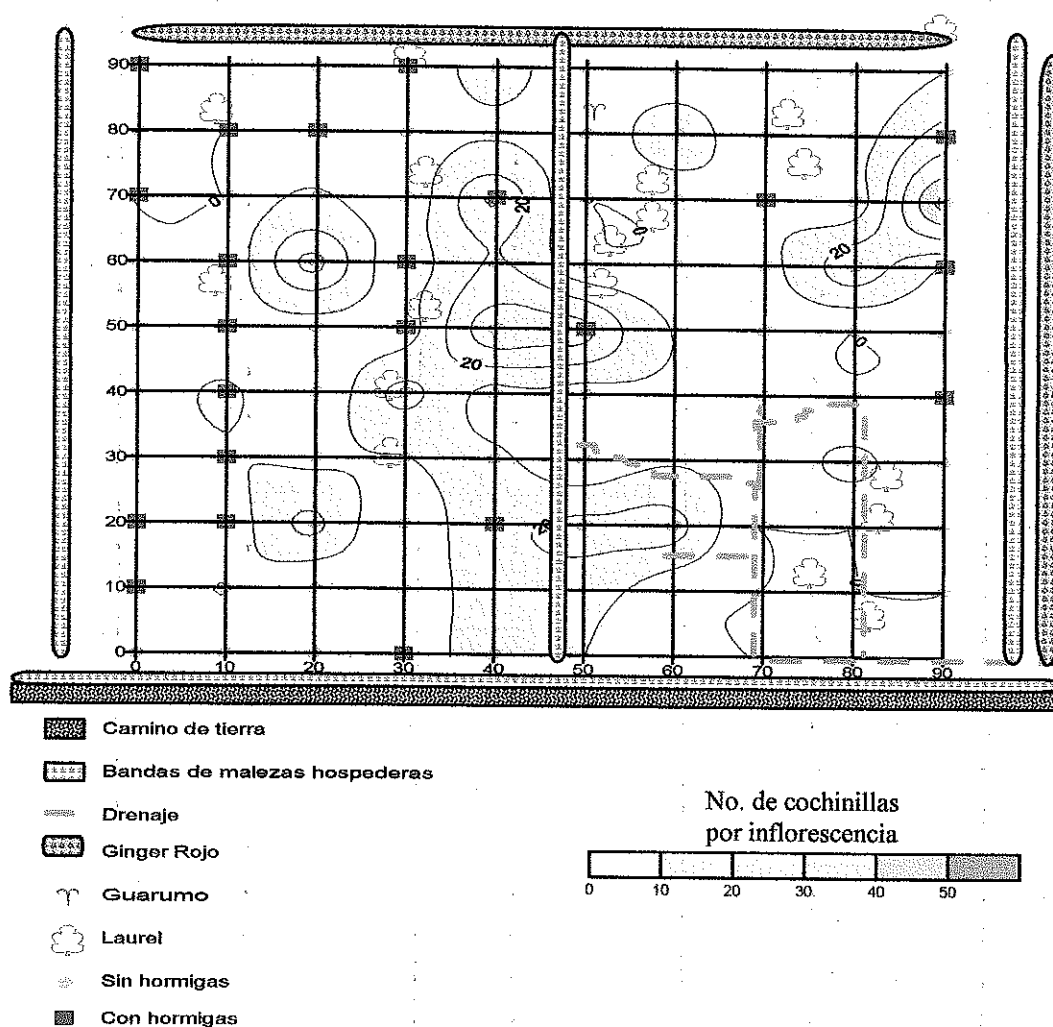


Figura 19: Distribución espacial de la población de cochinilla en lote de *A. purpurata* a plena exposición solar en época seca.

Para la época lluviosa se presentó una disminución en la población de cochinilla y en el número de puntos calientes en el lote. La población máxima observada fue de 30 cochinillas por inflorescencia manteniendo la tendencia de concentración hacia los bordes con maleza manejada y lote vecino de *A. purpurata*. Para esta época no se observaron hormigas sobre las inflorescencias (Figura. 20).

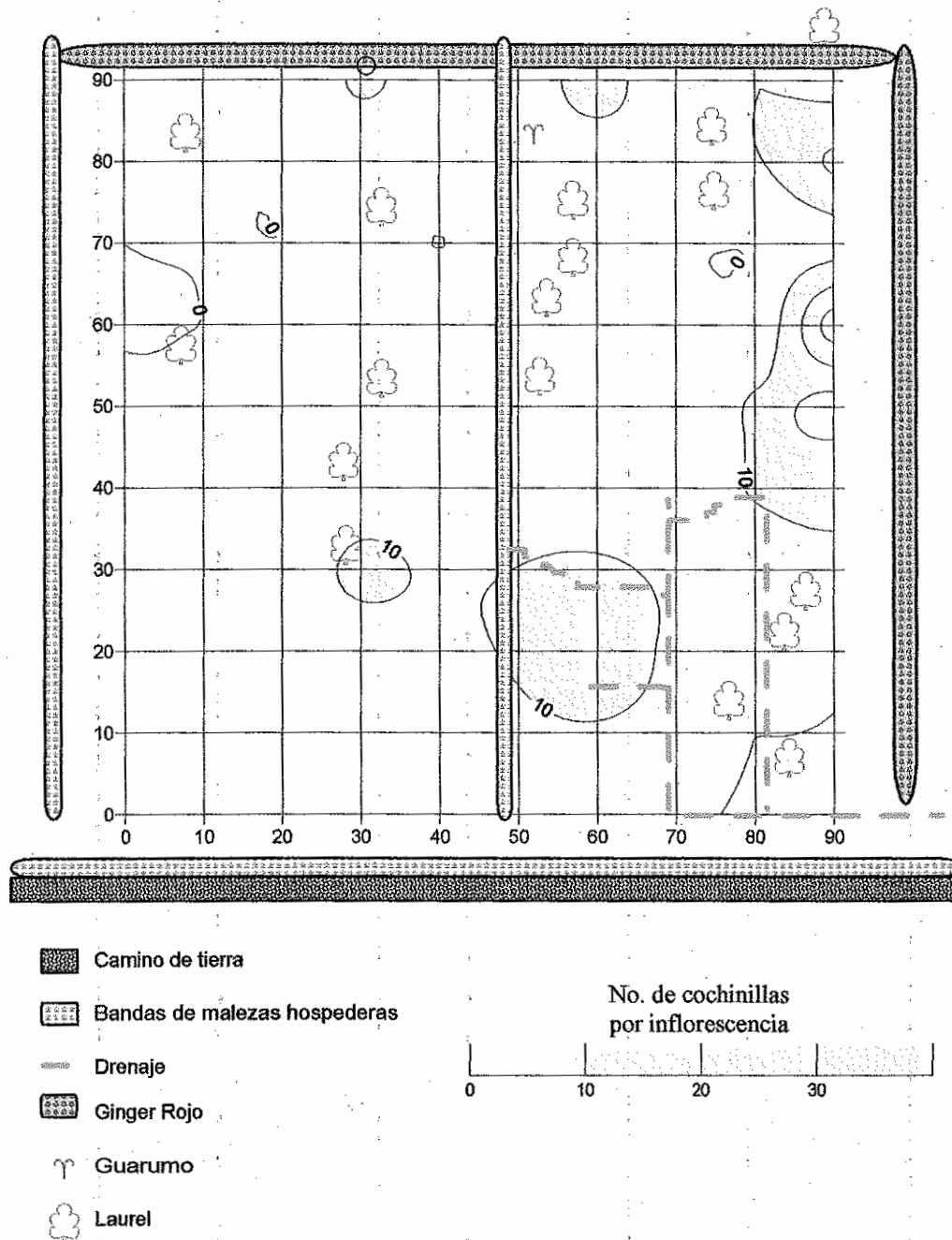


Figura 20: Distribución espacial de la población de cochinilla en lote de *A. purpurata* a plena exposición solar en época lluviosa.

4.5.4 Uso del número de cochinillas por inflorescencia y el número de brácteas con cochinilla para el mapeo de distribución espacial

Se observó una buena correspondencia en los mapas de contorno que grafican la ubicación espacial de los puntos calientes de la población de cochinillas a nivel de campo. El uso del número promedio de cochinillas por inflorescencia en muestreo con cuadrícula de 10 x 10 m presentó una división más definida entre los puntos calientes (Figura. 21) mientras que al generar el mismo mapa con datos del número de brácteas con cochinilla por punto de muestreo se observó las áreas consideradas como puntos calientes fueron un poco mas extensas pero el centro de origen y la orientación de los mismos coincidieron con los generados utilizando el número de cochinillas por inflorescencia (Figura 22).

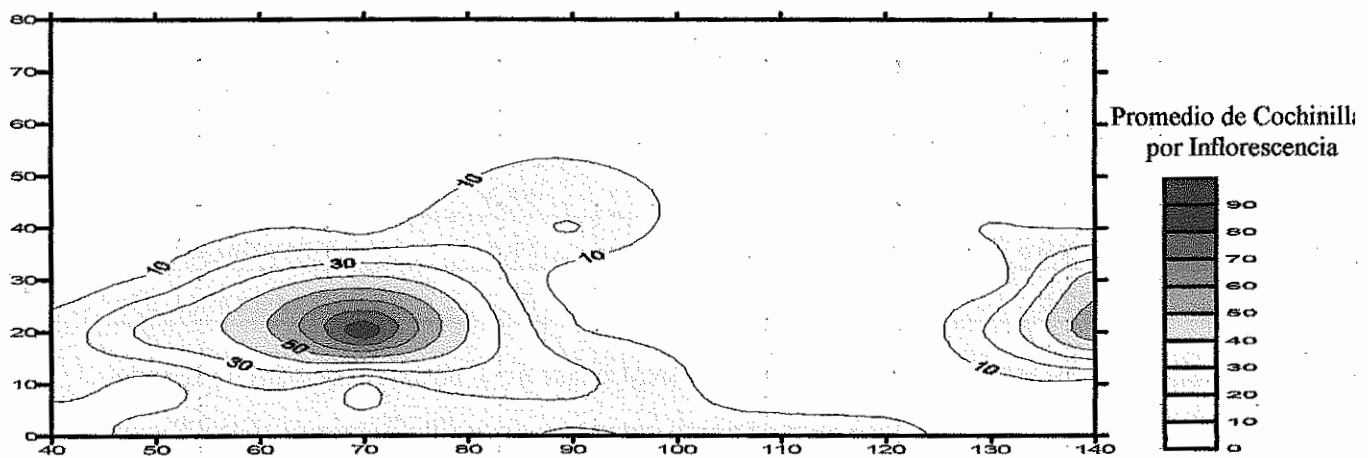


Figura 21: Distribución espacial de la población generada con el número promedio de cochinillas por inflorescencia.

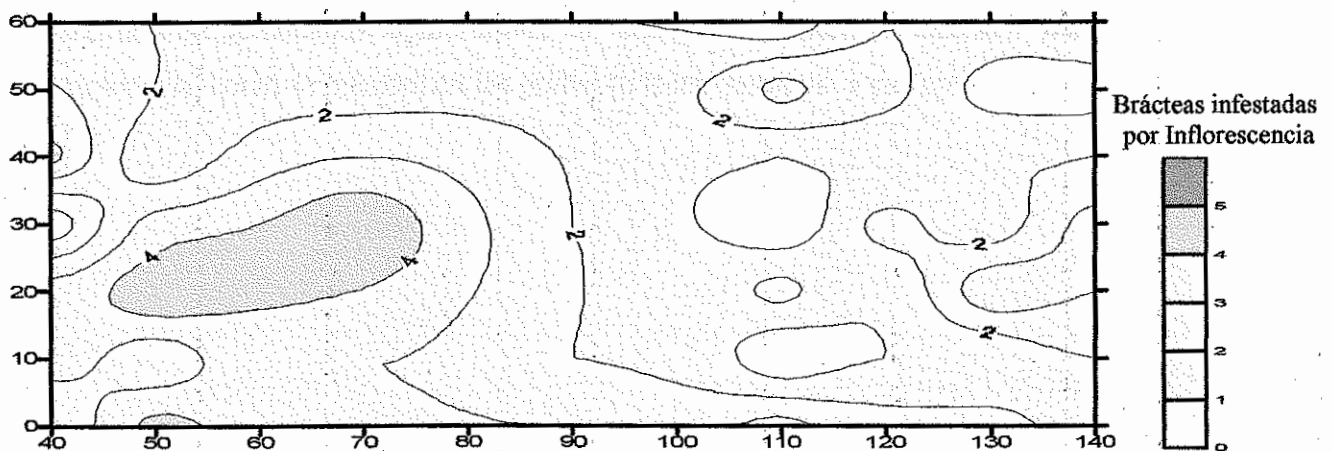


Figura 22: Distribución espacial de la población generada con el número promedio de brácteas por inflorescencia.

4.6 Determinación de la relación de características del paisaje con la distribución e incidencia de cochinillas en el cultivo de *A. purpurata*

El análisis del número de cochinillas por inflorescencia mostró que existe una relación positiva entre algunas características del paisaje y el patrón de distribución de infestación de cochinillas en el cultivo de *A. purpurata*.

Se observó un incremento de 3,73 a 6,04 cochinillas por inflorescencia en presencia de drenaje ($p < 0,04$) y de 3,58 a 6,54 en presencia de cercas vivas ($p < 0,01$); mientras que para el resto de las características evaluadas no hubo diferencias estadísticas ($p > 0,05$) (Cuadro 4).

Cuadro 4: Promedio de cochinillas por inflorescencia de *A. purpurata* en puntos de muestreo ubicados en lotes con presencia o ausencia de cinco características de paisaje.

CARACTERÍSTICAS DE PAISAJE	PROMEDIO DE COCHINILLAS		N	VALOR DE P
	PRESENTE	AUSENTE		
DRENAJE (DRE)	6,04	3,73	25	0,0444
SOMBRA (SO)	3,75	5,39	35	0,1041
CERCA VIVA (CV)	6,54	3,58	27	0,0130
CAMINOS (CA)	4,47	4,71	18	0,8369
BOSQUE RIPARIO (BR)	5,00	4,62	5	0,8569

Se analizó mediante prueba T la variable número de brácteas infestadas, observándose que existen diferencias significativas en presencia de cerca viva ($p = 0,0042$). Incrementándose el promedio de brácteas por inflorescencia de 1,3 en ausencia de cerca viva a 2,63 cuando están presentes. Por el contrario, se observó que para las características de paisaje como drenaje ($p = 0,1137$), sombra ($p = 0,2849$), caminos ($p = 0,9192$) y bosque ripario ($p = 0,9814$) no se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de brácteas infestadas por inflorescencia, como se muestra en las probabilidades descritas y sus promedios en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Número de brácteas de *A. purpurata* infestadas con cochinilla por punto de muestreo en presencia o ausencia de drenajes, árboles de sombra, cercas vivas, caminos y bosque ripario.

CARACTERÍSTICAS DE PAISAJE	PROMEDIO DE BRÁCTEAS INFESTADAS		N	VALOR DE P
	PRESENCIA	AUSENCIA		
DRENAJE (DRE)	2,22	1,49	25	0,1137
SOMBRA (SO)	1,55	1,97	35	0,2849
CERCA VIVA (CV)	2,63	1,30	27	0,0042
CAMINOS (CA)	1,81	1,77	18	0,9192
BOSQUE RIPARIO (BR)	1,76	1,78	5	0,9814

Dado que para la característica de paisaje cercas vivas se observaron diferencias significativas para la variable número de cochinillas ($p < 0,01$) y para la variable número de brácteas infestadas ($p < 0,0042$), se analizó esta característica disgregando las diversas cercas vivas presentes en los lotes de *A. purpurata* evaluados por época. Este análisis determinó que existen diferencias significativas ($p < 0,0362$) para la época seca en presencia de árboles de Poró *Erythrina* sp. (Cuadro 6).

Cuadro 6: Promedios de brácteas infestadas observadas en puntos de muestreo con presencia o ausencia de los diferentes tipos de vegetación clasificados como cercas vivas

CERCA VIVA	ÉPOCA	PROMEDIOS DE BRÁCTEAS INFESTADAS		N	VALOR DE P
		PRESENTE	AUSENTE		
MALEZAS	LLUVIOSA	0,59	0,80	2	0,3349
	SECA	2,45	2,36	3	0,9183
PALMA	LLUVIOSA	0,95	0,74	2	0,3441
	SECA	2,26	2,38	2	0,7546
MADERO NEGRO	LLUVIOSA	0,81	0,76	3	0,8001
	SECA	2,96	2,26	5	0,3691
PORÓ	LLUVIOSA	0,70	0,78	2	0,7490
	SECA	1,63	2,49	3	0,0362
ARECA	LLUVIOSA	1,17	0,73	2	0,0748
	SECA	2,23	2,39	3	0,8511

4.7 Evaluación del efecto de las prácticas de manejo aplicadas por los productores en el cultivo de *A. purpurata* sobre la presencia de las cochinillas

Las prácticas de manejo aplicadas por la mayoría de los productores en el cultivo de *A. purpurata* según la encuesta realizada son poda de mantenimiento, poda de saneamiento, fertilización química, fertilización orgánica, aplicación de fertilizante al suelo, aplicación de fertilizante foliar, aplicación de insecticida, control biológico y bandas de malezas intercaladas a 50 m en el cultivo como hospederos alternativos.

Se observaron diferencias significativas entre realizar la poda de mantenimiento ($p < 0,004$) aumentando en un 10,78% el porcentaje de brácteas libres de cochinillas en la inflorescencia con respecto a cuando no se realiza la práctica, al realizar la aplicación de insecticida químico ($p < 0,004$) aumentando de igual manera un 10,78%, la aplicación de fertilizante al suelo ($p < 0,0475$) aumentó en un 6,57%, la aplicación de fertilizante foliar ($p < 0,0001$) aumentó en un 12,04% y en otras prácticas ($p < 0,0001$) aumentó el porcentaje de brácteas libres de cochinillas en un 14,61% en la época lluviosa (Cuadro 7).

Cuadro 7: Porcentaje de brácteas libres de cochinillas en lotes con y sin aplicación de prácticas agrícolas en época lluviosa

Práctica	Aplicación	Brácteas sin cochinilla (%)	Número de lotes	Valor de <i>p</i>
Poda de mantenimiento	No	15,09	5	0,0004
	Si	25,87	10	
Insecticida químico	No	15,09	5	0,0004
	Si	25,87	10	
Insecticida biológico	No	25,87	10	0,0004
	Si	15,09	5	
Aplicación de fertilizante al suelo	No	16,99	5	0,0475
	Si	23,56	10	
Aplicación de fertilizante foliar	No	14,83	6	0,0001
	Si	26,87	9	
Otras prácticas	No	14,55	7	0,0001
	Si	29,16	8	

Al igual que en época lluviosa, en la época seca se observaron diferencias significativas entre realizar las prácticas agrícolas al cultivo o no ($p < 0,0001$). Sin embargo, para esta época disminuyó el número de brácteas libres de cochinillas. Poda de mantenimiento un 11,07%, aplicación de insecticida químico también un 11,07%, aplicación de fertilizante al

suelo un 12,39%, aplicación de fertilizante foliar un 8,56%. Esto puede deberse a que en esta época los niveles de infestación son mayores debido a que en sequía es ideal para iniciar el ciclo de reproductivo de estos insectos. Por el contrario al realizar las prácticas de liberación de controladores biológicos y otras prácticas los porcentajes de brácteas sin cochillas aumentaron en un 11,07% y 19,26%, respectivamente (Cuadro 8).

Cuadro 8: Porcentaje de brácteas libres de cochinitas en lotes con y sin aplicación de prácticas agrícolas en época seca

Prácticas	Aplicación	Brácteas sin cochinita (%)	Número de lotes	Valor de p
Poda de mantenimiento	No	22,33	8	0,0001
	Si	11,26	22	
Insecticida químico	No	22,33	8	0,0001
	Si	11,26	22	
Insecticida biológico	No	11,26	22	0,0001
	Si	22,33	8	
Aplicación fertilizante al suelo	No	24,15	5	0,0001
	Si	11,76	25	
Aplicación fertilizante foliar	No	19,72	11	0,0001
	Si	11,16	19	
Otras prácticas	No	11,04	21	0,0001

Con base en los resultados obtenidos, en el cuadro 9 se resumen por época las prácticas agrícolas favorables (+) y desfavorables (-) al cultivo de *A. purpurata* en función de la presencia o no de cochinitas en las inflorescencias.

*Cuadro 9: Relaciones de asociación entre categoría de infestación de brácteas y número de cochinitas en diferentes estadios con la aplicación o no de prácticas agrícolas en época seca y lluviosa en *A. purpurata*.*

CATEGORÍA	PRÁCTICA DE MANEJO DEL CULTIVO											
	PM		AF		AS		IQ		IB		OT	
	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S
B0	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+
NINFAS	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+
ADULTOS				-								-
ADULTOS/HUEVOS	-		-	-	-		-		+			-

Nota: PM= Poda de mantenimiento, AF= Aplicación fertilizante foliar, AS= Aplicación fertilizante al suelo IQ= Aplicación de insecticida químico, IB= Aplicación insecticida biológico, B0= brácteas sin infestación, + = Positiva, - = negativa, espacios vacíos= no cambia

5 DISCUSIÓN

La presente investigación encontró efectos de las características del paisaje y prácticas agrícolas sobre la población de cochinillas en el cultivo de *A. purpurata*. Así mismo, se determinó que existe relación entre el número de cochinillas presentes y la cantidad de brácteas infestadas, por lo cual, este último parámetro podría también tomarse en cuenta como indicador para la localización de las cochinillas en campo. El cultivo de *A. purpurata* es relativamente reciente por lo que existe poca información y se requiere de mayor investigación en cuanto al efecto de las prácticas agrícolas e incidencia de plagas en particular de las cochinillas.

5.1 Ubicación de las cochinillas en la inflorescencia

La mayor abundancia de cochinillas se observó en el tercio basal de la inflorescencia, siendo las brácteas del tercio basal las que poseen una mayor infestación con respecto a las de los tercios medio y apical. Esto podría deberse al hábito críptico de las cochinillas de alojarse entre las axilas de las hojas, brácteas y otras partes de la planta, para protegerse de cambios en el ambiente (sol y lluvia), de sus enemigos naturales y de la aplicación de insecticidas al cultivo (Ramos y Serna 2004). Sin embargo, 4,4% de las cochinillas fueron observadas en el tercio medio durante la época lluviosa y otro 4,4% se observó en las brácteas aún cerradas que se encuentran en el punto de crecimiento del tercio apical. En este caso las cochinillas observadas fueron ninfas de estadios iniciales las cuales pasan desapercibidas la inspección de la inflorescencia y no pueden ser eliminadas por medio del lavado. Estas cochinillas representan un riesgo a futuro, pues estas quedarán expuestas al abrirse las brácteas del punto apical de la inflorescencia, pudiendo ser visualizadas por los inspectores en los puestos de control sanitario y en consecuencia podrían ocasionar el rechazo del producto que se exporta a otros países por ende ocasionando el rechazo de la mercancía.

5.2 Influencia de prácticas agrícolas en la infestación de cochinilla en *A. purpurata*

El conocimiento de las prácticas agrícolas del cultivo de *A. purpurata* es de suma importancia ya que ejercen influencia sobre la abundancia de cochinilla y/o brácteas infestadas tanto para la época seca como para la lluviosa.

En el presente estudio se observó que la aplicación de las prácticas poda de mantenimiento, aplicación de fertilizante al suelo, aplicación de fertilizante foliar, uso de insecticida químico y siembra de bandas de malezas como hospedero de entomofauna benéfica disminuyeron la infestación de brácteas como la cantidad de ninfas en la época lluviosa, mientras que con la aplicación de insecticida biológico en esta época aumentó la infestación de brácteas. Por el contrario, para la época seca las mismas prácticas poda de mantenimiento, aplicación de fertilizante al suelo, aplicación de fertilizante foliar, insecticida químico y siembra de bandas de malezas como hospedero alternativo aumentaron los niveles de infestación tanto de brácteas como de cantidad de ninfas presentes en la inflorescencia.

La poda de mantenimiento aumenta la infestación en la época seca, lo cual puede ser debido a que al momento de realizarla existen mayores probabilidades de dispersión de las ninfas (por su menor tamaño y peso; debido a la disturbancia causada al cultivo al momento del corte de la inflorescencia; así como también puede deberse a otros factores como temperatura, humedad, viento, etc. Las cochinillas tienen una capacidad de reproducción y que varía de año en año haciendo mayor o menor el número de generaciones de la plaga en función de las condiciones climáticas, específicamente en cuanto a temperatura y humedad relativa se refiere. Como ejemplo, pueden ser de dos a seis el número de generaciones que se pueden producir según estas condiciones sean más o menos favorables (El mundo de los Ficus www.trajaplanta.com).

Las malezas en su mayoría son hospederas de diversos insectos plagas como la cochinilla así como también de enemigos naturales. La aplicación de podas al cultivo favorece una mayor dispersión de las poblaciones del insecto, de manera que estos insectos plagas no solo se concentran en el cultivo sino también en las raíces de las malezas, disminuyendo la incidencia del ataque al cultivo (Rodríguez 2003).

El aumento o disminución del número de brácteas sin cochinillas asociado a las prácticas agrícolas de cultivo fluctuó entre el 7 y el 19% y a su vez se observó que la época de aplicación influye invirtiendo a veces su efecto. Esto podría indicar que el manejo de la población de plaga debe ser mediante la combinación del uso de prácticas y que a su vez este manejo debería ser adaptado a la época, según sea seca o lluviosa. La época lluviosa parece tener un efecto propio en la disminución de poblaciones, lo que podría deberse al efecto físico de la lluvia lavando las cochinillas de la inflorescencia y a las mejores condiciones

microclimáticas para el desarrollo de enfermedades fungosas que puedan llegar a causar epizootias considerables.

5.3 Efecto de características del paisaje

En el presente estudio se observó la presencia de tres especies de cochinillas *D. brevipes*, *F. virgata* y *P. odermatti*. De los 30 lotes muestreados 10 se encuentran cercanos y/o rodeados de plantaciones de cultivo de piña. Según Castañeda (2003) el cultivo de piña es considerado hospedero primario de la cochinilla *D. brevipes*. Este pequeño insecto polífago de color blanco, se ubica en las axilas de las hojas inferiores de la planta, las raíces y en el fruto. Ataca succionando la savia de las plantas transmitiendo un virus que produce la marchitez de la planta. Se encuentra presente en mayor abundancia durante los periodos de floración, fructificación, postcosecha, estados vegetativos y de crecimiento (Castañeda 2003). La cochinilla ataca durante todo el ciclo del cultivo, chupando la savia de raíces, hojas y cavidades florales del fruto (Barrientos 1998). A pesar de los estudios de los autores antes mencionados, en esta investigación no se encontraron diferencias significativas entre los lotes que se encontraron cercanos al cultivo de piña y los más distantes. En consecuencia se requiere de mayor investigación al respecto, pues este factor podría ser una de las causas de la presencia de *D. brevipes* en el cultivo de *A. purpurata*.

Las características de paisaje reflejan la existencia de puntos calientes en donde se encuentran presentes drenajes y sombra, también estos puntos calientes se ven influenciados por la época del año, encontrándose una mayor abundancia de cochinilla en la época seca, ya que es en esta época cuando se tienen las condiciones óptimas para su reproducción.

Otros estudios realizados demuestran que hay mayores poblaciones de cochinilla en lotes expuestos al sol que a la sombra. Según Rodríguez (2003) al utilizar árboles de sombra en café *Coffea arabica* como el guaba *Inga* sp. y el poró *Erythrina* sp. que son hospederos de la cochinilla pero que aportan gran cantidad de materia orgánica, aumentan las poblaciones de microorganismos que podrían bajar las poblaciones de cochinilla. Lo que podría explicar el por qué al analizar en particular la característica de paisaje cerca viva se observa que la presencia de poró tiene influencia sobre el número de brácteas infestadas en la inflorescencia.

Rodrigo y García-Marí (1994) encontraron que la distribución de *A. aurantii* es uniforme en relación a los puntos cardinales considerando la densidad media anual de la

población, pero se observaron diferencias cuando se consideran ciertas épocas del año. Bodenheimer (1951) sugiere que la preferencia por determinadas condiciones de temperatura hacen que la cochinilla se localice en la parte interna y sombreada de la copa de los árboles en las regiones con temperaturas más elevadas, ocurriendo lo contrario en zonas más frías. Alexandrakis y Michelakis (1980) observaron una mayor abundancia de *A. aurantii* en el sector Sur (en el hemisferio Norte), sugiriendo que las larvas se fijan preferentemente en la parte más calurosa y soleada del árbol.

Carroll y Luck (1984) encontraron que las densidades fueron relativamente menores en el sector Sur y en la parte superior de los árboles, especialmente durante y después del verano. Sugieren que las larvas móviles evitan las secciones más expuestas durante los meses más cálidos o las condiciones microclimáticas son desfavorables para la sobrevivencia, crecimiento y reproducción de la cochinilla. De manera similar, Samways (1985) observó una menor densidad poblacional en la parte Norte de la copa (en el hemisferio Sur), sugiriendo que la luz puede tener alguna influencia y causar mayor mortalidad.

5.4 Lavado en poscosecha

El conocimiento de la eficiencia de lavado de las inflorescencias a nivel de empacadora es de suma importancia para determinar la cantidad de cochinillas presentes en la inflorescencia y el total de brácteas infestadas que se observan luego de realizarlo. En el presente estudio se observó que la mayoría de las cochinillas se encuentran ubicadas en el tercio basal. Sin embargo, en los tercios medio y apical también se encontró un porcentaje de infestación de 4,4% en cada tercio. Asimismo, se observó la importancia de este indicador ya que al momento de realizar el lavado de la inflorescencia solo se realiza en el tercio basal, que si bien es cierto es donde se concentra la mayoría de las cochinillas, también es cierto que sumando la porción de brácteas infestadas de la parte media con la parte apical se obtuvo un 8,8% de infestación de las inflorescencias el cual es mayor que el 2% de infestación permitido por los inspectores para no rechazar la mercancía. Convirtiéndose este proceso en un punto clave en el manejo postcosecha y determinante en la calidad del producto a ser exportado.

6 CONCLUSIONES

- Las especies de cochinilla encontradas en los lotes muestreados de *A. purpurata* fueron *Dysmicoccus brevipes*, *Ferrisia virgata* y *Pseudococcus odermatti*.
- El muestreo sistemático permitió obtener información sobre la distribución espacial en campo de la abundancia de cochinilla.
- El número de brácteas infestadas es buen indicador de los niveles de infestación, ya que el conteo de brácteas infestadas, facilita el análisis pudiendo ser más eficientes en esta labor a nivel de campo, disminuyendo el tiempo al momento de procesar los datos.
- La mayor abundancia de cochinilla se observó en el tercio basal de la inflorescencia de *A. purpurata*.
- La abundancia de cochinilla en el cultivo de *A. purpurata* se ve afectada considerablemente por la época del año siendo mayor en la época seca y menor en la época de lluvia.
- Se definieron umbrales de acción de acuerdo a los niveles de infestación. Siendo B0= cero brácteas visiblemente afectadas, B1-3= entre 1 y 3 brácteas infestadas, B>3= mas de 3 brácteas infestadas.
- La abundancia de cochinilla en el cultivo de *A. purpurata* se ve afectada considerablemente con la presencia de árboles de poró *Erythrina* sp., siendo menor el número de brácteas infestadas cuando la cerca viva esta presente para la época seca.
- Las prácticas agrícolas que disminuyeron el número de brácteas infestadas en el cultivo de *A. purpurata* fueron poda de mantenimiento, aplicación de fertilizante al suelo, aplicación de fertilizante foliar, uso de insecticida químico y el uso de insecticida biológico en la época lluviosa.
- Las prácticas agrícolas que aumentaron el número de brácteas infestadas en el cultivo de *A. purpurata* fueron poda de mantenimiento, aplicación de fertilizante al suelo, aplicación de fertilizante foliar, uso de insecticida químico y el uso de insecticida biológico en la época seca.
- La siembra de bandas de malezas intercaladas dentro del cultivo de *A. purpurata* como hospederos alternativos de entomofauna benéfica fue la práctica agrícola que contribuyó a disminuir el número de brácteas infestadas tanto en la época lluviosa como en la época seca.

- La poda de mantenimiento, aplicación de fertilizante al suelo y foliar y el uso de insecticida químico aumentaron la población de ninfas de cochinillas en el cultivo de *A. purpurata* durante la época seca.
- Los mapas de distribución espacial de las cochinillas en *A. purpurata* evidencian que los puntos calientes se encuentran asociados a la presencia de drenajes y sombra en el cultivo.

7 RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda:

- El cultivo de *A. purpurata* es relativamente reciente, por lo cual existe poca información y se requiere de mayor investigación en cuanto a prácticas de manejo y plagas existentes en el mismo en particular de las cochinillas. Estudios taxonómicos podrían contribuir en la descripción de especies presentes y desconocidas de manera de facilitar el conocimiento del comportamiento de la plaga.
- Realizar la revisión de brácteas de *A. purpurata* en posibles puntos calientes cercanos a drenajes, sombra y cercas vivas, ya que en estos puntos es más factible encontrar una mayor abundancia de cochinilla.
- Utilizar los umbrales de acción para determinar el grado o nivel de infestación del cultivo de *A. purpurata*.
- La aplicación de una estrategia de muestreo combinando las prácticas agrícolas en la época seca y otra en la época lluviosa, para disminuir la abundancia de las cochinillas en el campo.
- Realizar estudios de las cochinillas presentes en las raíces de *A. purpurata* y evaluar su posible efecto sobre su incidencia en las inflorescencias.
- Considerar la eliminación de los residuos de las podas del cultivo de *A. purpurata* y utilizarlos para la elaboración de compost.
- Evaluar que incidencia tiene la profundidad de los drenajes sobre la infestación de cochinillas.
- Realizar estudios más detallado de las cercas vivas de poró *Erythrina* sp. circundantes al cultivo de *A. purpurata* y evaluar su efecto sobre su incidencia en la abundancia de cochinilla.

- Estudiar la influencia de la cercanía del cultivo de piña como hospedero primario de *D. brevipes* sobre la incidencia de cochinillas en *A. purpurata*.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. 1992. Aspectos generales en la producción de la flor ginger. Guácimo, CR. 8 p. (Mimeo).
- Alexandrakis, V.; Michelakis S. 1980. Distribution d' *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hom. Diaspididae) en fonction de son emplacement sur l'arbre et de la variété d'agrumes en Crète. Fruits 35: 639-644.
- Asplanato, G.; García-Marí, F. 2002. *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) Influencia del clima y sus poblaciones en la zona citrícola sur de Uruguay. Bol. San. Veg. Plagas.
- Báez-Sañudo, M.; Siller, J.; Muy, D.; Araiza, E.; Contreras, L.; Sañudo, A. 2002. Smartfresh™: Una novedosa tecnología para extender vida de anaquel en tomate. "XXXII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ATAM)" (2002); Uruapan, Michoacán México.
- Barrientos, R. 1998. Eficacia de insecticidas microbiales, nim, jabón para el control de *D. brevipes* (Homoptera:Pseudococcidae) en piña orgánica en el Lago de Yojoa Honduras. Manejo Integrado de Plagas en cultivos no tradicionales de exportación.
- Betts, H.; Derosé R. 1999. Digital elevation models as a tool for monitoring and measuring gully erosion. International J. Applied Earth observ. and Geoinformation 1 (2):91-100.
- Bodenheimer, F.S. 1951. Citrus Entomology. Ed. Dr. W. Junk. The Hague, The Netherlands.
- Bosque, S.J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp. Madrid.
- Burrough, P. 1988. Principles of Geographical Information Sistemas for Land Resources Assessment. Clarendon press. Oxford.
- Cárdenas, J. 2003. Cochinillas (Homoptera: Pseudococcidae) del banano en Urabá (Antioquia): reconocimiento y manejo. CONGRESO DE LA SOCIEDAD

COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA: RESÚMENES (2003: CALI). Cali: Socolen., p. 85-86.

Castañeda, P. 2003. *Manual Técnico Seminario Sobre Producción y Manejo Post Cosecha de La Piña para la Exportación.*

Carroll, D.P.; Luck, R.F. 1984. Within-tree distribution of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera; Diaspididae), and its parasitoid *Comperiella bifasciata* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) on orange trees in the San Joaquin Valley. *Environ. Entomol.* 13:179-183.

Castillo, E. 1990. Plantas ornamentales de follaje. Fertilizantes de Centroamérica (FERTICA). CR. 40 p.

Chang, B; Criley, R. 1993. Clonal propagation of pink ginger *in vitro*. *HortScience* 28:1203

Chinchilla, E. 1987. Atlas Cantonal de Costa Rica. San José, CR, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM) 396 p.

Cochrane, T.; Sánchez L. 1981. Clima, paisaje y suelos de las sabanas tropicales de Suramérica. *Interciencia.* 6 (4):239-244.

De By, R; Knippers, R; Sun, Y; Ellis, M; Kraak, M; Weir, M; Georgiadou, Y; Radwan, M; Van Westen, C; Sainz, W; Sides, E. 2000. Principles of geographic information systems. Ed. R.A. de By. Enschede, The Netherlands, ITC. 232 p.

Dennis, G. 1989. *Alpinia purpurata*: a native of the Salomon Island. *Bulletin Heliconia Society International* 1:12.

Domínguez, F; Tejero, G. 1976. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Madrid, ES, Dossat. p. 621-641.

Eroschat, T. y Donselman H. 1988. Production and postharvest culture of red ginger in South Florida. *Proceedings Florida State Horticultural Society* 101:326-327.

- Gallego, F. y Vélez, R. 1992. Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas, forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia. Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 142 p.
- González, M.; Mogollón, N. 2001. Fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia en plantas de *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. "Jungle King" provenientes de cultivo *in vitro* y de sección de rizoma. Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia 18:124-134.
- Hata, T; Hara, A; Jang, E; Imaino, B; Tenbrink, V. 1992. Pest management before harvest and insecticidal dip after harvest as a systems approach to quarantine security for red ginger. Journal Economical Entomology 85(6):2310-2316.
- Hata, T; Hara, H. 1992. Evaluation of insecticides against pests of red ginger in Hawaii. Tropical Pest Management 38(3):234-236.
- Hansen, J; Chan, H; Hara, A; Tenbrink, V. 1991. Phytotoxic reaction of Hawaiian cut flowers and foliage to hydrogen cyanide fumigation. HortScience 26(1):53-56.
- Hansen, J. 1993. Field phenology of red ginger, *Alpinia purpurata*. Proceedings Florida State Horticultural Society 106: 290-292.
- Hunter, M. 2002. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. Agricultural and Forest Entomology 4:159-166.
- INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad). 1998. Manual de Plantas de Costa Rica (en línea). Santo Domingo de Heredia, CR, INBIO. Consultado 26 nov. 2005. Disponible en (http://www.inbio.ac.cr/papers/manual_plantas/index.html#).
- Kogan, M; Shenk, M. 2002. Conceptualización del manejo integrado de plagas en escalas espaciales y niveles de integración más amplios. Manejo Integrado de Plagas 65:34-42.

- Kondo, T. 2001. Las cochinillas de Colombia (Hemiptera: Coccoidea). *Biota Colombiana*. 2 (1): 31-48.
- Le Pelley, R. 1973. Las plagas del café. Barcelona, ES, Labor. p. 397-455.
- López M., J.; Sánchez, J.; Andressen, R. 2001. Comparación de varios métodos para la representación cartográfica de información climática en zonas altas del estado Lara-Venezuela. *Bioagro* 13 (1): 39-46.
- McCullough, D.; Sadoff, C. 1998. Evaluation of an integrated pest management compliance program for *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) in pine Christmas tree fields. *Journal Economical Entomology* 91:785-795.
- ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA. 2000. Identificación de insectos de la Superfamilia Coccoidea con énfasis en Cochinilla Rosada *Maconellcoccus hirsutus* Green. Guatemala: OIRSA, 64 p. (Manual Técnico).
- Padilla, M. 2000. Bioecología de la cochinilla rosada y su riesgo de ingreso en Honduras. *Manejo Integrado de Plagas* 57: 10-22.
- Procomer (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica). 2004a. Posicionamiento y concentración del sector exportador (en línea). Enlace Mundial. Marzo 2004. Consultado 8 dic. 2005. Disponible en: http://www.procomer.com/publicaciones/enlace_mundial/marzo_2004/index.cfm?queHacer=loadPage&page=posicionamiento.
- Procomer (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica). 2004b. Una flor para la UE. El alto consumo de flores, plantas y follajes en Europa abre espacio para las exportaciones nacionales (en línea). Enlace Mundial. Agosto 2004. Consultado 15 dic. 2005. Disponible en: http://www.procomer.com/publicaciones/enlace_mundial/agosto__2004/index.cfm?queHacer=loadPage&page=plantas_flores.

- Procomer (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica). 2004c. Costa Rica: Meta de Exportaciones 2010-2015 (en línea). Consultado: 1 Dic. 2005. Disponible en: <http://www.procomer.com/Documentos/Costa%20Rica%20meta%20exportadora%2010-2015.pdf>.
- Ramírez, M. 1994. Análisis de la producción y del manejo postcosecha del ginger *Alpinia purpurata* (Vieill) K. Schum. en una finca del trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Guácimo, CR, EARTH. 33 p.
- Ramos, A; Serna, F. 2004. Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae). Revista de la Facultad Nacional de Agronomía 57(2) (en línea). Consultado 19 Dic. 2005. Disponible en: <httpwww.agro.unalmed.edu.copublicacionesrevistadocsArt.Coccoidea%203.pdf>
- Rodrigo, E. y F. García-Marí. 1994. Estudio de la abundancia y distribución de algunos cocidos diaspididos de cítricos. Bol. San. Veg. Plagas 20: 151-164.
- Rodríguez, L. 2003. Plagas Insectiles del Cafeto *Coffea arábica* que atacan la raíz de la planta .Oficina Regional Valle Occidental, ICADE Año 3, Bol. Número 3, Julio del 2003, Naranjo, Alajuela, Costa Rica).
- Samways, M.J. 1985. Relationship between red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae), and its natural enemies in the upper and lower parts of citrus trees in South Africa. Bull. ent. Res. 75: 379-393.
- SFE (Servicio Fitosanitario del Estado). 2005. Innovación tecnológica para la generación de material propagativo sano de *Dracaena* spp. para el mercado de exportación estadounidense. San José, CR. 41 p.
- Steel, R; Torrie, H. 1996. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. R. Martínez. 2 ed. México, MX, McGraw-Hill. 622 p.

SYSTEMATIC ENTOMOLOGY LABORATORY. Scale insects : general information.

Disponible en Internet: www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm 2003.

Tscharntke, T., Brandle R. 2004. Plant-Insect interactions in fragmented landscapes. *Ann. Rev. Entomol.* 49:405-430

Williams, D; Granara de Willink, M. 1992. Mealybugs of Central and South America. London, UK, CAB International. 635 p.

Anexo 1: Encuesta realizada en taller a productores de *A. purpurata*.

1. Identificación de la Finca

Nombre y Apellidos propietario: _____

Nombre de la Finca: _____ Ubicación: _____

Tamaño de la Finca: _____ ha Superficie total dedicada a cultivos: _____ ha

2. Información del cultivo

Superficie total para el cultivo de *Alpinia*: _____ ha

Variedad: _____ Densidad: _____

Edad del cultivo: _____ Cosecha/mes: _____

3. Venta del producto

Tipo de producto para la comercialización: _____

Exportación directa Provee a empresa exportadora Mercado nacional

4. Manejo de la Finca

4.1 Plantas

Saneamiento Frecuencia: Sem Mes Otro: _____



Poda



Mantenimiento Frecuencia: Sem Mes Otro: _____

4.2 Manejo de desechos

Se quedan en campo Retiran del cultivo Compostan

4.3 Fertilización

Las aplicaciones se realizan en base a

Análisis foliar y de suelo Aplicación calendarizada Asesoría

Orgánica Suelo Foliar Frecuencia: _____

Tipo

Química Suelo Foliar Frecuencia: _____

Aplicación de micro y/o macronutrientes, Cuales ? : _____

4.4 Control de Plagas

Las aplicaciones se realizan en base a

Monitoreo

Aplicación calendarizada

Asesoría

Química: Insecticidas

Fungicidas

Frecuencia: _____

Tipo

Biológica: Hongos

Parasitoides

Depredadores

Frecuencia: _____

Biorracional: Aceites

Jabones

Extractos botánicos

Frecuencia: _____

5. Control de Malezas

Chapia

Chapia + Herbicidas

Herbicidas

6. Manejo de Post-cosecha

Limpieza del material que ingresa: Agua

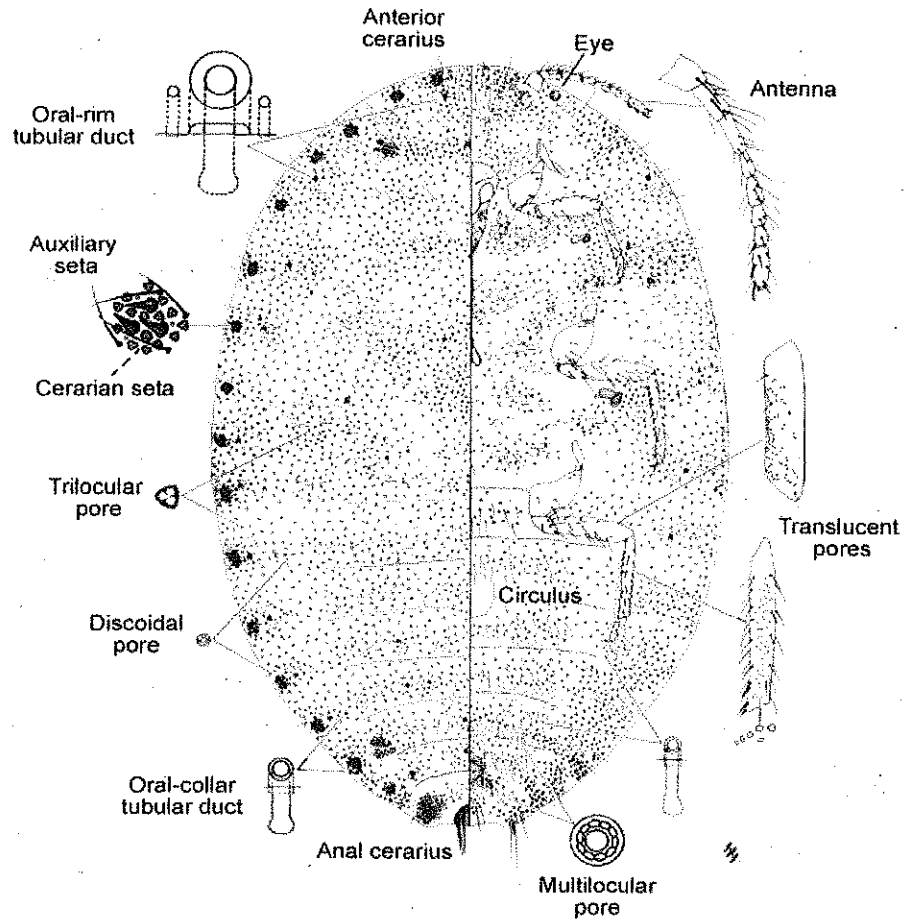
Agua + Insecticida

Gracias por su colaboración.

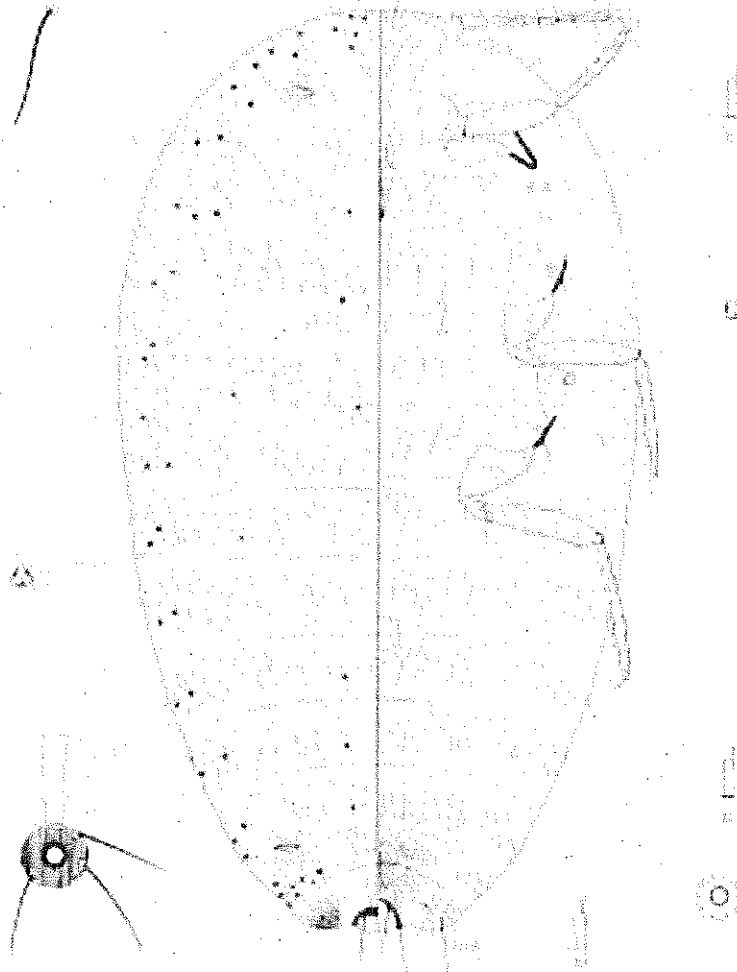
Anexo 2: Esquemas morfológicos de *D. brevipes*



Anexo 3: Esquemas morfológicos de *P. odermatti*.



Anexo 4: Esquemas morfológicos de *F. virgata*.



Anexo 5: Cuadro resumen de significancias encontradas para las prácticas agrícolas del cultivo de *A. purpurata*, de las brácteas infestadas y en la abundancia de cochinillas en época lluviosa.

Prácticas	Ninfas	Adultos	Adultos/huevos	Total	B0	B>0
PM	<0,0001 B	0,6391	0,0038	<0,0001 B	0,0004 B	0,0004
IQ	<0,0001 B	0,6391	0,0025	<0,0001 B	0,0004 B	0,0004
IB	<0,0001	0,6391 B	0,0025 B	<0,0001	0,0004 B	0,0004
Otros	<0,0001 B	0,3827	0,0120	<0,0001 B	0,0001 B	0,0001
A. Suelo	0,0001 B	0,1443	0,0017	0,0044 B	0,0475 B	0,0475
A. Foliar	<0,0001 B	0,7651	0,0062	<0,0001 B	0,0001 B	0,0001

Anexo 6: Cuadro resumen de significancias encontradas para las prácticas agrícolas del cultivo, de las brácteas infestadas y en la abundancia de cochinillas en época seca.

Prácticas	Ninfas	Adultos	Adultos/huevos	Total	B0	B>0
PM	<0,0001	0,2588	0,3238	<0,0001	0,0001	0,0001
IQ	<0,0001	0,2588	0,3238	<0,0001	0,0001	0,0001
IB	<0,0001 B	0,2588 B	0,3238 B	<0,0001 B	0,0001	0,0001
Otros	<0,0001 B	<0,0001	0,0232	<0,0001 B	0,0001 B	0,0001
A. Suelo	<0,0001	0,8718	0,6716 B	<0,0001	0,0001	0,0001
A. Foliar	<0,0001	<0,0001	0,0013	<0,0001	0,0001	0,0001

Anexo 7: Salidas análisis estadísticos infostat

a) Análisis de varianza Brácteas Infestadas/tercio

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	Aj	CV
RANG infestación	84	0,68	0,66	32,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31762,12	5	6352,42	33,27	<0,0001
Época	4418,86	1	4418,86	23,14	<0,0001
posición	25711,89	2	12855,94	67,32	<0,0001
Época*posición	3348,28	2	1674,14	8,77	0,0004
Error	14894,38	78	190,95		
Total	46656,50	83			

Test:LSD Fisher Alfa:=0,05 DMS:=6,03436

Error: 190,9536 gl: 78

Época	RANGO Medio	Medias	n	
Verano	34,13	0,36	36	A
Invierno	48,78	0,51	48	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa:=0,05 DMS:=7,35255

Error: 190,9536 gl: 78

posición	RANGO Medio	Medias	n	
BT3	25,30	0,06	28	A
BT2	33,01	0,26	28	B
BT1	66,05	0,98	28	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa:=0,05 DMS:=10,45181

Época	Posición	RANGO	Medio	Medias	n	
Verano	BT3		16,50	0,00	12	A
Verano	BT2		18,71	0,01	12	A
Invierno	BT3		34,09	0,12	16	B
Invierno	BT2		47,31	0,51	16	C
Invierno	BT1		64,94	0,89	16	D
Verano	BT1		67,17	1,08	12	D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

b) Análisis de Características de Paisaje

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	LI(95%)	LS(95%)	p(Var.Hom.)	T	p	prueba
Dre	Promedio Coch/punto {0}	{1}	{1}	49	32	3,73	6,04	-4,57	-0,06	0,0003	-2,07	0,0444	Bilateral

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	LI(95%)	LS(95%)	p(Var.Hom.)	T	p	prueba
So	Promedio Coch/punto {0}	{1}	{1}	44	37	5,39	3,75	-0,35	3,63	0,4405	1,64	0,1041	Bilateral

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	LI(95%)	LS(95%)	p(Var.Hom.)	T	p	prueba
CV	Promedio Coch/punto {0}	{1}	{1}	52	29	3,58	6,54	-5,27	-0,66	0,0027	-2,60	0,0130	Bilateral

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	LI(95%)	LS(95%)	p(Var.Hom.)	T	p	prueba
Ca	Promedio Coch/punto {0}	{1}	{1}	60	21	4,71	4,47	-2,06	2,54	0,9912	0,21	0,8369	Bilateral

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	LI(95%)	LS(95%)	p(Var.Hom.)	T	p	prueba
BR	Promedio Coch/punto {0}	{1}	{1}	76	5	4,62	5,00	-4,56	3,80	0,7749	-0,18	0,8569	Bilateral

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	LI(95%)	LS(95%)	p(Var.Hom.)	T	p	prueba
Piña	Promedio Coch/punto {0}	{1}	{1}	48	28	4,08	5,75	-4,06	0,71	0,0445	-1,41	0,1648	Bilateral

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	LI(95%)	LS(95%)	p(Var.Hom.)	T	p	prueba
Piña relbraccioch	{0}	{1}	{1}	48	28	1,60	2,13	-1,54	0,47	0,0001	-1,07	0,2903	Bilateral

Anexo 8: Fotos aéreas de las fincas muestreadas.



Finca CSP-12



Finca CSP-99



Finca CSP-1003