



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PROGRAMA CENTROAMERICANO DE MAESTRÍA EN ENTOMOLOGÍA

**DETERMINACIÓN DE NIVELES DE DAÑO CAUSADO POR *Dysmicoccus brevipes*
(Cockerell) (HOMOPTERA: PSEUDOCOCCIDAE), EN PIÑA EN LAS
SANGUENGAS.**

POR:

MARTA BALBINA HIGUERA GÓMEZ

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2004.

**DETERMINACIÓN DE NIVELES DE DAÑO CAUSADO POR *Dysmicoccus brevipennis*
(Cockerell) (HOMOPTERA: PSEUDOCOCCIDAE), EN PIÑA EN
LAS SANGUENGAS.**

TESIS

Sometida para optar al título de Maestro en Ciencias con Especialización en
Entomología General.

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

Permiso para su publicación y reproducción total o parcial debe ser obtenido en la
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.

APROBADO:

_____ ASESOR

_____ JURADO

_____ JURADO

22 JUL 2004

atención del autor

DEDICATORIA

A mi hija Martita, a mi madre y a mi esposo Ramiro Gómez .

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por haberme permitido realizar la Maestría en Entomología General y culminar esta investigación.

Al Profesor Cheslavo Korytkowski por todos sus consejos, su gran esmero en orientar a los alumnos, su asesoría y apoyo en la realización de esta investigación.

A los Profesores Enrique Medianero y Viodelda de Chong por su valiosa colaboración en la revisión de esta investigación.

A la Ingeniera Panamá Castañeda representante de OIRSA-VIFINEX por toda su contribución en la realización de este proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
CAPÍTULO III ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	8
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
1. RESULTADO GENERALES.....	13
1.1 Distribución de las <i>D. brevipes</i> en la planta.....	15
1.2 Efecto de la precipitación en la densidad poblacional y porcentaje de plantas infestadas.....	16
1.3 Dinámica poblacional de <i>D.brevipes</i> en la localidad de Las Sanguengas.....	17
1.4 Análisis comparativo de plantas no tratadas y tratadas.....	19
1.5 Análisis de las variables de respuesta de las plantas marcadas a los parámetros de infestación de <i>D.brevipes</i>	21
2. VARIEDAD HAWAII	
2.1 Respuesta de las plantas al número de <i>D. brevipes</i> por planta.....	22
2.1.1 Efecto del número de <i>D. brevipes</i> por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el peso de frutos.....	22
2.1.2 Efecto del número de <i>D. brevipes</i> por planta a lo largo de todo el período vegetativo en la proporción largo por ancho del fruto.....	23
2.1.3 Efecto del número de <i>D. brevipes</i> en el tamaño de la planta.....	24
2.1.4 Efecto del número de <i>D. brevipes</i> por planta en el número de hojas.....	25
2.2 Respuesta de las plantas Hawaii a la intensidad de infestación por <i>D. brevipes</i>	26
2.2.1 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el peso de frutos.....	26
2.2.2 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el tamaño de plantas.....	27
2.2.3 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el número de hojas.....	28
2.3 Respuesta de las plantas a la persistencia de infestación por <i>D. brevipes</i>	28
2.3.1 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el peso de frutos.....	29
2.3.2 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el largo por ancho de frutos.....	30
2.3.3 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el tamaño de plantas.....	31

2.3.4	Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el número de hojas de plantas.....	32
3.	VARIEDAD MD2	
3.1	Respuesta de las plantas al número de <i>D. brevipes</i> por planta.....	33
3.1.1	Efecto del número de <i>D. brevipes</i> por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el peso de frutos.....	33
3.1.2	Efecto del número de <i>D. brevipes</i> por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el tamaño de planta.....	34
3.1.3	Efecto del número de cochinilla por planta en el número de hojas	35
3.2	Respuesta de las plantas a la intensidad de infestación por <i>D. brevipes</i>	36
3.2.1	Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el peso de frutos.....	36
3.2.2	Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en relación largo por ancho del fruto.....	37
3.2.3	Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el tamaño de planta	38
3.2.4	Efecto de la intensidad de infestación de <i>D. brevipes</i> a lo largo de todo el período vegetativo en el número de hojas.....	39
3.3	Respuesta de las plantas a la persistencia de infestación de la planta por <i>D. brevipes</i>	39
3.3.1	Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el peso de frutos.....	39
3.3.2	Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en la proporción largo por ancho del fruto.....	41
3.3.3	Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el tamaño de plantas.....	42
3.3.4	Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo en el número de hojas.....	43
4.	EFFECTOS DE LOS VIRUS EN LAS PLANTAS DE PIÑA.....	43
4.1	Análisis de la relación entre la presencia de <i>D. brevipes</i> en planta afectada por los Closterovirus PMWaV-1 y PMWaV-2.....	46
4.2	Análisis de los efectos de la presencia de Closterovirus en las características de los frutos de plantas afectadas.....	47
4.3	Análisis de los efectos de la presencia de Closterovirus en otras características de las plantas afectadas.....	48
	CAPÍTULO V CONCLUSIONES.....	55
	CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES.....	61
	CAPÍTULO VII BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I	Características vegetativas de las plantas cosechadas de las variedades Hawaii y MD2.....	14
Cuadro II	Distribución de <i>D. brevipes</i> en plantas cosechadas para cada una de las dos variedades (Hawai y MD2).....	15
Cuadro III	Características de las poblaciones de <i>D. brevipes</i> en plantas de piña durante la temporada seca y húmeda del 2003.....	16
Cuadro IV	Plantas tratadas versus no tratadas para ambas variedades.....	19
Cuadro V	Comparaciones entre rangos de número de <i>D. brevipes</i> y respuesta en base al peso del fruto	22
Cuadro VI	Comparaciones entre rangos de número de <i>D. brevipes</i> y respuesta en base al largo por ancho de fruto.....	23
Cuadro VII	Comparaciones entre rangos de número de <i>D. brevipes</i> y respuesta en base al tamaño de la planta.....	24
Cuadro VIII	Comparaciones entre rangos de número de <i>D. brevipes</i> y respuesta en base al número de hojas por planta en Hawaii.....	25
Cuadro IX	Comparaciones entre rangos de intensidad de infestación y respuesta en base al peso de fruto.....	26
Cuadro X	Comparaciones entre rangos de intensidad de infestación y respuesta en base al tamaño de la planta.....	27
Cuadro XI	Comparaciones entre rangos de intensidad de infestación y respuesta en base al número de hojas.....	28
Cuadro XII	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación y respuesta en base al peso de frutos.....	29
Cuadro XIII	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación y respuesta en base al largo por ancho de frutos.....	30
Cuadro XIV	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación y respuesta en base al tamaño de planta.....	31
Cuadro XV	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación y respuesta en base al número de hojas de la planta.....	32

Cuadro XVI	Comparaciones entre rangos de número de <i>D. brevipes</i> por planta y respuesta en base al peso del fruto en MD2	33
Cuadro XVII	Comparaciones entre rangos de número de <i>D. brevipes</i> por planta y respuesta en base al tamaño de planta en MD2.....	34
Cuadro XVIII	Comparaciones entre rangos de número de <i>D. brevipes</i> por planta y respuesta en base al número de hojas en MD2.....	35
Cuadro XIX	Comparaciones entre rangos de intensidad de infestación por planta y respuesta en base al peso de fruto en MD2.....	36
Cuadro XX	Comparaciones entre rangos de intensidad de infestación por planta y respuesta en base a la relación largo por ancho del fruto.....	37
Cuadro XXI	Comparaciones entre rangos de intensidad de infestación por planta y respuesta en base al tamaño de la planta MD2.....	38
Cuadro XXII	Comparaciones entre rangos de intensidad de infestación por planta y respuesta en base al número de hojas por planta MD2.....	39
Cuadro XXIII	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación por planta y respuesta en base al peso de frutos.....	40
Cuadro XXIV	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación y respuesta en base a la relación largo por ancho de frutos.....	41
Cuadro XXV	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación por planta y respuesta en base al tamaño de la planta.....	42
Cuadro XXVI	Comparaciones entre rangos de persistencia de infestación por planta y respuesta en base al número de hojas de la planta.....	43
Cuadro XXVII	Relación de características fenológicas e infestación por <i>D. brevipes</i> de las muestras de MD2 para determinar la presencia de los Closterovirus.....	45
Cuadro XXVIII	Relación de características fenológicas e infestación por <i>D. brevipes</i> de las muestras de Hawaii para determinar la presencia de los Closterovirus.....	45
Cuadro XXIX	Relación entre número de <i>D. brevipes</i> por planta y presencia de virus.....	46
Cuadro XXX	Relación entre intensidad de infestación de planta por <i>D. brevipes</i> y presencia de virus.....	46

Cuadro XXXI	Relación entre porcentaje de persistencia de infestación de planta por <i>D. brevipes</i> y presencia de virus.....	46
Cuadro XXXII	Relación entre la presencia de virus y el peso del fruto.....	47
Cuadro XXXIII	Relación entre la presencia de virus y el largo del fruto.....	47
Cuadro XXXIV	Relación entre la presencia de virus y el ancho del fruto.....	47
Cuadro XXXV	Relación entre la presencia de virus y el tamaño de la planta afectadas.....	48
Cuadro XXXVI	Relación entre la presencia de virus y el número de hojas de la planta afectadas.....	48

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Colonia de <i>D. brevipipes</i> en la base de hojas.....	49
Fig. 2a	Parcela de la Variedad Hawaii.....	49
Fig. 2b	Parcela de la Variedad MD2.....	49
Fig. 3	Colonización inducida de cochinilla y marcado de plantas.....	50
Fig. 4	Evaluaciones de campo.....	50
Fig. 5	Marcado de zona testigo.....	50
Fig. 6	Tratamiento de las plantas testigo.....	51
Fig. 7	Medición de tamaño de plantas al momento de la cosecha.....	51
Fig. 8	Mediciones del fruto en la cosecha.....	51
Fig. 9	Pesado de fruto al momento de la cosecha.....	52
Fig. 10	Evaluación de cochinilla en la raíz.....	52
Fig. 11	Evaluación de cochinilla en las hojas secas al momento de la cosecha.....	52
Fig. 12	Evaluación de cochinilla en hojas.....	53
Fig. 13	Toma de muestras de hojas para el análisis de presencia de virus.....	53
Fig. 14	Bolsa tipo “Ziploc” para la muestra de hoja en el análisis de virus.....	53
Fig. 15	Marcado de muestra de hoja para el análisis de virus.....	54
Fig. 16	Relación entre intensidad de infestación y la precipitación pluvial acumulada 2003.....	17
Fig. 17	Relación entre el porcentaje de infestación y la precipitación pluvial acumulada 2003.....	17
Fig. 18	Relación entre intensidad de infestación, porcentaje de plantas infestada y la precipitación pluvial acumulada	18

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental del IDIAP ubicado en Las Sanguengas. Para establecer los niveles de daño causado por *D. brevipēs* se seleccionaron dos parcelas, en cada una se sembraron 2000 plantas de piña de las variedades de Hawaii y MD2, de las cuales se marcaron 200 plantas. En cada parcela se delimitó una franja central (27 plantas testigo), las cuales fueron tratadas con Clorpirifos, para mantener las plantas libres de cochinilla. El resto no recibieron tratamiento y fueron infestadas artificialmente con cochinillas. Cada 15 días se muestrearon las hojas en cada espiral de las plantas marcadas para determinar los niveles poblacionales de cochinilla. La cosecha de MD2 se inició en 5 de noviembre de 2003 y la de Hawaii el 12 de diciembre de 2003, en ambas se cosechó las plantas marcadas especialmente las que tuvieron frutos se tomaron las medidas de la longitud de la planta, número de hojas funcionales, peso del fruto, largo y ancho del fruto, se evaluó la cochinilla en cada sección de la planta (raíz, hoja seca, hoja funcional) y de cada planta se tomó una muestra de la parte media de la hoja para realizar el análisis de presencia de virus. Se concluyó que las cochinillas se distribuyen igual en la planta, el producto Clorpirifos controla la poblaciones de cochinilla, las densidades moderadas o elevadas de cochinilla causan una merma en el tamaño y peso de los frutos en las plantas afectadas; las plantas no infestadas tuvieron un tamaño mayor que aquellas infestadas; la cantidad de cochinilla no altera el número de hojas que produce la planta. Se determinó la presencia de dos Closterovirus (PMWaV-1 y PMWa-2) en las plantas infestadas y esto provocó una reducción en el tamaño de estas plantas.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La marchitez de la piña es una enfermedad que se presenta en los cultivos de piña de todo el mundo, se caracteriza por un severo enrojecimiento en las hojas (Sether y Hu, 2002), el cual es causado por la presencia de *Dysmicoccus brevipes* (Cockell) Ferris 1950, (“cochinilla harinosa”) que es una plaga polífaga accidentalmente introducida en Granada 1993-1934. Esta especie ha tenido un impacto muy importante sobre el turismo, agricultura, ecología y comercio de material vegetal en la región del Caribe. Inicialmente sólo Granada fue afectada, pero luego se extendió a otros países y se asume que su diseminación continúe (Watson y Chandler, 2000). Es una plaga capaz de transmitir virosis, pudiendo en algunos casos causar la muerte en plantas afectadas. En Brasil se indica que este insecto puede disminuir hasta 70% de la producción. *D. brevipes* afecta más de 30 diferentes especies de plantas entre las cuales la piña (*Ananas comosus*) es uno de los hospederos donde ha cobrado mayor importancia, esta planta es una monocotiledónea que pertenece a la familia Bromeliaceae, es originaria del centro y sur de Brasil, norte de Argentina y Paraguay (Daquinta, *et al.* 1997); en Panamá la variedad más conocida es Cayena lisa y recientemente se ha introducido la MD2. Su control es complejo debido a su localización en la planta y a la protección que le brinda su cubierta cerosa. La problemática de los Pseudococcidae se ha hecho evidente entre otras cosas, por la carencia de métodos y equipos adecuados para su identificación que requieren de habilidades especiales como hacer montajes microscópicos de alta calidad y un conocimiento de la morfología especializada como requisito para el reconocimiento de caracteres de identificación. (Watson y Chandler, 2000).

Con la finalidad de ayudar el establecimiento de un Programa de Manejo Integrado de Plagas en piña en Panamá se ha planteado en el presente trabajo el objetivo general:

1. determinar el nivel de daño de *D. brevipes* en la capacidad productiva de la piña en Las Sanguengas.

Como objetivos específicos:

1. Indicar como se distribuye verticalmente *D. brevipes* en las plantas de piña en la temporada seca y húmeda.
2. Comprobar el efecto de Clorpirifos en la población de *D. brevipes* en las plantas testigo en ambas variedades.
3. Determinar como la intensidad de infestación y persistencia de *D. brevipes* afecta el tamaño, número de hojas, peso del fruto, en las plantas MD2 y Hawai.
4. Comprobar la presencia de Closterovirus en las muestras.
5. Analizar como la presencia de virus afecta el tamaño de la planta, número de hojas, peso del fruto de MD2 y Hawaii.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

REVISIÓN DE LITERATURA

1. *Ananas comosus* (piña)

A. comosus produce fruto cilíndrico con bayas planas de 2.5 cm de diámetro, naranja rojizo en la madurez, las brácteas subyacentes ligeramente dentadas cortas. (Py, 1969), cuando maduro alcanza más de 15cm, pulpa abundante, pedúnculo fuerte por lo general corto, son brácteas florales poco importantes, tiene visible la parte superior de los ovarios, débilmente denticuladas o inermes, ausencia o escasez de semillas. (Py, 1969). Comprende numerosas variedades y su origen se remonta a las zonas tropicales de Brasil. Las hojas poseen algunas espinas en la extremidad, verde oscuro, y anchas (6.5cm) como máximo, alcanzando 80 a 100 cm en longitud; una planta puede tener 60 a 80 hojas. Desarrolla 150 flores con pétalos azul pálido tirando a púrpura.

2. CULTIVO DE LA PIÑA

El cultivo tiene una duración de nueve a 13 meses después de plantado, puede requerir de seis a ocho meses para la etapa vegetativa y de cinco a seis desde la de floración hasta la cosecha. Se desarrolla en regiones tropicales con clima cálido, no tolera las temperaturas bajas, prefiere temperaturas de 29°C y 32°C. Los factores limitantes son la temperatura y altitud, se ha demostrado que a menor temperatura se pierde calidad y la relación de azúcar-ácido es mayor a menor altitud (Sampson, 1986). Industrialmente la floración sea inducida artificialmente utilizando Ethrel (Etefón), que debe aplicarse en horas de la tarde, cuando la temperatura es mas baja (25 a 27° C), para que los estomas se encuentren abiertos. Se usa 1 a 1.5 cc de Etefón por litro de agua, 100 lb. de urea por cada 2,500 litros de agua, a esa mezcla se agrega cuatro litros de boro que en altas proporciones aumenta el nivel de

fecundación de la planta y suficiente carbonato de calcio para obtener el pH superior a 6. La mezcla se rocía al cultivo, a razón de una onza de solución por planta. Cinco meses después esta la fruta madura. (Pérez, 1997).

3. PROBLEMAS FITOSANITARIOS DEL CULTIVO DE PIÑA

El cultivo es afectado por diversas especies de insectos, nemátodos y patógenos, entre los cuales, *Tecla iphicles* reduce hasta el 20% de la capacidad productiva, las larvas se alimentan de la pulpa del fruto que exuda secreciones gomosas por los orificios de entrada. El sistema radicular es afectado por nemátodos (Gratacos, 1991). *Dysmicoccus brevipes* causa debilitamiento de la planta y es vectora de la enfermedad “marchitez de la piña”(Py, 1969, Willians, 1992). Esta especie polífaga se encuentra ampliamente distribuida en la región Neotropical (Willians, 1992).

4. CONTROL FITOSANITARIO

Se basa principalmente en aplicaciones de insecticida quincenales o mensuales, estos son alternados con el fin de que la cochinilla no adquiera resistencia (Cordova, 1998). Se han controlado a través de insecticidas de acción sistémica como el Disulfoton que es un órgano fosforado (Calderón, 1982). Entre los productos órganos fosforados que se usan se puede citar a Diazinon (Clorpirifos) y Systemin (Dimetoato), con buena acción sobre cochinillas; Lorsban 48 EC (Chlorpirifos), con la dilución de 60 cc/pc en 1 galón de agua cada siete días; este producto pertenece a la familia foforo-clorinado, el nombre químico: O,O,Dietil O-(3,5,6-Tricloro-2-piridinil) fosforotiato. Su modo de acción es de contacto y acción estomacal. La toxicidad clase II DL50, para ratas 96-270 mg/Kg; DL50, Dermal 504-2000 mg/Kg, Es usado principalmente para insectos caseros. Efectivo sobre

Heteroptera en campos agrícolas, sin efecto translaminar ni sistemático. Larga residualidad en diferentes tipos de superficie. (Korytkowski, 2003).

5. CARACTERÍSTICAS DE *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell)

Dysmicoccus brevipes (Cockerell), Ferris, 1950, ha sido tratada taxonómicamente por Williams & Willink (1992). Esta especie es conocida vernacularmente como “cochinilla o chinche harinoso de la piña”, “piojo blanco de la raíz de cafeto”. (King y Saunders, 1984). Los Huevos son puestos en grupos hasta de 300 bajo un abrigo de cera algodonosa. Las Ninfas del primer estadio se dispersan por la planta antes de establecerse, las hembras alcanzan la madurez después de tres mudas, el macho inactivo durante el tercer estadio (pseudopupal), para lo cual forma un capullo tosco y ceroso. Las hembras son ápteras, de 2 a 6mm, son rosadas cubiertas con una capa de filamentos cerosos que se proyectan lateralmente, los machos son blancos y alados. (King, Saunders, 1984). Las hembras y las ninfas succionan la savia de los tallos y raíces, causan amarillamiento y retardo de crecimiento que provoca un desbalance fisiológico en la planta. (King y Saunders, 1984).

6. DISTRIBUCIÓN

D. brevipes está ampliamente distribuida, desde México hasta América del Sur. Entre los numerosos hospederos se puede citar a la piña, arroz, maní, garbanzo, café, cacao, cítricos y una gran cantidad de huéspedes. (King y Saunders, 1984).

7. ASOCIACIÓN DE HORMIGA

Estos insectos mantienen una simbiosis con hormigas, especialmente con *Solenopsis geminata* (Fabricius), (Hymenoptera: Formicidae), conocida vernacularmente como

“Hormiga brava”y “hormiga de fuego”. Las hormigas se establecen en las colonias de cochinillas para consumir el azúcar que éstas producen (Sether y Hu, 2002, Sether, *et al.*, 1998).

8. ASOCIACIÓN CON VIRUS

En años recientes, al analizar plantas de piña marchitas de Hawai, Australia y Cuba, se encontró a esta cochinilla asociada con el virus PMWaV, este virus pertenece a la familia Closteroviridae. Mas recientemente se detectó al virus PMWaV-1 como un anticuerpo monoclonal que es transmitido por la savia, esto limita el floema, se localiza en las raíces, tallos y hojas. Las plantas con PMWaV-1 a menudo producen frutos y coronas pequeñas y éstas maduran fuera del ciclo con respecto a la mayoría de las plantas del campo. (Sether, Hu, 2002).

CAPÍTULO III

ASPECTOS METODOLÓGICOS

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Dos parcelas de piña fueron sembradas en los terrenos de IDIAP, ubicados en la localidad de Las Sanguengas. Cada parcela corresponde a una variedad (Fig. 2a,b), Cayena lisa (que es la mayormente utilizada en el área) y MD2 que es la que se pretende establecer como variedad comercial. Cada parcela fue sembrada con 2000 plantas, distribuidas en 16 surcos, distanciados en 77.79 cm entre ellos, cada uno de dos hileras de plantas (a un promedio de 23.97 cm entre plantas y 50.84 cm entre hileras) de ellas se marcaron 200 plantas para poder hacer un seguimiento de las poblaciones de cochinillas, así como para determinar sus efectos durante el transcurso de cultivo y después de la cosecha. (200 para MD2 y 200 para Hawaii)

En la variedad MD2 con fecha 30 de agosto del 2002, se tomaron muestras de hojas (aproximadamente de 5-7 cm de longitud de la porción media de la hoja No. 4 o 5 de 400 plantas (cada 7 a 9 plantas), cada planta muestreada fue marcada con un trozo de cinta de color y numerada secuencialmente (Fig.3). Las plantas marcadas y las muestras fueron obtenidas por el Dr. Orencio Fernández (virólogo de IDIAP) con la finalidad de determinar la infestación por virus y fueron preservadas en congelador para tal fin. En la parcela de cada variedad se separaron tres lotes (Fig.5), uno en el extremo sur, otro en el extremo norte y uno central, este último con 27 plantas fue mantenido bajo constante tratamiento cada siete días con Clorpirifos (Lorsban 48 EC), con la finalidad de mantener el testigo sin infestación (Fig.6). Dicha área fue cercada con cinta de color, la cual se prolongo a lo largo de parcela de la variedad Hawaii (donde fueron separadas 28 plantas en la porción central o testigo).

Con fecha 13 de septiembre de 2002, se procedió a marcar las plantas en la variedad Cayena lisa que fueron separadas del resto eliminando las plantas ubicadas entre ellas y las dos parcelas no tratadas de este modo se delimitó un lote central y dos en los extremos en forma similar a la parcela de MD2 y con el mismo fin. Al igual que en MD2, se marcaron 200 plantas secuencialmente, tomándose muestras de hojas al igual que en el caso anterior, al final del ensayo con la finalidad de determinar la presencia de virus en las plantas tratadas y no tratadas.

Con fecha 20 de septiembre del 2002, luego de verificar la ausencia de cochinilla en las plantas del ensayo, se visitó una plantación de la zona, con la finalidad de verificar infestación y se decidió comenzar a buscar plantas infestadas con la finalidad de efectuar infestación artificial en las parcelas del ensayo; este procedimiento se inició ese mismo día, localizándose unas 20 plantas con infestaciones moderadas hasta severas (10 a más de 50 cochinillas por planta), las cuales se trasladaron hasta los terrenos de IDIAP, donde se procedió a deshojar las plantas infestadas y separando una cochinilla por unidad, las cuales fueron instaladas mediante un pincel (Fig.3) en la base de la hoja 4-5 de todas las plantas. Esta infestación no fue efectiva de acuerdo con la evaluación realizada a los 7 días, por lo que en la semana siguiente (4 de octubre) se efectuó nuevamente el mismo procedimiento, pero en esta oportunidad se instalaron 5 cochinillas (mediante el uso de un pincel) en la hoja 4-5 de las plantas numeradas (1, 5,10, 15,20, etc.), este método tampoco fue efectivo por lo que el 11 de octubre se efectuó nuevamente una nueva infestación artificial, en esta oportunidad se instaló un mínimo de 20 cochinillas (hasta 100) en la hoja 4-5 de las plantas (1, 10, 20, 30, 40, etc.). Con este último método finalmente se logró obtener infestación en el campo experimental, que de acuerdo a nuestra evaluación de la semana siguiente (18 de

octubre) 12.5% de las plantas se encontraron infestadas (para esta evaluación se tomaron solamente las 40 plantas que habían sido infestadas artificialmente en la semana anterior).

Las prácticas agronómicas como fertilización, riego, inducción de la floración, etc., fueron efectuadas por el personal del IDIAP.

Las evaluaciones de las poblaciones de cochinillas fueron efectuadas solamente en las plantas marcadas (Fig.4) para tal fin, examinándose acuciosamente desde la base (cuello) hasta la porción superior de la planta, llevándose un registro de las plantas revisadas y el número de cochinillas encontradas; el número de plantas contadas en cada oportunidad fue variable entre 20 y 200 para cada una de las variedades, incluyendo en todos los casos a las plantas testigo con la finalidad de verificar la ausencia de cochinillas en ellas.

A partir del mes de julio de 2003 se comenzó a evaluar algunas características fenológicas, tales como la altura de planta, presencia de flores, con la finalidad de determinar el inicio de las diferentes etapas fenológicas del cultivo. La floración fue notablemente retrasada debido a la ausencia de precipitación pluvial y el escaso abastecimiento de riego artificial. Para la variedad MD2 las primeras flores se observaron en el 30 de julio y para la variedad Hawaii el 28 de agosto del 2003. Los primeros frutos en formación se encontraron el 21 de agosto para la MD2 y 18 de septiembre para Hawaii. La cosecha de MD2 se inició el 5 de noviembre de 2003, en tanto que para la variedad Hawaii se realizó el 12 al 23 de diciembre; el Brix fue tomado para 3 muestras de MD2 (31 de octubre) cada una con tres medidas, obteniéndose los siguientes valores: (1)18, 15.5 y 13; (2) 16.2, 15 y 13; (3) 14.5, 13 y 13, promedio general 14.57. Para la variedad Hawaii el análisis de Brix se efectuó el 19 de diciembre para tres frutos con las siguientes resultados: (1) 16.8, 17 y 20; (2) 6.5, 7.2 y 8; (3) 12, 17.5, obteniéndose así un promedio de 13.12

La cosecha se efectuó sobre las 400 plantas (200 de la variedad MD2 y 200 de Hawaii), adicionalmente se colectaron algunas otras plantas (31 para MD2 91 para Hawaii), especialmente seleccionando plantas que tuvieran frutos, lo cual fue particularmente importante para la variedad Hawaii dado el reducido número de plantas que dieron frutos. En la cosecha se tomaron las siguientes medidas: longitud de la planta (largo de la hoja mas larga) en cm(Fig.7); número de hojas funcionales (hojas verdes); peso del fruto (en libras), largo y ancho del fruto en cm.(Fig.8,9); una vez obtenidas estas medidas se realizó la evaluación de cochinillas por cada sección de la planta, que fue dividida en: raíz (Fig.10), hojas secas (Fig.11) (cuello de la planta) y hojas funcionales (Fig.12), anotándose para cada planta con su código todas las variables indicadas. Finalmente, se tomo una muestra de la parte media de una hoja de la porción media de la planta (Fig.13), esta muestra de aproximadamente 10 cm de longitud fue cortada con una navaja, marcada (Fig.15) con un código (número de la planta, coordenadas de su ubicación en la parcela, y con una letra se identificó a la variedad, H = Hawaii y D = MD2), estas muestras fueron colocadas en un bolsa virgen tipo Zipploc, selladas (Fig.14) y colocadas en una hielera para luego trasladarlas a una refrigeradora del Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá.

Con la finalidad de analizar los efectos de la cochinilla sobre las plantas, se efectuaron análisis comparativos de todas las plantas tratadas y no tratadas de ambas variedades y que fueron marcadas para su evaluación durante todo el período fenológico. Los parámetros de infestación analizados fueron los siguientes:

- 1) Número total de cochinillas a lo largo de todo el período vegetativo, ordenados en los siguientes rangos:

0 = ninguna cochinilla encontrada;

1 = 1 a 10 cochinillas a lo largo del período de muestreo;

- 2 = 11 a 25 cochinillas y
- 3 = 26 cochinillas o más.

2) Persistencia: porcentaje de veces en que cada planta fue infestada, en base a los siguientes rangos:

- 0 = nunca infestada;
- 1 = 1 a 25 % de muestreos infestada;
- 2 = 26 a 50 % de muestreos encontrada infestada y
- 3 = más de 50% de muestreos infestada.

3) Intensidad de infestación: determinada como (el número de cochinillas encontradas dividido entre el número de veces en que se encontró infestada cada planta); ordenadas de acuerdo a los siguientes rangos:

- 0 = 0 cochinillas por planta;
- 1 = 1 a 2.9 cochinillas por planta;
- 2 = 3 a 5.9 cochinillas por planta;
- 3 = 6 o más cochinillas por planta.

En base a estas escalas se realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan comparando el número de cochinilla, persistencia de infestación y la intensidad de infestación con el peso del fruto, largo por ancho del fruto, tamaño de la planta y el número de hojas de la planta, para Hawaii y MD2.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. RESULTADOS GENERALES (Infestaciones generales en el ensayo)

Durante todo el período de muestreo se evaluaron 9268 especímenes de *Dysmicoccus brevipes*, infestando 635 plantas de piña para un total de 2825 plantas contadas, de la cual se puede deducir que la intensidad general de infestación para todas las plantas de piña (independientemente de la variedad) fue de 14.59 cochinillas por planta con un porcentaje de 22.48% de plantas infestadas.

En el proceso de cosecha se efectuaron evaluaciones de cochinillas en tres sustratos: raíz, hojas secas (correspondientes al cuello de la planta) y hojas funcionales (correspondientes a un promedio de 40 hojas verdes por planta); este procedimiento se efectuó para un total de 522 plantas cosechadas (de ambas variedades), en las cuales se encontraron un total de 5487 cochinillas para 315 plantas infestadas, con una intensidad promedio de infestación de 17.42 cochinillas por planta infestada y 60.46% de plantas infestadas.

Las diferencias encontradas, principalmente en el porcentaje de plantas infestadas puede deberse a varios factores, en primer lugar debido a que en la cosecha se efectuó una evaluación más minuciosa incluyendo tres sectores de la planta, analizando el sistema radicular, cosa que obviamente no fue posible efectuar durante el transcurso del ensayo; en segundo lugar, puede deberse al escaso número de plantas infestadas en los primeros muestreos de campo cuando se trataba de lograr la infestación inicial y en tercer lugar debido al mayor número de plantas analizadas en el transcurso del período vegetativo en proporción de mas de 5 a 1. Sin embargo, en nuestro análisis comparativo, planta por

planta, de las 200 plantas marcadas para cada variedad, existió un alto grado de coincidencia, es decir la gran mayoría de las plantas no infestadas a lo largo del período de muestreo igualmente no lo fueron al momento de la cosecha, lo mismo que sucedió con las plantas infestadas, lo cual fue evidente para ambas variedades.

Las características fenológicas de ambas variedades fueron las siguientes: el período vegetativo para la variedad MD2 tuvo una duración de 17 meses (se sembró en junio de 2002 y se cosecho en noviembre de 2003), en tanto que la variedad Hawaii tuvo una duración de 17 meses (se sembró a fines de julio de 2002 y se cosecho en diciembre de 2003).

Se cosecharon un total de 330 frutos (109 de la variedad Hawaii y 221 de MD2); el promedio general del peso de fruto fue de 2.698 lb. (= 1214.1 gramos); la longitud promedio de los frutos fue de 12.81 cm y el ancho promedio de 10.83 cm; la proporción promedio largo por ancho del fruto fue de 138.69.

Cuadro I: CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS DE LAS PLANTAS COSECHADAS DE LAS VARIEDADES HAWAII y MD2

	Variedad Hawaii	Variedad MD2
Número de plantas cosechadas	291	231
Número de frutos cosechados	109	221
Porcentaje de plantas cosechadas con fruto	37.46%	95.68%
Número de plantas marcadas con fruto	24	192
Porcentaje de plantas con fruto (200 marcadas)	12.0%	96.00%
Peso promedio del fruto	1.87 ± 0.86 lb.	3.11 ± 1.05 lb.
Largo promedio del fruto	10.7 ± 3.05 cm	13.92 ± 2.38 cm
Ancho promedio del fruto	9.37 ± 1.74 cm	11.6 ± 1.58 cm
Proporción largo por ancho del fruto	105.24 ± 42.37	164.25 ± 47.08
Tamaño promedio de planta	62.31 ± 14.16 cm	97.68 ± 11.93 cm
Número promedio de hojas por planta	36.64 ± 12.16	29.51 ± 6.89

1.1 DISTRIBUCIÓN DE *D. brevipes* EN LA PLANTA

Como se ha dicho en el acápite anterior, durante la cosecha, se sectorizó el muestreo de cada planta en tres estratos, raíz, hojas secas (cuello de la planta) y hojas funcionales, obteniéndose los resultados que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro II: DISTRIBUCIÓN DE *D. brevipes* EN PLANTAS COSECHADAS PARA CADA UNA DE LAS DOS VARIEDADES (MD2 Y HAWAII)

	MD2			Hawai			TOTAL		
	No. de plantas	Intensidad de infestación	Porcentaje de plantas infestadas	No. de plantas	Intensidad de infestación	Porcentaje de plantas infestadas	No. de plantas	Intensidad de infestación	Porcentaje de plantas infestadas
<i>D. brevipes</i> en la raíz	995	6.67		579	3.78		1574	5.21	
<i>D. brevipes</i> en hojas secas	837	5.61		774	5.06		1611	5.33	
<i>D. brevipes</i> en hojas funcionales	857	5.75		1282	8.38		2131	7.08	
No. de plantas infestadas en raíz	112		75.16	76		49.67	198		65.56
No. plantas infestadas en hoja secas	81		54.36	67		43.79	148		49.00
No. plantas infestadas en hojas funcionales	73		48.99	101		66.01	174		57.61
No. Plantas infestadas	149			153			302		

De acuerdo con lo que se observa en este cuadro, parece existir cierta diferencia en la distribución de *D. brevipes* en las dos variedades, ya que mientras en la MD2 se observa una preferencia tanto en intensidad como en porcentaje de plantas infestadas en las raíces, en la variedad Hawaii hay una menor intensidad de infestación aunque menor proporción de *D. brevipes* en la raíz; esto podría deberse a que una parte importante de plantas de la variedad Hawaii presentaban un pobre desarrollo radicular.

1.2 EFECTO DE LA PRECIPITACIÓN EN LA DENSIDAD POBLACIONAL Y PORCENTAJE DE PLANTAS INFESTADAS

Para medir los efectos directos e indirectos de la precipitación sobre las poblaciones de *D. brevipēs* (cochinilla harinosa), solo se pudieron conseguir las informaciones de la precipitación para el año 2003, consecuentemente el siguiente análisis se basa en la relación entre ambas características durante los 12 meses de ese año, donde la época seca corresponde a los meses de enero a abril (ocho evaluaciones poblacionales en cuatro meses) y la época húmeda a los meses de mayo a noviembre (seis evaluaciones en ocho meses). los resultados de estos períodos se presentan a continuación:

Cuadro III: CARACTERÍSTICAS DE LAS POBLACIONES DE *D. brevipēs* EN PLANTAS DE PIÑA DURANTE LA TEMPORADA SECA Y LA TEMPORADA HÚMEDA DEL AÑO 2003 EN LAS SANGUENGAS

	TEMPORADA SECA			TEMPORADA HUMEDA		
	MD2	Hawaii	TOTAL	MD2	Hawaii	TOTAL
No. de <i>D. brevipēs</i>	2560	2574	5134	1322	1076	2398
No. plantas infestadas	172	129	301	158	76	234
No. plantas contadas	610	600	1210	453	460	913
Intensidad de Infestación	14.92 ± 5.42	19.80 ± 9.24	18.18 ± 6.02	11.33 ± 6.67	10.31 ± 8.99	11.96 ± 6.53
Porcentaje de infestación	29.72 ± 18.48	25.94 ± 9.67	27.78 ± 9.55	41.89 ± 18.4	14.18 ± 7.72	25.4 ± 7.79
Precipitación acumulada (*)	6.39			41.205		

(*) precipitación acumulada para los cuatro meses en pulgadas, obtenidos de la estación meteorológica del IDIAP, donde se efectuó el ensayo. (Los valores comparativos en rojo muestran diferencias estadísticas significativas)

De acuerdo con los análisis efectuados (Cuadro III), para ambas variedades, la intensidad de infestación promedio fue significativamente mayor en la época seca que en la época húmeda, aunque las diferencias fueron mas significativas para la variedad Hawaii; en tanto que el porcentaje de plantas infestadas fue mayor en la temporada húmeda para MD2 y lo contrario para la variedad Hawaii, de modo que los promedios generales en este índice poblacional fue neutralizado cuando es aplicado para todas las plantas de piña. Estas diferencias en la proporción de plantas infestadas en MD2 puede deberse a la mejor

cobertura del follaje sobre el suelo que se dio en la variedad MD2, que aunque tiene un menor número de hojas, las hojas son mas largas y cubren mejor la superficie del suelo.

1.3 DINÁMICA POBLACIONAL DE *D. brevipes* EN LA LOCALIDAD DE LAS SANGUENGAS.

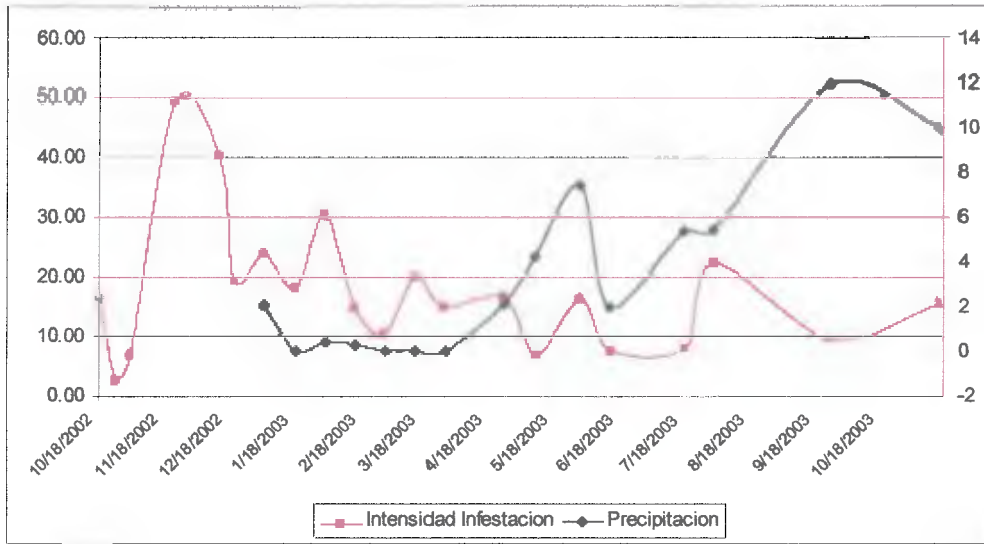


Fig. 16. Relación entre Intensidad de Infestación y la Precipitación Pluvial acumulada por período de muestreo (Precipitación solo para el año 2003)

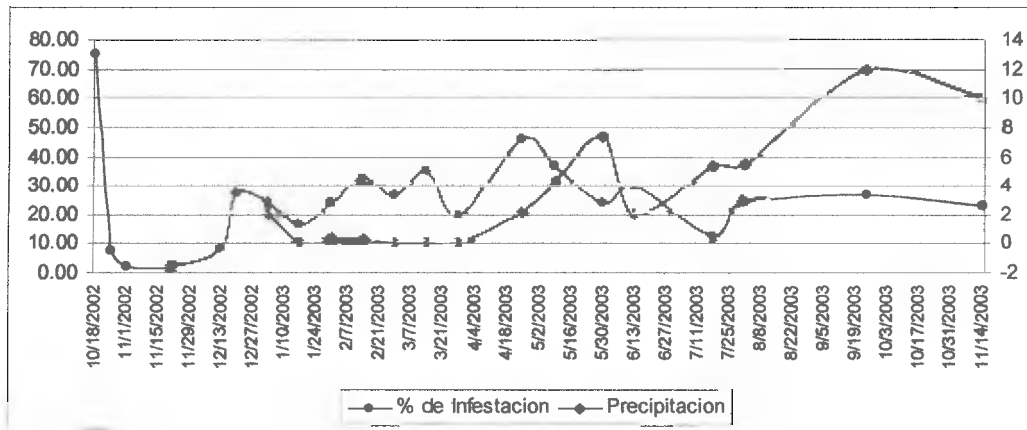


Fig. 17 Relación entre el Porcentaje de Infestación (proporción de plantas infestadas) y la Precipitación Pluvial acumulada por período de muestreo (2003)

Como puede apreciarse, la intensidad general de infestación (número de cochinillas/número de plantas infestadas) fue algo más elevada para la época seca, excepto para el mes de noviembre del 2002 cuando se alcanzó el nivel máximo de infestación, lo cual probablemente se debe al constante intento de inducir artificialmente el establecimiento de la cochinilla que fue colectada en otros campos de cultivo; una situación similar se observa con el otro parámetro poblacional expresado el porcentaje de plantas infestadas, que a parte de la primera lectura (luego de las infestaciones artificiales a plantas marcadas) cuando el valor superó el 70%, la proporción de plantas infestadas mantuvo valores de 20 a algo más de 40% durante todo el período seco (enero a abril de 2003) alcanzándose el máximo porcentaje de plantas infestadas al inicio del período de lluvias (16 de mayo de 2003).

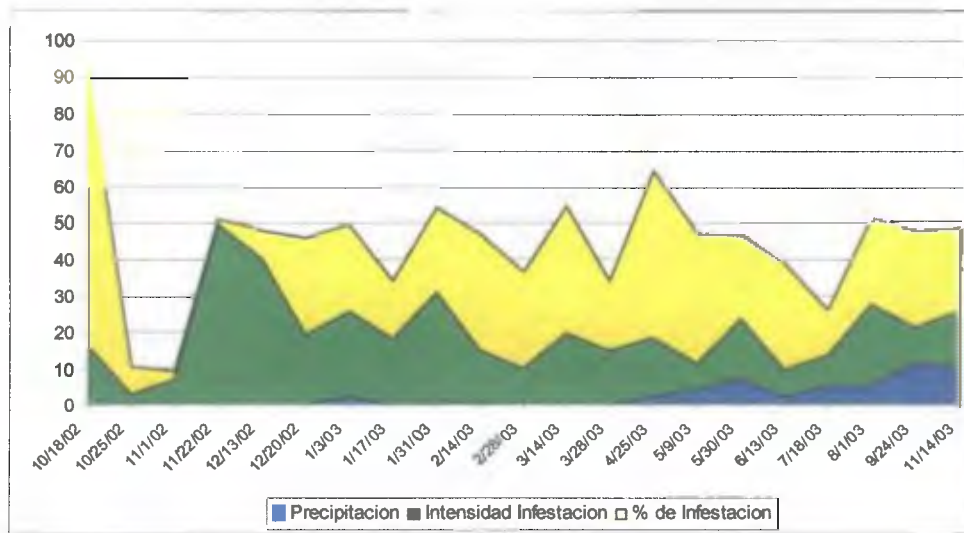


Fig. 18. Relación entre Intensidad de Infestación, Porcentaje de Plantas Infestadas y la Precipitación Pluvial por período de muestreo acumulada

En términos generales, se puede decir que aunque ambos parámetros poblacionales muestran tendencias similares, sin embargo, cuando la intensidad se incrementa (mayor número de *D. brevipēs* por planta infestada), el porcentaje de plantas infestadas tiende a disminuir y viceversa.

1.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE PLANTAS NO TRATADAS Y PLANTAS TRATADAS (TESTIGOS)

Las plantas tratadas, tanto de la franja testigo de la variedad MD2 como de la Hawaii, casi no fueron infestadas durante todo el período vegetativo hasta la cosecha; sin embargo, aquellas plantas que correspondieron al testigo de la Hawaii tuvieron una escasa producción de frutos, puesto que de las 29 plantas marcadas solamente 5 consiguieron dar frutos, aunque esto representa una proporción mayor de lo que se obtuvo en las plantas no tratadas, donde apenas 18 de 156 plantas fructificaron.

Con la finalidad de determinar el efecto de la presencia y persistencia de *D. brevipes* en las plantas tratadas y no tratadas de ambas variedades, se efectuaron varios análisis estadísticos que se incluyen en los cuadros a continuación.

Cuadro IV: PLANTAS TRATADAS VERSUS NO TRATADAS PARA AMBAS VARIEDADES							
	Plantas Tratadas (Testigo)			Planta no Tratadas			
	Promedio	Desv. St.	Número	Promedio	Desv. St.	Número	Signif.
Intensidad de infestación (*)	0.5	± 1.02	21	15.5	± 8.74	21	0.000 **
Porcentaje de infestación (*)	1.69	± 3.93	21	28.37	± 16.17	21	0.000 **
Largo de planta	85.76	± 19.19	53	77.36	± 22.94	328	0.0061 **
Número de hojas	36.35	± 10.23	53	33.01	± 11.64	322	0.0248 *
Peso del fruto	3.45	± 0.87	29	2.86	± 1.09	182	0.0030 **
Largo por ancho de fruto	158.81	± 39.99	29	149.36	± 48.44	186	0.1596 N.S.

(*) Valores tomados de 21 muestreos consecutivos

Plantas tratadas versus no tratadas en la variedad MD2							
	Plantas Tratadas (Testigo)			Planta no Tratadas			
	Promedio	Desv. St.	Número	Promedio	Desv. St.	Número	Signif.
Promedio de <i>D. brevipes</i> /planta	0.12	± 0.332	25	38.26	± 58.82	175	0.0007**
Intensidad de infestación	0.008	± 0.277	25	7.73	± 11.166	175	0.004 **
Porcentaje de infestación	0.972	± 3.419	25	27.072	± 20.857	175	0.000 **
Largo de planta	102.85	± 12.63	24	95.51	± 11.29	172	0.000 **
Número de hojas	31.91	± 5.84	24	28.66	± 6.56	169	0.0018 **
Peso del fruto	3.65	± 0.79	24	2.97	± 1.03	168	0.0113 *
Largo por ancho de fruto	160.86	± 45.99	24	150.83	± 51.22	168	0.1825 N.S.

Plantas tratadas versus no tratadas en la variedad Hawaii							
	Plantas Tratadas (Testigo)			Planta no Tratadas			
	Promedio	Desv. St.	Número	Promedio	Desv. St.	Número	Signif.
Promedio de <i>D. brevipes</i> /planta	5.9	18.522	30	40.129	± 70.848	170	0.0047**
Intensidad de infestación	0.367	± 1.033	30	9.19	± 16.787	170	0.0023 **
Porcentaje de infestación	2.365	± 6.199	30	19.756	± 21.118	170	0.0001 **
Largo de planta	71.62	± 12.26	29	57.35	± 14.17	156	0.000 **
Número de hojas	40.03	± 11.64	29	37.81	± 13.93	153	0.2104 N.S.
Peso del fruto	2.53	± 0.71	5	1.54	± 0.92	14	0.0222 *
Largo por ancho de fruto	116.00	± 50.79	5	80.75	± 50.64	18	0.0916 N.S.

Resulta así muy evidente las diferencias entre las plantas testigo de las plantas no tratadas, en los dos parámetros poblacionales (intensidad y porcentaje de infestación), independientemente de la variedad y para cada una de las variedades; entre los parámetros de respuesta que fueron considerados en el estudio: tamaño de la planta, número de hojas, peso del fruto y la relación largo por ancho del fruto.

En promedio general de ambas variedades, las plantas testigo tuvieron apenas una intensidad de infestación de 0.5 (*D. brevipes* /plantas infestadas) y tan solo 1.69% de las plantas resultaron infestadas, en tanto que en las plantas no tratadas, la intensidad de infestación fue de 15.8 *D. brevipes* por planta afectando a 28.37% de las plantas; ambos parámetros resultan estadísticamente diferentes. En relación a los efectos de *D. brevipes* reflejados en los parámetros analizados en las plantas del ensayo, estos fueron muy diferentes en el tamaño de planta y el peso del fruto, también se observó una diferencia significativa en menor grado para el número de hojas por planta. Estos parámetros son mas o menos similares para cada una de la variedades en estudio, sin embargo, las diferencias fueron mas notables para la variedad Hawaii, particularmente en lo que respecta al peso de fruto donde se observa una merma de 2.53 a 1.54 libras, que representa un 39.13% de reducción, a parte de que un buen número de plantas marcadas (88.5%) no llegó a producir frutos, tanto en las plantas testigo como en las plantas tratadas. La merma en frutos fue

menor para a variedad MD2 ya que las plantas testigo tuvieron un peso promedio de 3.65 en comparación con las plantas no tratadas donde el peso promedio de fruto fue de 2.97 libras, esto significa una reducción de 18.63% en el peso de los frutos.

1.5 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA DE LAS PLANTAS MARCADAS A LOS PARAMETROS DE INFESTACIÓN DE *D. brevipes*

Con la finalidad de analizar más acuciosamente lo efectos de la cochinilla sobre las plantas, se efectuaron análisis comparativos de todas las plantas tratadas y no tratadas de ambas variedades y que fueron marcadas para su evaluación durante todo el período fenológico. Los parámetros de infestación analizados fueron los siguientes:

- 1) Número total de cochinillas a lo largo de todo el período vegetativo, ordenados en los siguientes rangos:

0 = ninguna cochinilla encontrada;
 1 = 1 a 10 cochinillas a lo largo del período de muestreo;
 2 = 11 a 25 cochinillas y
 3 = 26 cochinillas o más.

- 2) Persistencia: porcentaje de veces en que cada planta fue infestada, en base a los siguientes rangos:

0 = nunca infestada;
 1 = 1 a 25 % de muestreos infestada;
 2 = 26 a 50 % de muestreos encontrada infestada y
 3 = mas de 50% de muestreos infestada.

- 3) Intensidad de infestación: determinada como (el número de cochinillas encontradas dividido entre el número de veces en que se encontró infestada cada planta); ordenadas de acuerdo a los siguientes rangos:

0 = 0 cochinillas por planta;
 1 = 1 a 2.9 cochinillas por planta;
 2 = 3 a 5.9 cochinillas por planta;
 3 = 6 o mas cochinillas por planta.

2. VARIEDAD HAWAII

2.1 RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD HAWAII AL NÚMERO DE *D. brevipes* POR PLANTA

2.1.1 Efecto del número de *D. brevipes* por planta a lo largo del todo el período vegetativo (incluyendo 91 adicionales en cosecha) en el peso de frutos de la variedad Hawaii

Los rangos analizados corresponden a los indicados previamente y el número máximo de *D. brevipes* encontrados (en sumatoria) para una sola planta fue de 278.

Cuadro V: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE NÚMERO DE <i>D. brevipes</i> Y RESPUESTA EN BASE A PESO DE FRUTO				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 109 (algunas sin datos)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std.
0 <i>D. brevipes</i>	2.138704	54	115.49	0.729378
1-10 <i>D. brevipes</i>	1.679063	32	53.73	0.94477
11-25 <i>D. brevipes</i>	1.607333	15	24.11	0.984439
26 o más <i>D. brevipes</i>	1.345	8	10.76	0.520522
Todos los Rangos	1.872385	109	204.09	0.858697

Análisis de Varianza (Número de <i>D. brevipes</i> versus Peso de Fruto)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	df	MS	SS	Df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Peso de Fruto	8.304805	3	2.768268	71.33017	105	0.679335	4.074968	0.008811

Prueba de Duncan ; Para la variable: Peso de fruto como respuesta a número de <i>D. brevipes</i> de todas las plantas (Variedad. Hawaii)				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	0 <i>D. brevipes</i>	1-10 <i>D. brevipes</i>	11-25 <i>D. brevipes</i>	26 o más <i>D. brevipes</i>
	M=2.1387	M=1.6791	M=1.6073	M=1.3450
0 <i>D. brevipes</i>		0.111601	0.081843	0.011127
1-10 <i>D. brevipes</i>	0.111601		0.802812	0.276004
11-25 <i>D. brevipes</i>	0.081843	0.802812		0.361853
26 o más <i>D. brevipes</i>	0.011127	0.276004	0.361853	

Como se puede apreciar, solamente aquellas plantas con niveles de infestación (sumatoria de *D. brevipes* para todo el período vegetativo) de 26 *D. brevipes* o más, trajo como consecuencia una merma estadísticamente significativa en el peso de los frutos, esta merma fue de 361.93 g con respecto a las plantas no infestadas lo que representa 37.11% de menor peso, además es igualmente necesario resaltar que solamente algo más del 37.45% (109) de las 291 plantas cosechadas alcanzaron a producir frutos.

2.1.2 Efecto del número de *D. brevipes* por planta a lo largo del todo el período vegetativo (incluyendo 91 adicionales en cosecha) en la proporción largo por ancho del fruto de la variedad Hawaii

Cuadro VI: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE NÚMERO DE <i>D. brevipes</i> Y RESPUESTA EN BASE A LARGO POR ANCHO DE FRUTO				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 115				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std.
0 <i>D. brevipes</i>	120.6898	54	6517.25	33.26852
1-10 <i>D. brevipes</i>	101.2188	32	3239	42.85453
11-25 <i>D. brevipes</i>	89.67188	16	1434.75	49.52497
26 o más <i>D. brevipes</i>	70.13462	13	911.75	39.78204
Todos los Rangos	105.2413	115	12102.75	42.37263

Análisis de Varianza (Número de <i>D. brevipes</i> versus. Largo por Ancho de Fruto)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS	F	P
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Largo por Ancho del Fruto	33305.99	3	11102	171374.1	111	1543.911	7.190826	0.000187

Prueba de Duncan ; Para la variable: Largo por Ancho de fruto como respuesta a número de <i>D. brevipes</i> de todas las plantas (Variedad. Hawaii)				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	0 <i>D. brevipes</i>	1-10 <i>D. brevipes</i>	11-25 <i>D. brevipes</i>	26 o más <i>D. brevipes</i>
	M=120.69	M=101.22	M=89.672	M=70.135
0 <i>D. brevipes</i>		0.110095	0.015631	0.00015
1-10 <i>D. brevipes</i>	0.110095		0.341528	0.01541
11-25 <i>D. brevipes</i>	0.015631	0.341528		0.108907
26 o más <i>D. brevipes</i>	0.00015	0.01541	0.108907	

Este análisis confirma los resultados obtenidos con relación al peso del fruto, se usaron las proporciones largo por ancho debido a que los análisis previos sobre los valores de longitud y ancho del fruto tomados independientemente mostraban una menor relación con el peso que la proporción de ambos. En base a este análisis se puede decir que las densidades moderadas o elevadas de *D. brevipex* por planta infestada causan una merma en el tamaño y peso de los frutos de las plantas afectadas.

2.1.3 Efecto del Número de *D. brevipex* por planta (incluyendo 91 adicionales en cosecha) en el Tamaño de Planta de la variedad Hawaii

Cuadro VII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE NÚMERO DE <i>D. brevipex</i> Y RESPUESTA EN BASE AL TAMAÑO DE LA PLANTA				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 275 (algunas sin datos)				
	Medias	Numero	Sumatoria	Dev Std..
0 <i>D. brevipex</i>	68.55789474	95	6513	12.17489201
1-10 <i>D. brevipex</i>	61.90123457	81	5014	13.17536047
11-25 <i>D. brevipex</i>	58.2	35	2037	13.53383559
26 o más <i>D. brevipex</i>	55.953125	64	3581	14.95010717
Todos los Rangos	62.34545455	275	17145	14.17154827

Análisis de Varianza (Número de <i>D. brevipex</i> versus Tamaño de Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Largo de Planta	6899.080988	3	2299.694	48129.10083	271	177.5982	12.94886	6.2573E-08

Prueba de Duncan ; Para la variable: Tamaño de Planta como respuesta a número de <i>D. brevipex</i> de todas las plantas (Variedad, Hawaii)				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	0 <i>D. brevipex</i>	1-10 <i>D. brevipex</i>	11-25 <i>D. brevipex</i>	26 o más <i>D. brevipex</i>
	M=68.558	M=61.901	M=58.200	M=55.953
0 <i>D. brevipex</i>		0.006393	4.19E-05	2.97956E-06
1-10 <i>D. brevipex</i>	0.006393196		0.129366	0.019836253
11-25 <i>D. brevipex</i>	4.18824E-05	0.129366		0.357222891
26 o más <i>D. brevipex</i>	2.97956E-06	0.019836	0.357223	

De los análisis que incluyeron a plantas adicionales a las 200 plantas marcadas (91 adicionales cosechadas y evaluadas al final del ensayo), se puede verificar que las plantas que no fueron infestadas mantuvieron un tamaño significativamente mayor que aquellas que fueron infestadas incluso con niveles de infestación relativamente bajos como sucedió con plantas infestadas por rangos de 1-10 *D. brevipus*, donde la diferencia en tamaño fue de casi 7 cm y de más de 12 cm en relación con plantas más severamente infestadas (más de 26 *D. brevipus* por planta).

2.1.4 Efecto del Número de *D. brevipus* por planta (incluyendo 91 adicionales en cosecha) en el número de hojas de la variedad Hawaii

Cuadro VIII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE NÚMERO DE <i>D. brevipus</i> Y RESPUESTA EN BASE AL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA				
N=291 (todas las variables estuvieron completas)				
	Medias	Numero	Sumatoria	Dev Std..
0 <i>D. brevipus</i>	33.80392	102	3448	13.4415
1-10 <i>D. brevipus</i>	35.66279	86	3067	14.86141
11-25 <i>D. brevipus</i>	31.84211	38	1210	14.17368
26 o más <i>D. brevipus</i>	33.92308	65	2205	17.71943
Todos los Rangos	34.12371	291	9930	14.96704

Análisis de Varianza (Variedad Hawaii versus Número de hojas por Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
N. de Hojas	414.579	3	138.193	64548.97	287	224.9093	0.614439	0.606136

De acuerdo a este análisis, se puede decir que al menos en esta variedad, la incidencia de *D. brevipus*, independientemente de la cantidad, no alteran el número de hojas que puede producir la planta.

2.2 RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD HAWAII A LA INTENSIDAD DE INFESTACIÓN POR *D. brevipēs*

Entiéndase por intensidad de Infestación a la proporción de el número de *D. brevipēs* encontrados dividido entre el número de veces en que la planta fue encontrada infestada; el valor máximo para este parámetro poblacional fue de 100 cochinillas/planta, correspondiente a las plantas 115 y 124.

2.2.1 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para plantas marcadas) en el peso de frutos de la variedad Hawaii

Cuadro IX: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN Y RESPUESTA EN BASE AL PESO DE FRUTO				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 19				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Intensidad 0	1.911818	99	189.27	0.857814
Intensidad de 1 –2.9	1.77	3	5.31	1.397748
Intensidad 3-5.9	1.25	2	2.5	1.06066
Intensidad mayor a 6	1.402	5	7.01	0.3253
Todos los Rangos	1.872385	109	204.09	0.858697

Análisis de Varianza (Intensidad de Infestación versus Peso de Fruto)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Peso de Fruto	3.236943	4	0.809236	10.66464	14	0.76176	1.062324	0.411261

A pesar de las grandes diferencias que se pueden observar, el muy reducido número de plantas con fruto (19 de 200 plantas marcadas que representan 9.5%), no permitió determinar en este caso las diferencias estadísticas que si se demostraron cuando se consideraron otras plantas (no marcadas), que en este caso no pudieron ser consideradas ya que no existe un registro histórico para las mismas. De cualquier forma, siempre los frutos

no infestados alcanzaron un peso mayor que aquellos que fueron infestados por las cochinillas.

2.2.2 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para plantas marcadas) en el tamaño de plantas de la variedad Hawaii

Cuadro X: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN Y RESPUESTA EN BASE AL TAMAÑO DE LA PLANTA				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 184				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Intensidad 0	63.82278	79	5042	13.61632
Intensidad de 1 -2.9	59.87097	31	1856	15.4094
Intensidad 3-5.9	58.47619	21	1228	12.93298
Intensidad mayor a 6	53.69811	53	2846	15.22092
Todos los Rangos	59.63043	184	10972	14.83256

Análisis de Varianza (Intensidad de Infestación versus Tamaño de Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Largo de Planta	3283.459	3	1094.486	36977.41	180	205.4301	5.327781	0.001537

Prueba de Duncan ; Para la variable: tamaño de planta como respuesta a intensidad de infestación para plantas marcadas				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	I.Infest 0	I.Infest 1-2.9	I.Infest 3-5.9	I.Infst > 6
	M=63.823	M=59.871	M=58.476	M=53.698
Intensidad 0		0.242715	0.136311	0.004916
Intensidad de 1 -2.9	0.242715		0.680104	0.084282
Intensidad 3-5.9	0.136311	0.680104		0.157811
Intensidad mayor a 6	0.004916	0.084282	0.157811	

El tamaño de las plantas fue significativamente mayor para aquellas no infestadas que para las que tuvieron mayor intensidad de infestación, aunque las diferencias entre ellas son relativamente pequeñas ya que mientras que las no infestadas alcanzaron una altura algo más de 11 cm que las más severamente infestadas.

2.2.3 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para plantas marcadas) en el número de hojas.

Cuadro XI: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN Y RESPUESTA EN BASE AL NÚMERO DE HOJAS				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 200				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Intensidad 0	35.89888	89	3195	15.97017
Intensidad de 1 -2.9	36	34	1224	18.64338
Intensidad 3-5.9	38.52381	21	809	12.6476
Intensidad mayor a 6	30.69643	56	1719	18.49415
Todos los Rangos	34.735	200	6947	16.971

Análisis de Varianza (Intensidad de Infestación versus Número de Hojas)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Número de Hojas	1389.788	3	463.2626	55925.17	196	285.3325	1.623589	0.185191

Del análisis se desprende que no hubo una reducción en el número de hojas producida por la planta, por tanto asumimos que esta característica no es afectada por la intensidad de infestación de *D. brevipes*, aún a niveles mayores de intensidad 6 cochinillas/planta durante todo el período de muestreo.

2.3 RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD HAWAII A LA PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN POR *D. brevipes* (COCHINILLAS)

La persistencia, medida en este caso por la frecuencia con que cada planta fue infestada por algún nivel poblacional de cochinillas, es uno de los parámetros de mayor importancia para determinar efectos directos e indirectos sobre la planta. En base a esta característica de infestación se analizaron las respuestas de la planta en los valores ya mencionados previamente. El valor máximo de este parámetro poblacional fue de 100% para la planta 158.

2.3.1 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para plantas marcadas) en el peso de frutos de la variedad Hawaii

Cuadro XII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN Y RESPUESTA EN BASE AL PESO DE FRUTOS				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 19				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca infestada	2.298889	9	20.69	0.782343
Infestada 1-25%	1.962	5	9.81	0.672473
Infestada 26-50%	1.002	5	5.01	0.657891
Infestada > 50%	—	0	0	0
Todos los Rangos	1.868947	19	35.51	0.878812

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación versus Peso de Frutos)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Peso de Fruto	5.46493	2	2.732465	8.436649	16	0.527291	5.182086	0.018401

Prueba de Duncan ; Para la variable: Peso de fruto como respuesta a persistencia de infestación para plantas marcadas				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Nunca Inf	Inf 1-25%	Inf 26-50%	Inf > 50%
	M=2.2989	M=1.9620	M=1.0020	M=0.0000
Nunca Infestada		0.438548	0.009786	—
Infestada 1-25%	0.438548		0.037884	—
Infest. 26-50%	0.009786	0.037884		—
Infestada > 50%	—	—	—	

De acuerdo con este análisis, se puede observar que la persistencia de *D. brevipennis* en las plantas es probablemente el factor de mayor influencia en las características del fruto en esta variedad, ya que si la planta es infestada en más del 26% de su período vegetativo, se tendrá como consecuencia una merma sustancial en el producto final del orden del 43.6% en peso de fruto.

2.3.2 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para plantas marcadas) en el largo por ancho de frutos de la variedad Hawaii

Cuadro XIII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN Y RESPUESTA EN BASE AL LARGO POR ANCHO DE FRUTOS				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 25				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca Infestada	121.5556	9	1094	37.82893
Infestada 1-25%	117.6	5	588	40.03498
Infestada 26-50%	58.625	8	469	41.05114
Infestada > 50%	27.58333	3	82.75	13.50077
Todos los Rangos	89.35	25	2233.75	50.9669

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación versus Peso de Frutos)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Largo por ancho	32322.66	3	10774.22	30020.34	21	1429.54	7.536845	0.001317

Prueba de Duncan : Para la variable: Largo por ancho de fruto como respuesta a persistencia de infestación para plantas marcadas				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Nunca Inf	Inf 1-25%	Inf 26-50%	Inf > 50%
	M=121.56	M=117.60	M=58.625	M=27.583
Nunca Infest.		0.867784	0.018027	0.00114
Infestada 1-25%	0.867784		0.020265	0.00137
Infest. 26-50%	0.018027	0.020265		0.199979
Infestada > 50%	0.00114	0.00137	0.199979	

Con la finalidad de confirmar los efectos de *D. brevipes* sobre la respuesta de la planta en relación con los frutos, en este caso se consideró también la relación con la longitud de fruto multiplicada por su ancho (tal como fueron tomadas en el campo), es necesario resaltar aquí que previamente se analizó la relación del peso de fruto con el largo y luego con el ancho del mismo, encontrándose que la proporción que mejor relacionaba estas

medidas con el peso fue la que aquí se considera. Para este caso los rangos de persistencia de infestación fueron los mismos que se indicaron para peso de fruto.

2.3.3 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para plantas marcadas) en el tamaño de plantas de la variedad Hawaii

Cuadro XIV: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN Y RESPUESTA EN BASE AL TAMAÑO DE PLANTA				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 184				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca Infestada	63.82278	79	5042	13.61632
Infestada 1-25%	59.77083	48	2869	15.25561
Infestada 26-50%	54.17391	46	2492	14.51942
Infestada > 50%	51.72727	11	569	13.8859
Todos los Rangos	59.63043	184	10972	14.83256

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación versus Tamaño de Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	df Error	MS Error	F	P
Largo de planta	3446.081	3	1148.694	36814.79	180	204.5266	5.616353	0.001056

Prueba de Duncan ; Para la variable: Tamaño de planta como respuesta a persistencia de infestación para plantas marcadas				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Nunca Inf	Inf 1-25%	Inf 26-50%	Inf > 50%
	M=63.823	M=59.771	M=54.174	M=51.727
Nunca Infest.		0.294576	0.016952	0.00318
Infestada 1-25%	0.294576		0.147684	0.048076
Infest 26-50%	0.016952	0.147684		0.526813
Infestada > 50%	0.00318	0.048076	0.526813	

De acuerdo con nuestros muestreos, las plantas no infestadas en ninguna oportunidad durante el período vegetativo tuvieron un mayor tamaño que aquellas que fueron infestadas en más de 10% del período, con una diferencia de más de 12 cm.

2.3.4 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para plantas marcadas) en el número de hojas de plantas de la variedad Hawaii

Cuadro XV: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN Y RESPUESTA EN BASE AL NÚMERO DE HOJAS DE LA PLANTA				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca Infestada	35.89888	89	3195	15.97017
Infestada 1-25%	37.63462	52	1957	19.23134
Infestada 26-50%	30	48	1440	14.27392
Infestada > 50%	32.27273	11	355	21.75358
Todos los Rangos	34.735	200	6947	16.971

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación versus Número de Hojas de Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Número de Hojas	1700.626	3	566.8752	55614.33	196	283.7466	1.997822	0.115636

Según se observa, no se pudo encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes rangos en relación con el número de hojas por planta entre plantas infestadas y no infestadas de la variedad Hawaii; lo que coincide con otros aspectos previamente descritos y discutidos.

3. VARIEDAD MD2

3.1 RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD MD2 AL NÚMERO DE *D. brevipes* POR PLANTA

El valor máximo de *D. brevipes* por planta fue de 271 *D. brevipes* para la planta 87 en el registro histórico (a lo largo de todo el período vegetativo y de 250 *D. brevipes* para la planta 116.

3.1.1 Efecto del número de *D. brevipes* por planta a lo largo del todo el período vegetativo (incluyendo 31 adicionales en cosecha) en el peso de frutos de la variedad MD2

Cuadro XVI: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE NÚMERO DE <i>D. brevipes</i> POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE AL PESO DEL FRUTO (MD2)				
N=231 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
0 <i>D. brevipes</i>	3.254054	37	120.4	1.086430085
1-10 <i>D. brevipes</i>	3.171154	78	247.35	1.122685765
11-25 <i>D. brevipes</i>	2.734783	46	125.8	1.165898298
26 o más <i>D. brevipes</i>	2.756429	70	192.95	1.335765574
Todos los Rangos	2.971861	231	686.5	1.208137445

Análisis de Varianza (Número de <i>D. brevipes</i> por planta versus Peso del Fruto)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Peso del Fruto	11.87866	3	3.959552	323.828443	227	1.426557	2.7756	0.042137

Prueba de Duncan ; Para la variable: Peso de Fruto como respuesta a número de <i>D. brevipes</i> por planta				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	0 <i>D. brevipes</i>	1-10 <i>D. brevipes</i>	11-25 <i>D. brevipes</i>	26 o más <i>D. brevipes</i>
	M=3.2541	M=3.1712	M=2.7348	M=2.7564
0 <i>D. brevipes</i>		0.721586	0.039762	0.041932971
1-10 <i>D. brevipes</i>	0.721586		0.075727	0.074631015
11-25 <i>D. brevipes</i>	0.039762	0.075727		0.925873636
26 o más <i>D. brevipes</i>	0.041933	0.074631	0.925874	

Como se puede apreciar, en esta variedad (MD2) el número de *D. brevipēs* fue un factor que incidió significativamente en el peso del fruto al momento de la cosecha, poblaciones elevadas que corresponden a más de 10 *D. brevipēs* por planta, (en este análisis se tomaron en cuenta tanto las cochinillas contadas en el transcurso del ensayo como aquellas encontradas al momento de la cosecha). Las plantas infestadas con tales valores dieron frutos con peso promedio de 2.73 a 2.75 lb., lo que significa aproximadamente 0.5 lb. menos que en el peso de los frutos de plantas no infestadas. Por otro lado, en esta variedad (lo contrario de lo sucedido con la Hawaii) 93.07% (231) de las plantas dieron frutos que en una elevada proporción corresponden a los promedios para la variedad.

3.1.2 Efecto del número de *D. brevipēs* por planta a lo largo del todo el período vegetativo (incluyendo 31 adicionales en cosecha) en el tamaño de planta de la variedad MD2

Cuadro XVII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE NÚMERO DE <i>D. brevipēs</i> POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE AL TAMAÑO DE PLANTA (MD2)				
N=231 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
0 <i>D. brevipēs</i>	98.35946	37	3639.3	20.40187
1-10 <i>D. brevipēs</i>	95.90513	78	7480.6	19.05953
11-25 <i>D. brevipēs</i>	97.01087	46	4462.5	11.6077
26 o más <i>D. brevipēs</i>	92.74857	70	6492.4	20.39684
Todos los Rangos	95.5619	231	22074.8	18.49497

Análisis de Varianza (Número de <i>D. brevipēs</i> por Planta versus Tamaño de Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	df	MS	SS	df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Largo de planta	949.3782	3	316.4594	77725.35	227	342.4024	0.924232	0.429801

No se observó ni se pudo encontrar diferencias en el tamaño de planta en relación con el número de *D. brevipes* encontradas en ellas, independientemente de la presión poblacional; a diferencia de la Hawaii, esta variedad no parece ser afectada en este aspecto por la presencia del insecto.

3.1.3 Efecto del número de *D. brevipes* por planta (incluyendo 31 adicionales en cosecha) en el número de hojas de la variedad MD2

Cuadro XVIII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE NÚMERO DE <i>D. brevipes</i> POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE AL NÚMERO DE HOJAS (MD2)				
N=231 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
0 <i>D. brevipes</i>	28.21622	37	1044	11.20053
1-10 <i>D. brevipes</i>	23.94872	78	1868	12.95135
11-25 <i>D. brevipes</i>	25.52174	46	1174	11.30534
26 o más <i>D. brevipes</i>	26.8	70	1876	10.69688
Todos los Rangos	25.80952	231	5962	11.72801

Análisis de Varianza (Número de <i>D. brevipes</i> por Planta versus Número de Hojas por Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	df	MS	SS	Df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Número de hojas	556.8756	3	185.6252	31078.74	227	136.9108	1.355812	0.257148

Al igual que en el caso anterior, no fue posible encontrar diferencias estadísticamente significativas entre el número de hojas producidas por plantas no infestadas en relación con aquellas con niveles elevados de infestación; por lo que al parecer la variedad MD2 no parece ser afectada en sus aspectos vegetativos por el insecto.

3.2 RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD MD2 A LA INTENSIDAD DE INFESTACIÓN POR *D. brevipès*

El valor máximo de intensidad de infestación para la variedad MD2 fue de 65.25 cochinillas/planta para la planta 56.

3.2.1 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (solo para las 200 plantas marcadas) en el peso de frutos de la variedad MD2

Cuadro XIX: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE AL PESO DEL FRUTO (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Intensidad 0	3.310344828	58	192	1.088608
Intensidad de 1 -2.9	2.982051282	39	116.3	1.032211
Intensidad 3-5.9	3.095238095	42	130	1.234406
Intensidad 6 o más	2.445081967	61	149.15	1.146905
Todos los Rangos	2.93725	200	587.45	1.172143

Análisis de Varianza (Intensidad de Infestación por Planta versus Peso de Fruto)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Peso de Fruto	23.97618629	3	7.992062	249.4338	196	1.272621	6.28	0.000433

Prueba de Duncan ; Para la variable: Peso del fruto como respuesta a intensidad de infestación por planta				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Intensidad 0	Intensidad de 1 -2.9	Intensidad 3-5.9	Intensidad 6 o mas
	M=3.3103	M=2.9821	M=3.0952	M=2.4451
Intensidad 0		0.179357	0.34953	0.000327
Intensidad de 1 -2.9	0.179357064		0.622535	0.019533
Intensidad 3-5.9	0.349529594	0.622535		0.006533
Intensidad 6 o más	0.000327423	0.019533	0.006533	

En este análisis donde se relaciona el número de *D. brevipēs* con la persistencia y distribución de la población en el campo, se puede observar la notable influencia de ambos factores de expresión poblacional sobre el peso de los frutos cosechados; en este caso, las plantas nunca infestadas (intensidad = 0) superaron significativamente a las plantas más infestadas, con una diferencia de peso de casi 1 lb. (0.87 lb.) lo que significa un 26.14% de merma en el peso promedio de los frutos.

3.2.2 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (para 200 plantas marcadas) en relación largo por ancho del fruto de la variedad MD2

CuadroXX: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE A LA RELACIÓN LARGO POR ANCHO DEL FRUTO (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Intensidad 0	164.1595	58	9521.25	42.88082
Intensidad de 1 -2.9	154.5385	39	6027	49.59877
Intensidad 3-5.9	154.0417	42	6469.75	50.89342
Intensidad 6 o más	137.7008	61	8399.75	55.32739
Todos los Rangos	152.0888	200	30417.75	50.60571

Análisis de Varianza (Intensidad de infestación por planta versus Largo por ancho de fruto)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	df	MS	SS	Df	MS	F	p
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Largo por ancho del fruto	21472.74	3	7157.58	488154	196	2490.582	2.873859	0.037424

Prueba de Duncan ; Para la variable: Largo por Ancho del fruto como respuesta a intensidad de infestación por planta				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Intensidad 0	Intensidad de 1 -2.9	Intensidad 3-5.9	Intensidad 6 o mas
	M=164.16	M=154.54	M=154.04	M=137.70
Intensidad 0		0.344226	0.352096	0.015536
Intensidad de 1 -2.9	0.344226		0.961051	0.118315
Intensidad 3-5.9	0.352096	0.961051		0.108179
Intensidad 6 o más	0.015536	0.118315	0.108179	

Este análisis complementario corrobora en parte los resultados obtenidos en relación con el peso de los frutos, especialmente en lo que concierne a plantas no infestadas y de alta intensidad de infestación. Es necesario contemplar también que este es una asociación de una variable independiente (intensidad de infestación) comparada contra dos variables de respuesta y que cada una de ellas muestra una variabilidad individual.

3.2.3 Efecto de la intensidad de infestación por planta a lo largo del todo el período vegetativo (para 200 plantas marcadas) en el tamaño de plantas de la variedad MD2

Cuadro XXI: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE AL TAMAÑO DE PLANTA (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Intensidad 0	97.43103	58	5651	17.49698
Intensidad de 1 -2.9	96.38462	39	3759	10.59137
Intensidad 3-5.9	94.19048	42	3956	19.05222
Intensidad 6 o más	90.67213	61	5531	20.37705
Todos los Rangos	94.485	200	18897	17.79891

Análisis de Varianza (Intensidad de Infestación por Planta versus Tamaño de Planta)

Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$

	SS	Df	MS	SS	df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Largo de planta	1534.581	3	511.5271	61508.87	196	313.8208	1.629997	0.183719

Aunque las plantas con intensidad de infestación por *D. brevipes* elevada (6 o más *D. brevipes* por planta), tuvieron un tamaño menor que aquellas sin infestación de casi 7 cm en promedio, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellas y consecuentemente tampoco con las plantas que tuvieron intensidades menores.

3.2.4 Efecto de intensidad de infestación de *D. brevipes* por planta a lo largo del todo el período vegetativo (para 200 plantas marcadas) en el número de hojas de la variedad MD2

CuadroXXII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE AL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Intensidad 0	29.60345	58	1717	7.772962
Intensidad de 1 -2.9	29.58974	39	1154	8.197297
Intensidad 3-5.9	27.02381	42	1135	8.116494
Intensidad 6 o más	26.31148	61	1605	8.965751
Todos los Rangos	28.055	200	5611	8.38232

Análisis de Varianza (Intensidad de Infestación por Planta versus Número de Hojas por Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	df	MS	SS	Df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Número de hojas	461.0216	3	153.6739	13521.37	196	68.9866	2.22759	0.086254

En base a las observaciones y este análisis se puede determinar que aunque aparentemente hubo un menor número de hojas en plantas severamente infestadas, esto no puede ser demostrado en base a la información obtenida en el presente trabajo.

3.3 RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD MD2 A LA PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN POR *D. brevipes*

El valor máximo de porcentaje de persistencia de *D. brevipes* fue de 83.33 correspondiente a la planta 172.

3.3.1 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo (solo para las 200 plantas marcadas) en el peso de frutos de la variedad MD2

Cuadro XXIII: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE AL PESO DE FRUTO (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca Infestada	3.310344828	58	192	1.088607618
Infestada 1-25%	2.938636364	66	193.95	1.234279468
Infestada 26-50%	2.815454545	55	154.85	1.034894552
Infestada > 50%	2.221428571	21	46.65	1.211463106
Todos los Rangos	2.93725	200	587.45	1.172143138

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación por Planta versus Peso de Fruto por Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Peso de fruto	19.64999634	3	6.549999	253.7599912	196	1.294694	5.05911	0.002136

Prueba de Duncan ; Para la variable: Peso de fruto como respuesta a persistencia de infestación por planta				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Nunca Infest.	Infest 1-25%	Infest 26-50%	Infest > 50%
	M=3.3103	M=2.9386	M=2.8155	M=2.2214
Nunca Infestada		0.140404	0.062724	3.26543E-05
Infestada 1-25%	0.140403756		0.625142	0.006202223
Infest. 26-50%	0.062724315	0.625142		0.018475957
Infestada > 50%	3.26543E-05	0.006202	0.018476	

Tal como se muestra en la relación de intensidad de infestación, la persistencia de la infestación de *D. brevipes* en la planta es un factor importante que repercute en el peso del fruto de piña al momento de la cosecha; las diferencias observadas en este ensayo muestran una merma considerable del peso del fruto cuando la planta fue infestada en más de 50% de las veces en que fue muestreada; para este caso el promedio frutos producidos por plantas de MD2 que nunca fueron infestadas fue de 3.31 libras en relación con 2.9 lb. cuando fue encontrada infestada en 1 a 25% de veces, 2,82 cuando fue infestada entre 26 y 50% y 2.22 lb. para el último rango donde la diferencia fue estadísticamente significativa con una merma de 32.9% en peso.

3.3.2 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo (para 200 plantas marcadas) en la proporción largo por ancho del fruto de la variedad MD2

Cuadro XXIV: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE A LA RELACIÓN LARGO POR ANCHO DEL FRUTO (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca Infestada	164.1595	58	9521.25	42.88082
Infestada 1-25%	153.9962	66	10163.75	54.02057
Infestada 26-50%	146.9682	55	8083.25	45.33224
Infestada > 50%	126.1667	21	2649.5	63.21315
Todos los Rangos	152.0888	200	30417.75	50.60571

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación por Planta versus Largo por Ancho de Fruto)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	df	MS	F	p
Largo por ancho del fruto	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
	24244.04	1	8081.347	485382.7	199	2436.642	3.263289	0.022522

Prueba de Duncan ; Para la variable: Largo por ancho del fruto como respuesta a persistencia de infestación por planta				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Nunca Infest.	Infest. 1-25%	Infest 26-50%	Infest > 50%
	M=164.16	M=154.00	M=146.97	M=126.17
Nunca Infestada		0.356695	0.141844	0.00107
Infestada 1-25%	0.356695		0.523888	0.01571
Infest 26-50%	0.141844	0.523888		0.059233
Infestada > 50%	0.00107	0.01571	0.059233	

Este análisis confirma los resultados obtenidos para la relación de la variable en estudio con respecto a las características de fruto que es notablemente más pequeño y de menor peso cuando la planta ha sido infestada en más del 50% de veces que fue muestreada.

3.3.3 Efecto de la persistencia de infestación por planta a lo largo de todo el período vegetativo (para 200 plantas marcadas) en el tamaño de plantas de la variedad MD2

Cuadro XXV: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE TAMAÑO DE LA PLANTA (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca Infestada	97.43103	58	5651	17.49698
Infestada 1-25%	94.7197	66	6251.5	16.0418
Infestada 26-50%	95.4	55	5247	12.25591
Infestada > 50%	83.21429	21	1747.5	29.60936
Todos los Rangos	94.485	200	18897	17.79891

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación por Planta versus Tamaño de Planta)								
Los efectos marcados en rojo son estadísticamente significativos al nivel de $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
Tamaño de planta	3220.681	3	1073.56	59822.77	196	305.2182	3.517353	0.016152

Prueba de Duncan ; Para la variable: Tamaño de la Planta como respuesta a Persistencia de Infestación por planta				
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$				
	Nunca infest.	Infest 1-25%	Infest 26-50%	Infest > 50%
	M=97.431	M=94.720	M=95.400	M=83.214
Nunca infestada		0.51342	0.599817	0.000463
Infestada 1-25%	0.51342		0.860512	0.002961
Infest 26-50%	0.599817	0.860512		0.002348
Infestada > 50%	0.000463	0.002961	0.002348	

Nuevamente, se observa que la persistencia por más del 50% de período vegetativo de *D. brevipes* en la planta afecta diversos aspectos de esta, entre los que observamos aquí una reducción significativa en el tamaño en más de 14 cm en relación con las plantas no infestadas.

3.3.4 Efecto de persistencia de infestación de *D. brevipis* por planta a lo largo de todo el período vegetativo (para 200 plantas marcadas) en el número de hojas de la variedad MD2

Cuadro XXVI: COMPARACIONES ENTRE RANGOS DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN POR PLANTA Y RESPUESTA EN BASE NÚMERO DE HOJAS DE LA PLANTA (MD2)				
N=200 (Ninguna muestra perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev .Std..
Nunca infestada	29.60345	58	1717	7.772962
Infestada 1-25%	27.07576	66	1787	7.855053
Infestada 26-50%	27.85455	55	1532	8.788499
Infestada > 50%	27.38095	21	575	10.35121
Todos los Rangos	28.055	200	5611	8.38232

Análisis de Varianza (Persistencia de Infestación por Planta versus Número de Hojas por Planta)								
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS	F	P
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error		
Número de hojas	214.1057	3	71.36858	13768.29	196	70.24637	1.015975	0.386693

Este análisis demuestra que las plantas de MD2 tienen un número relativamente constante de hojas, lo que no es afectado por la persistencia de la población de *D. brevipis*.

4. EFECTOS DE LOS VIRUS EN LAS PLANTAS DE PIÑA

Lamentablemente, debido a factores ajenos a los responsables de este trabajo y al lamentable fallecimiento del Dr. Orencio Fernández durante el transcurso de la investigación, solo algunas muestras seleccionadas (16 muestras de MD2 y 29 de Hawaii), obtenidas al momento de la cosecha pudieron ser analizadas gentilmente por personal del MIDA: Análisis de Virología efectuado por el Ing. Agr. Amed Arcia de la Sección Virología (Departamento de Diagnóstico de la Dirección de Sanidad Vegetal del Ministerio de Desarrollo Agropecuario; quien utilizó RT-PCR para la cual se extrajo el RNA total de cada muestra - 200mg pulverizado en nitrógeno líquido) y que como era de prever, dos

formas de Closterovirus fueron detectadas en plantas de ambas variedades (PMWaV-1 y PMWaV-2, que corresponden tanto a plantas normales (con frutos de tamaño y peso característicos de la variedad correspondiente) como en plantas que no dieron frutos y plantas muy pequeñas; igualmente en base a las escasas muestras que tenemos, las plantas afectadas por virus lo estaban independientemente de la presencia, ausencia o persistencia de *D. brevipès*.

De acuerdo con los resultados de dicho trabajo de laboratorio sobre la identificación y verificación de la presencia de virus, en la variedad MD2 resultaron infestadas el 31.25 % de muestras (25.0 % por PMWaV-1 y 6.25 % por PMWaV-2), en tanto que para la variedad Hawaii se encontró una mayor proporción de infestación ya que el 69.31 % de las muestras resultaron positivas (62.07 % para el virus PMWaV1 y 17.24 % para PMWaV-2). Tal como se pudo observar en los análisis estadísticos efectuados, con relación a los factores que se muestran en los cuadros a continuación. La única relación efectiva se pudo demostrar en función de la respuesta de la planta en tamaño, donde las plantas no infestadas por ninguno de los virus fueron significativamente más grandes que las afectadas por el virus PMWaV-2.

Cuadro XXVII: RELACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS E INFESTACIÓN POR <i>D. brevipes</i> DE LAS MUESTRAS DE LA VARIEDAD MD2, ANALIZADAS PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE LOS CLOSTEROVIRUS										
Planta	Closterovirus		Número Cochinilla	Inten. Infest.	% Persis	Peso fruto	Largo fruto	Ancho fruto	Tamaño planta	Número hojas
	PMWaV-1	PMWaV-2								
41 D	+	-	11	5	16.67	5.0	16	14	114	29
47 D	-	-	0	0	0	4.0	15	13	103	29
75 D	-	-	4	3.0	7.69	5.75	17	14	106	23
85 D	+	-	150	11	13.67	No	No	No	65	35
95 D	-	-	11	14	1.5	1.5	9.5	9.5	78	20
104 D	-	-	8	0	0	1.5	9.5	9.0	76	17
117 D	-	-	25	2	28.57	1.0	9.0	8.0	74	22
126 D	+	-	5	5	14.29	0.5	5.5	7.0	78	24
127 D	-	+	21	21	20	1.5	11.5	10.0	75	18
130 D	-	-	0	0	0	3.45	14.0	11.5	95	23
137 D	-	-	5	5	20	3.5	15.0	12.0	92	27
148 D	+	-	80	26.67	75.0					
153 D	-	-	65	9	42.86	No	No	No	113	50
169 D	-	-	10	10	20	1.5	11.0	9.5	89	29
171 D	-	-	51	17	37.5	0.8	9.0	8.0	70	27
174 D	+	-	7	2.33	50.0	4.0	16.0	12.5	101	27
Cuadro XXVIII: RELACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS E INFESTACIÓN POR <i>D. brevipes</i> DE LAS MUESTRAS DE LA VARIEDAD HAWAII ANALIZADAS PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE LOS CLOSTEROVIRUS										
Planta	Closterovirus		Número cochinilla	I. Infest.	% Persis	Peso fruto	Largo fruto	Ancho fruto	Tamaño planta	Número hojas
	PMWVa-1	PMWVa-2								
4 H	+	-	63	14	20	No	No	No	38	25
9 H	+	-	0	0	0	No	No	No	70	41
20 H	+	-	17	0	0	No	No	No	58	33
23 H	+	-	33	33	14.29	No	No	No	22	33
27 H	+	-	2	2	14.29	No	No	No	54	34
38 H	+	-	21	0	0	No	No	No	57	40
52 H	+	-	27	1	20	No	No	No	47	31
55 H	+	-	9	0	0	No	No	No	51	35
61 H	+	-	0	0	0	No	No	No	80	32
68 H	+	-	4	1	16.67	2.06	12.0	10.0	80	30
83 H	-	-	0	0	0	2.25	9.0	9.0	80	28
100 H	+	-	73	14.6	38.46		4.0	5.0	43	25
135 H	+	-	0	0	0	2.75	15.0	10.0	82	42
191 H	+	-	0	0	0	3.06	14.0	11.0	78	45
249 H	+	-	0	0	0	3.63	16.0	12.0	79	34
253 H	-	+	0	0	0	3.13	14.0	11.0	80	40
265 H	+	-	0	0	0	1.0	9.0	8.5	66	29
206 H	-	+	0	0	0	0.94	8.0	8.0	70	35
212 H	+	-	2			2.5	13.0	11.0	75	44
216 H	+	-	2			3.0	16.0	12.0	84	53
217 H	+	-	1			1.5	10.0	9.5	66	35
261 H	-	+	0			0.75	7.0	7.0	35	19
268 H	-	+	18			0.5	6.0	6.5	47	-
272 H	-	-	2			2.5	11.0	10.0	70	24
222 H	-	-	11			2.13	12.0	11.0	69	53
240 H	-	-	23			1.0	9.0	9.0	55	21
241 H	-	+	10			0.63	17.0	6.5	48	28
243 H	-	+	0			0.5	4.0	6.0	47	27
244 H	-	-	7			1.0	9.0	9.0	58	20

4.1 Análisis de la relación entre la presencia de *D. brevipes* en plantas afectadas por los Closterovirus PMWaV-1 y PMWaV-2

Cuadro XXIX: RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE <i>D. brevipes</i> POR PLANTA Y PRESENCIA DE VIRUS				
N=45 (Ninguna variable perdida)				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	23.250	16	372	38.584
PMWaV-1	16.227	22	357	24.648
PMWaV-2	7.000	7	49	9.327
Todos los Grupos	17.289	45	778	28.977

Cuadro XXX: RELACIÓN ENTRE INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE PLANTA POR <i>D. brevipes</i> Y PRESENCIA DE VIRUS				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 28				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	5.917	12	71	6.067
PMWaV-1	6.973	15	104.6	10.493
PMWaV-2	21.000	1	21.0	0.000
Todos los Grupos	7.0214	28	196.6	8.9369

Cuadro XXXI: RELACIÓN ENTRE PORCENTAJE DE PERSISTENCIA DE INFESTACIÓN DE PLANTA POR <i>D. brevipes</i> Y PRESENCIA DE VIRUS				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 28				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	14.316	12	171.79	15.517
PMWaV-1	18.645	15	279.67	21.311
PMWaV-2	20.000	1	20	0.000
Todos los Grupos	16.838	28	471.46	18.401

4.2 Análisis de los efectos de la presencia de Closterovirus en las características de los frutos de las plantas afectadas

Efecto sobre el peso del fruto

Cuadro XXXII: RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VIRUS Y EL PESO DEL FRUTO				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 43				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	1.993	16	31.88	1.548
PMWaV-1	1.450	20	29.00	1.655
PMWaV-2	1.136	7	7.95	0.945
Todos los Grupos	1.601	43	68.83	1.526

Efecto en el largo del fruto

Cuadro XXXIII: RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VIRUS Y EL LARGO DEL FRUTO				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 44				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	9.938	16	159.0	4.665
PMWaV-1	6.976	21	146.5	6.939
PMWaV-2	9.643	7	67.5	4.679
Todos los Grupos	8.477	44	373	5.929

Efecto en el ancho del fruto

Cuadro XXXIV: RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VIRUS Y EL ANCHO DEL FRUTO				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 44				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	8.906	16	142.5	3.878
PMWaV-1	5.833	21	122.5	5.496
PMWaV-2	7.857	7	55.0	1.930
Todos los Grupos	7.273	44	320.0	4.677

4.3 Análisis de los efectos de la presencia de Closterovirus en otras características de las plantas afectadas

Efectos sobre el tamaño de planta

Cuadro XXXV: RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VIRUS Y EL TAMAÑO DE LA PLANTA AFECTADA				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 44				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	80.813	16	1293	17.213
PMWaV-1	67.762	21	1423	21.347
PMWaV-2	57.429	7	402	17.252
Todos los Grupos	70.864	44	3118	20.682

Análisis de Varianza (Presencia de Virus versus Tamaño de la Planta)								
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$								
	SS	Df	MS	SS	Df	MS		
	Efecto	Efecto	Efecto	Error	Error	Error	F	p
T. PLANTA	3049.221	2	1524.61	15343.96	41	374.243	4.073852	0.024336

Prueba de Duncan ; Para la variable: Tamaño de la Planta como respuesta a Presencia de Virus en la Planta			
Las diferencias marcadas en rojo son significativas a $p < .05000$			
	Sin Virus	PMWaV-1	PMWaV-2
	M=80.813	M=67.762	M=57.429
Sin Virus		0.108218	0.007284
PMWaV-1	0.108218		0.200733
PMWaV-2	0.007284	0.200733	

Efecto en el número de hojas

Cuadro XXXVI: RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VIRUS Y EL NÚMERO DE HOJAS DE LA PLANTA AFECTADA				
Valor mínimo de N para cualquier variable: 44				
	Medias	Número	Sumatoria	Dev. Std..
Sin Virus	28	16	448	10.20457
PMWaV-1	34.33333	21	721	7.492218
PMWaV-2	38.28571	7	268	28.76175
Todos los Grupos	32.65909	44	1437	13.87308

FIGURAS



Fig. 1 Colonia de *D. brevipes* en la base de hoja



Fig. 2a Parcela de la Variedad Cayena lisa



Fig. 2b Parcela de la Variedad MD2



Fig. 3 Colonización inducida de cochinilla y marcado de plantas.



Fig. 4 Evaluaciones de campo



Fig. 5 Marcado de zona testigo (Planta tratada)



Fig.6 Tratamiento de las Plantas Testigo.



Fig.7 Medición de tamaño de planta al momento de la cosecha.



Fig. 8. Mediciones del fruto en la cosecha.



Fig. 9 Pesado de frutos al momento de la cosecha.



Fig. 10 Evaluación de cochinilla en la raíz.



Fig.11 Evaluación de cochinilla en las hojas secas al momento de la cosecha.



Fig.12 Evaluación de cochinilla en hojas.



Fig.13 Toma de muestras de hoja para el análisis de presencia de virus.



Fig.14 Bolsa tipo "Ziploc" para la muestra de hoja en el análisis de virus.



Fig. 15 Marcado de muestra de hoja para análisis de virus.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que: los frutos de piña tienen una merma que varía entre 33 a 37 % en peso, dependiendo de la variedad por efecto de la infestación de *D. brevipēs* esto significa que por cada caja de piña de MD2 tiene una pérdida que varía entre 2.63 a 5.23 dólares y para Hawaii de 1.67 a 2.41 dólares.

1. Distribución de *D. brevipēs* en la planta en la temporada seca y húmeda.

Aparentemente, *D. brevipēs* se encuentran igualmente distribuidas tanto en la raíz, en el cuello de la planta como en las hojas funcionales (especialmente las que se encuentran más abajo), el desarrollo del follaje así como el desarrollo del sistema radicular tienen influencia en la distribución del insecto.

La precipitación pluvial tiene una marcada influencia en la dinámica poblacional de *D. brevipēs* que se ven favorecidas por la falta de lluvia, afectando más severamente a las plantas que sufren por falta de agua.

2. Plantas tratadas con Clorpirifos

El producto clorpirifos, aplicado en concentraciones de 64 cc/pc/galón (30.08 gr/ia/galón), tiene un notable efecto en la merma de *D. brevipēs* y protegieron a las plantas de la infestación del insecto. Como consecuencia de esta baja incidencia (intensidad de infestación general 0.5 cochinillas por planta) en relación con la elevada incidencia en plantas no tratadas (15.8 cochinillas por planta), las plantas tuvieron mayor tamaño (85.8

cm versus 77.4 cm) y mayor peso de fruto (3.45 lb. versus 2.86 lb.), que las plantas no tratadas.

Los parámetros poblacionales utilizados son representativos de la población de *D. brevipes* existentes en el campo, y pueden ser utilizados para evaluaciones convencionales en campos industriales. Es importante considerar tanto el número de *D. brevipes* encontradas como el porcentaje de plantas infestadas y especialmente hacer un seguimiento sobre la persistencia de las poblaciones en las plantas infestadas.

3. Efecto de la intensidad de infestación y persistencia de *D. brevipes* en las plantas de piña de Hawaii y MD2.

Efecto de la infestación de *D. brevipes* en el peso de frutos de la variedad Hawaii

Niveles de infestación medida en base al número de *D. brevipes* para todo el período vegetativo por planta, alcanzando valores de 26 *D. brevipes* o más, trajo como consecuencia una merma estadísticamente significativa en el peso de los frutos, esta merma fue de 361.93 g con respecto a las plantas no infestadas (2.14 lb. versus 1.35 lb.), lo que representa 37.11% de menor peso. Esto fue confirmado con la proporción largo por ancho de fruto. Se puede decir que las densidades moderadas o elevadas de *D. brevipes* por planta infestada causan una merma en el tamaño y peso de los frutos de las plantas afectadas. Con respecto al parámetro poblacional analizado como intensidad de infestación, debido al reducido número de plantas con fruto (19 de 200 plantas marcadas que representan 9.5%, este parámetro no es posible de obtener con un solo muestreo, por lo que no se pudo incluir plantas adicionales en la cosecha), por tanto no fue posible demostrar estadísticamente estas diferencias. De cualquier forma, siempre los frutos de plantas no infestadas alcanzaron un peso mayor (1.9 lb.) que aquellos que fueron infestados por *D. brevipes* (1.4 lb.).

Analizando la persistencia de *D. brevipes* en las plantas, se pudo observar que probablemente el factor de mayor influencia en las características del fruto en esta variedad, ya que si la planta es infestada en más del 26% de su período vegetativo, se tendrá como consecuencia una merma sustancial en el producto final del orden del 43.6% en peso de fruto (2.3 lb. versus 1.0 lb.); en este caso se consideró también la relación con la longitud de fruto multiplicada por su ancho (tal como fueron tomadas en campo), como medidas del tamaño del fruto encontrándose marcadas diferencias entre las plantas no infestadas (121.6) en relación a las que tuvieron más de 26% de persistencia en la infestación (58.6).

En términos generales, para las condiciones de este trabajo y para la variedad Hawaii, podemos decir que la merma por efecto de altas infestaciones de *D. brevipes* (en número de *D. brevipes* por planta y en persistencia) hubo una merma que alcanzó entre 37 y casi 44% con respecto a plantas no infestadas.

Efecto de la infestación por *D. brevipes* en el tamaño de planta de la variedad Hawaii

Se pudo verificar que las plantas no infestadas mantuvieron un tamaño significativamente mayor que aquellas que fueron infestadas incluso con niveles de infestación relativamente bajos de 1-10 *D. brevipes*, hubo una reducción de casi 7 cm y más de 12 cm en relación con plantas afectadas por más de 26 *D. brevipes* por planta. El tamaño de las plantas fue significativamente mayor para aquellas no infestadas que para las que tuvieron mayor intensidad de infestación, aunque las diferencias entre ellas son relativamente pequeñas ya que mientras que las no infestadas alcanzaron una altura algo más de 11 cm que las más severamente infestadas; sin embargo, las plantas no infestadas en ninguna oportunidad durante el período vegetativo tuvieron un mayor tamaño que aquellas que fueron infestadas en más de 10% del período, con una diferencia de más de 12 cm.

Efecto de la infestación por *D. brevipipes* en el número de hojas de la variedad Hawaii

En esta variedad, la incidencia de *D. brevipipes*, independientemente de la cantidad, no alteran el número de hojas que puede producir la planta. No hubo una reducción en el número de hojas producida por la planta en relación con la intensidad de infestación, y tampoco se pudo encontrar diferencias estadísticamente significativas entre con la relación a la persistencia de *D. brevipipes* en la planta.

Efecto de la infestación por *D. brevipipes* en el peso de frutos de la variedad MD2

En esta variedad el número de *D. brevipipes* fue un factor que incidió significativamente en el peso del fruto al momento de la cosecha, poblaciones elevadas que corresponden a más de 10 *D. brevipipes* por planta. Las plantas infestadas con tales valores dieron frutos con peso promedio de 2.73 a 2.76 lb., lo que significa aproximadamente 0.6 lb (16.4 a 17.3%) menos que en el peso de los frutos de plantas no infestadas que tuvieron un peso de 3.3 lb. Por otro lado, en esta variedad (lo contrario de lo sucedido con la Hawaii) 93.07% (231) de las plantas dieron frutos que en una elevada proporción corresponden a los promedios para la variedad. La intensidad de infestación que relaciona el número de *D. brevipipes* con la persistencia y distribución de la población en el campo, tuvo una notable influencia sobre el peso de los frutos cosechados; en este caso, las plantas nunca infestadas (Intensidad = 0) (3.3 lb.), superaron significativamente a las plantas más infestadas (2.44 lb.), con una diferencia de peso de 0.87 lb. lo que significa un 26.14% de merma en el peso promedio de los frutos. Esto fue corroborado en parte cuando se analizaron por la relación largo por ancho del fruto, especialmente en lo que concierne a plantas no infestadas y de alta intensidad de infestación. La persistencia de infestación de *D. brevipipes* en la planta repercute en el peso del fruto de esta variedad al momento de la cosecha; las diferencias observadas en este ensayo muestran una merma considerable del peso del fruto cuando la

planta fue infestada en más de 50% de las veces en que fue muestreada; así, el promedio frutos producidos por plantas nunca infestadas fue de 3.31 libras en relación con 2.9 lb. para plantas infestadas 1 a 5% de las veces en que fueron revisadas, 2.82 lb., cuando fue infestada entre 10 y 25% y 2.22 lb., cuando fueron infestadas en más de 26% de las veces, alcanzando una merma de 32.9% en peso. Cuando la respuesta fue medida en relación al largo por ancho del fruto se observó que estos son notablemente más pequeños cuando la planta ha sido infestada en más del 50% de veces que fue muestreada.

En resumen, la presencia y persistencia de *D. brevipes* en las plantas de la variedad MD2 pueden causar una merma de al menos 16%, pudiendo llegar hasta más de 30% en el peso de los frutos, especialmente si las poblaciones persisten por largo tiempo en la plantación.

Efecto de la infestación por *D. brevipes* en el tamaño de planta de la variedad MD2

No se observó ni se pudo encontrar diferencias en el tamaño de planta en relación con el número de *D. brevipes* encontradas en ellas, independientemente de la presión poblacional; a diferencia de la Hawaii, esta variedad no parece ser afectada en este aspecto por la presencia del insecto. Aunque las plantas con intensidad de infestación por *D. brevipes* de 6 o más, tuvieron 7 cm menos que las no infestadas; por otro lado, una persistencia de infestación por más del 50% de período vegetativo causan una reducción significativa en el tamaño en más de 14 cm en relación con las plantas nunca infestadas.

Efecto de la Infestación por *D. brevipes* en el número de hojas de la variedad MD2

Todos los parámetros poblacionales analizados en el presente trabajo demuestra que las plantas de esta variedad tienen un número relativamente constante de hojas, lo que no es afectado por la persistencia de la población de *D. brevipes*.

4 Presencia de closterovirus en los ensayos

El Laboratorio de Diagnóstico de la Dirección de Sanidad Vegetal del MIDA pudo determinar la presencia de dos Closterovirus en la muestras del ensayo, los cuales fueron identificados como PMWaV-1 y PMWaV-2; las muestras de MD2 fueron infestadas en 31.25 % (25.0 % por PMWaV-1 y 6.25 % por PMWaV-2). Para Hawaii la proporción fue mayor afectando al 69.31 % de las muestras (62.07 % por PMWaV1 y 17.24 % por PMWaV-2)

No se pudo demostrar relación entre las plantas afectadas por virus y la presencia, número, intensidad de infestación o persistencia de las *D. brevipes*.

5. Efectos de los virus en las plantas de los ensayos.

No se pudo demostrar que los virus afecten el peso o tamaño de los frutos en las plantas de ninguna de las dos variedades de piña estudiadas en el presente trabajo; sin embargo la variedad Hawaii que tuvo mayor incidencia de virus mostró una muy reducida proporción de plantas con frutos, lo cual puede deberse a muchos otros factores, diferentes a los analizados en el presente trabajo. En la relación de cada una de las plantas infectadas y libres de virus, no hubo diferencias en el número de hojas por planta y solamente se pudo demostrar una reducción estadísticamente significativa en el tamaño de las plantas, donde las plantas no infestadas por ninguno de los virus fueron significativamente más grandes que las afectadas por el virus PMWaV-2.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

En base a los resultados de esta investigación se recomienda:

1. Evaluar el efecto que tiene una fertilización foliar de fósforo orgánico sobre la capacidad que tenga la planta de soportar mejor la infestación de *D. brevipes* y de virus.
2. Evaluar el efecto de la provisión de agua en las plantas en la época seca, como puede ayudar a soportar mejor los problemas fitosanitarios.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA CITADA

LITERATURA CITADA

- CALDERON. 1982 Control Químico del Piojo Harinoso de la piña *Dysmicoccus brevipes* Ferris (Homoptera Pseudococcidae, en la Cuenca Baja de Papaloapán , Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma, México, 63pp.
- CORDOVA, Ma. P.1998. Respuesta funcional de *Anannas comosus* (Piña) a diferentes períodos de infestación con la chinche harinosa. Tesis. Universidad de Panamá. Panamá, Panamá. 60pp.
- DAQUINTA, M. y BANEGA R.. 1997. Brief Review of Tissue Culture of Pineapple in Pineapple 1997. Cuba, 68 pp.
- GRATACOS, 1991. Cultivo de la Piña, Manual Técnico No. 8., año 6. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Panamá 21 pp.
- KING A.B. y SAUNDERS, J.L. 1984. Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central , CATIE, Costa Rica, TDRI Inglaterra. 181 pp.
- KORYTKOWSKI, C A. 2003. Plaguicidas. Programa de Maestría en Entomología, Universidad de Panamá. 112 pp.
- PÉREZ C. 1997. Manejo técnico fitosanidad en piña. OIRSA, Org, /Publicaciones / VIFINEX, III. Manejo Agronómico del cultivo de piña para la exportación. <http://nsl.oirsa.org.sv/Publicaciones/VIFINEX/Dio051007/III-manejo.htm>. 10pp.
- PY CLAUDE. 1969. La Piña Tropical. Editorial Blume, Barcelona. Impreso en España, Edición Española. 100 pp.
- SAMPSON, J.A. 1986. Tropical fruti, a edtion, Logman Scientific &Tecnical, E. U, 355 pp.

- SETHER D.M., J.S HU. 2002. Closterovirus Infection and Mealybugs exposure are necessary for the development of Mealybug wilt of pineapple disease. Hawaii. The American Phytopathological Society, Phytopathology. Vol. 99. No.9 928-935.
- SETHER D.M., D. E. ULMAN, J.S HU. 1998. Transmission of Pineapple Mealybug Wilt-Associated Virus by two Species of Mealybug (*Dysmicoccus* spp). The American Phytopathological Society, Phytopathology. Vol.88. No.11, 1224-1229.
- WATSON, G, CHANDLER L. 2000. Identificación de Cochinillas o Piojitos Harinosos, de Importancia en el Caribe. Publicación de Commonwealth Science Council y Cab International. Edición Española. 44pp.
- WILLIAMS, D.J. WILLINK M. C. 1992. Mealybugs of Central and South América C.A.B. International. Great Britain. 635 pp.