

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



**COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DE LA COCHINILLA ROSADA
DEL HIBISCO, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (HEMIPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE) EN NAYARIT**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS EN EL ÁREA DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS



NÉSTOR ISIORDIA AQUINO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

DR. JUAN DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL PROGRAMA CHAP
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAVARRA
PRESENTE.

Quiénes suscribimos, integrantes del Consejo Editorial, aprobamos y declaramos que hemos revisado la tesis titulada: "COMPORTAMIENTO POPULACIONAL DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, *Maconellicoccus hirsutus* (Geyer) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCHEAE) EN NAVARRA" y determinamos que esta puede ser presentada por el alumno para aspirar al grado académico de Doctor en Ciencias Biológicas Agrícolas con opción terminal en Ciencias Agrícolas.

ACERTAMENTE
EL CONSEJO EDITORIAL

Dr. Agustín Bujanda Arce
Director

Dr. Osvaldo Martínez
Codirector

Dr. Hector Gonzalez Hernandez
Asesor

Dr. Gregorio Euzenat
Asesor

Dr. Jose Roberto Gomez Soria
Asesor



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/083/14

Xalisco, Nayarit, 03 de abril de 2014

Ing. Alfredo González Jáuregui
Director de Administración Escolar
P r e s e n t e.

Con base al oficio de fecha 20 de enero de 2014, enviado por los **CC. Dr. Agustín Robles Bermúdez, Dr. Oswaldo García Martínez, Ph.D. Héctor González Hernández, Dr. Gregorio Luna Esquivel y Ph.D. José Roberto Gómez Aguilar**, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se autoriza al **C. Néstor Isiordia Aquino**, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Doctorado.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A t e n t a m e n t e
"Por lo Nuestro a lo Universal"



Dr. J. Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado

C.c.p.-Expediente.

Bref.

Unidad Académica de Agricultura Carretera Tepic-Compostela Km. 96 P. 63780, Nayarit
Nayarit Tel. 311-2-11-24-78

COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) EN NAYARIT

Néstor Isiordia Aquino, Dr.
Universidad Autónoma de Nayarit-CBAP, 2014

RESUMEN

El conocimiento de las plagas que afectan a la agricultura en general, el estudio de la biología, factores bióticos y abióticos, sus hospedantes preferenciales y no preferenciales, además de su comportamiento en función a la distribución temporal y espacial, determinan las estrategias de manejo integrado, componentes que representan elementos esenciales para la ejecución de tácticas tendientes a reducir el riesgo de dispersión, mediante ejecución de acciones de control biológico con liberación de enemigos naturales y estrategias de seguimiento con base en muestreos directos sobre hospedantes preferenciales y monitoreo mediante el uso de trampas con feromona sexual sintética para la detección de machos adultos, aunado al control cultural y legal. La cochinilla rosada del hibisco (CRH) *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) es una plaga que representa un alto riesgo para la agricultura regional, nacional e internacional, primero por la cantidad de especies de plantas hospedantes preferenciales y potenciales a las que se asocia, tanto cultivados como silvestres, y segundo, por su fácil movilización mediante la importación y exportación de productos y subproductos vegetales. A partir del año 2004, en que se reporta oficialmente la presencia del insecto en Nayarit, México, se integraron estrategias de manejo de plagas tendientes a erradicar, contener o manejar los brotes de la plaga, para minimizar el riesgo de dispersión hacia zonas agrícolas de la región y hacia otras entidades del país. Con el objetivo de conocer la distribución y diversidad de especies vegetales asociadas a CRH y evaluar su nivel de infestación, así como determinar la abundancia y fluctuación del insecto con énfasis en tres hospedantes preferenciales lo mismo que con la generalidad de especies vegetales muestreadas, en el año 2009 se realizaron acciones de muestreo directo semanales y quincenales en 15 municipios con presencia de la CRH, en puntos de muestreo permanentes, en las áreas siguientes: urbana, marginal, agrícola, forestal y viveros. Lo anterior permitió determinar el grado de infestación de la CRH semanal y mensual a nivel de especie vegetal, por municipio y área de muestreo, así como determinar la dinámica espacial y temporal de esta plaga. De 190 especies vegetales muestreadas, 89 de ellas (46.84%) mostraron presencia de CRH a diferentes nivel de infestación, con mayor presencia y afectación en áreas urbanas. Asimismo, la mayor infestación y grado de daño se observó en *Hibiscus rosa-sinensis* y *H. tiliaceus*, *Acacia cochliacantha*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mimosa pigra*, *Annona muricata* y *Citrus limón*, entre otros. El insecto estuvo presente en todos los meses (enero a diciembre), en 13 municipios y cinco áreas de muestreo, con mayores incidencias durante los primeros meses del año, con poco impacto aparente de factores abióticos como temperaturas máximas y mínimas, precipitación pluvial, humedad relativa y días con lluvia en la regulación poblacional del insecto.

Palabras clave: *Maconellicoccus hirsutus*, muestreo, hospedantes vegetales, dinámica poblacional.

POPULATION BEHAVIOR OF THE PINK HIBISCUS MEALYBUG, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) IN NAYARIT

Néstor Isiordia Aquino, Dr.
Universidad Autónoma de Nayarit-CBAP, 2014

ABSTRACT

The knowledge of pests affecting agriculture in general, the study of biology, biotic and abiotic factors, their preferential and non-preferential hosts, as well as their behavior depending on the temporal and spatial distribution, integrated management strategies, components that represent essential elements for the implementation of tactics tending to reduce the dispersion risk, through implementation of actions of biological control with release of natural enemies and follow-up strategies based on direct sampling on hosts preferential and monitoring through the use of traps with synthetic sex pheromone for detection of adult males, in addition to cultural and legal control. The pink hibiscus mealybug (PHM), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) is a pest that represents a high risk for regional, national and international agriculture, first by the great amount of preferential host plant both cultivated and wild species, and second, because the mobilization of imported and exported horticultural products. Since the year 2004, when this pest is officially reported in Nayarit, México, were integrated management strategies aimed to eradicate, contain, or manage the outbreaks pest, were established to minimize the risks of dispersion into agricultural areas at regional and the country levels. In order to establish the distribution and the rang of host plant species associated to PHM and assess level of infestation, as well as determine abundance and fluctuation of the insect, with emphasis on three preferential host so that the generality of sampled plants, during the year 2009 weekly or every two weeks, 15 municipalities with presence mealybug, were sampled at permanent points, considering urban, marginal, agricultural, forest and nurseries areas. These samples were also used to determine the degree of infestation and temporal distribution. Out of 190 host plant species detected, 89 of them (46.84%) showed presence of PHM in at least one level of infestation with greater presence of this pest in urban areas. *Hibiscus rosa-sinensis* and *H. tiliaceus*, *Acacia cochliacantha*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mimosa pigra*, *Annona muricata* and *Citrus lemon*, were the most affected host plant. PHM is able to be present in every month, municipalities and sampling areas, with major incidence during the first months of the year. Abiotic factors such as maximum and minimum temperatures, rainfall, and relative humidity seems to have little effect in the regulation of the pest population.

Key words: *Maconellicoccus hirsutus*, sampling, host plants, population dynamic.

DEDICATORIAS

A Dios, por ser mi guía espiritual y motivadora para tratar de ser mejor como persona día tras día.

A mi Padre, Sr. Eutimio Isiordia Mojica, hombre siempre sabio, sencillo, amable, honesto y trabajador, quien con su ejemplo de vida, me ha motivado a ser disciplinado, respetuoso y emprendedor.

A mi Madre, Sra. Enriqueta Aquino Pulido, mujer abnegada, amorosa y humilde, de profundo sentido espiritual, quien con su experiencia diaria me ha transmitido el sentido de llevar siempre conmigo su ejemplo de principios, fe y esperanza; el inculcarme los principios para ser una persona humilde y agradecida, por el enseñarme que hay que sufrir para merecer: gracias Mamá por darme la oportunidad de estar en este mundo.

A mi Esposa y compañera de mi vida, Rosalba Espino Álvarez, mujer inteligente, responsable, tenaz y amorosa, quien con su compañía, cariño y apoyo siempre leal e incondicionales me ha motivado a seguir en esa ruta de superación diaria, y a vivir armoniosamente, comprometido con el entorno y con quienes nos rodean.

A mis Hermanos, José Ramón, Abel, Martha Elena, Ana Silvia, Irma Isela, Arturo y Myriam Edith, de quienes he aprendido mucho, al compartir juntos tantos momentos de felicidad, por nuestra unidad y armonía para salir siempre adelante en los momentos difíciles; a todos mis sobrinos; a toda nuestra gran familia.

A mi razón de vivir: mis Hijos, Nancy Yajaira, Ludwika Montserrat, Kenia Lizabeth, Néstor Shaddai, Denisse Geraldine y Sean Emiliano, por su profundo, inmenso e ilimitado amor; por esas muestras de cariño a través de su mirada siempre tierna y amorosa, lo que me motiva a vivir con más intensidad a cada instante, a seguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTOS

Al esfuerzo y aportación de todas esas personas, quienes a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), han contribuido en la obtención de una de mis metas profesionales más importantes, la realización de mis estudios doctorales.

A la Universidad Autónoma de Nayarit, en particular al Área de Posgrado en Ciencias Biológico, Agropecuarias y Pesqueras (CBAP), y a la Unidad Académica de Agricultura, por haber despertado y motivado en mí el interés por la superación personal y profesional.

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal en el estado de Nayarit, por las facilidades y apoyos de información brindados para la complementación del estudio.

A todo mi cuerpo de tutoría y asesoramiento, mi más sincero reconocimiento y agradecimiento por ser para mí una inspiración constante en la profundidad que debe haber en el conocimiento para el desempeño cotidiano de nuestra grata profesión agronómica.

Al Dr. Agustín Robles Bermúdez, más que un Director de este trabajo, por sus innatos profesionalismo y amistad; por su confianza para transmitirme tantos conocimientos y experiencias de manera siempre grata, leal y desinteresada.

Al Dr. Oswaldo García Martínez, por su rectitud y su trato, por su conducta siempre ejemplar e intachable; por su ilimitada sapiencia y paciencia hacia mi persona para forjarme en el campo de la parasitología agrícola, gracias por su sinceridad y por sus muestras de amistad y confianza desde los primeros días de conocerlo en esa nuestra *Alma Terra Mater*.

Al Ph.D. Héctor González Hernández, pese a ocupar tan prestigiado lugar de líder nacional e internacional como fitosanitarista, gracias por seguir con esa humildad y sencillez siempre característicos en su grata persona; gracias por tan innumerables consejos y asesoramientos desde nuestros primeros días de lucha, primero contra las moscas de la fruta y después contra la cochinilla rosada del hibisco en los estados de Nayarit y Jalisco.

Al Dr. Gregorio Luna Esquivel, por tan acertada orientación y consejos brindados a mi persona a través de su conducta siempre tan cordial e intachable; gracias por su seriedad, entrega, sinceridad, amistad y profesionalismo con los cuales se brinda siempre, en

beneficio de nuestra Máxima Casa de Estudios y de la agricultura mexicana.

Al Ph.D. José Roberto Gómez Aguilar, gracias por ser el señorón que es; gracias por su apoyo y empeño por tratar de transmitir en mí algo de su ilimitada sabiduría en el campo de la estadística; gracias por su amistad y apoyo siempre gratos en la interpretación de resultados obtenidos.

Pese a no figurar en forma directa dentro de mi cuerpo tutorial, igualmente agradezco de todo corazón a todas esas personas de las que he recibido siempre muestras de apoyo y amistad, entre las que tan solo por citar algunas, y sin mencionar su grado académico ni su orden de aparición, resalto ejemplos como J. Refugio Lomeli-Flores, Mayela Valverde-Muro, Octavio Ortega-Ávalos, Candelario Santillán-Ortega, J. Diego García-Paredes, Mariano el "Soldado Rayas", Jerónimo Landeros-Flores, Rubén Pérez-González, Ernesto Cerna-Chávez, Rubén Bugarín-Montoya, Ricardo J. Flores-Canales, Carlos R. Carvajal-Cazola, Carlitos Muñoz-Barragán, Juan Pablo Ramírez-Silva, J. Irán Bojorquez-Serrano, Octavio J. Cambero-Campos, Luis A. Aguirre-Uribe, Eugenio Guerrero-Rodríguez*, Víctor M. Jiménez-Meza, al Dr. Dey's (mejor Parasitólogo de la Riviera Nayarit), Guille, Goreti, Veshálica, Celeste, Toño Ramos, Job (Bugarín), Juan Apolinar, Chico Caro, Nachito (Velazco), Carlos Rivas-Álvarez, Dr. Gelacius, Sirino, Toño Aguilar, Alberto Madueño, Oscar Grageola, Margarito Ortiz-Catón, Don José Espino y Doña María (suegros), a la familia Ruiz-Rosales, Don Frank y Doña Coco, a Don Fili y al Ing. Gradilla, a los troncos Enrique Mora-Aguirre y Jesús Orozco-Santos, a mi compadre "Chatón" Enriquez, a Don Cuco y su Luz, al Vale (Valentín) y al Panchón (Casillas), a las super Yaneth y super Liz, a Cesar (Pérez), a Mari y Paloma, a Jessica, Nenita y Rosita (posgrado CBAP), a Mario Orlando y su Ndahita, a Chuy Márquez, al Rickie Rincón, al Dr. Meche Tapia, al Cachín y al Chupistro, a Cristy (Parasitología UAAAN); Hilda Margarita, Manuelita, Yenisey y a la Gaby Pelayo; a toda nuestra gente de "*Experiencia y Confianza*", entre muchos otros; gracias por su amistad y consejos siempre gratos y acertados.

Pese a no figurar por cuestión de espacio, igualmente agradezco a todas esas personas (Académicos, Administrativos y Amigos) de la UAN, de la UAAAN, del Colegio de Postgraduados y el CESAVENAY, quienes de manera humilde y desinteresada me han demostrado en todo momento a través de su lealtad, amistad, sus consejos y experiencias siempre sabios.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, <i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green)	1
1.1 RESUMEN.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN.....	1
1.3 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1.3.1 Especies de cochinilla rosada del hibisco, <i>M. hirsutus</i> (Green).....	3
1.3.2 Ubicación taxonómica de <i>M. hirsutus</i> (Green).....	3
1.3.3 Sinonimia de <i>M. hirsutus</i> (Green).....	3
1.3.4 Morfología y ciclo de vida.....	4
1.3.5 Origen y distribución geográfica.....	5
1.3.5.1 Situación actual de <i>M. hirsutus</i> en México.....	6
1.3.6 Mecanismos de dispersión de <i>M. hirsutus</i>	8
1.3.7 Importancia económica y daños.....	10
1.3.8 Principales especies vegetales hospedantes.....	11
1.4 COMENTARIOS.....	11
CAPÍTULO II. HOSPEDANTES DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, <i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green), Y SU DISTRIBUCIÓN EN NAYARIT	13
2.1 RESUMEN.....	13
2.2 INTRODUCCIÓN.....	13
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
2.3.1 Área de estudio.....	16
2.3.2 Muestreo directo de especies vegetales.....	16
2.3.3 Identificación de especies vegetales.....	17
2.3.4 Determinación del nivel de infestación de <i>M. hirsutus</i>	19
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
2.4.1 Identificación de especies vegetales hospedantes.....	20
2.4.2 Determinación de nivel de infestación y dispersión de <i>M. hirsutus</i>	20
2.5 CONCLUSIONES.....	35

CAPÍTULO III. ABUNDANCIA Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL EN TRES HOSPEDANTES PREFERENCIALES DE LA CRH, <i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green) EN NAYARIT	39
3.1 RESUMEN	39
3.2 INTRODUCCIÓN	39
3.3 MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.3.1 Área de estudio	40
3.3.2 Determinación del nivel de infestación de <i>M. hirsutus</i>	41
3.3.3 Registro de datos climáticos	41
3.3.4 Análisis estadístico	42
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.5 CONCLUSIONES	60
CAPÍTULO IV. DINÁMICA ESPACIO TEMPORAL DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, <i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green) EN NAYARIT	64
4.1 RESUMEN	64
4.2 INTRODUCCIÓN	65
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS	67
4.3.1 Ubicación del área de estudio	67
4.3.2 Muestreo de <i>M. hirsutus</i> en campo	67
4.3.3 Toma de datos climáticos	68
4.3.4 Variables evaluadas	68
4.3.5 Análisis de datos	68
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
4.5 CONCLUSIONES	88
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES	92
CAPÍTULO VI. LITERATURA CITADA	95

ÍNDICE DE CUADROS

Número		Página
2.1	Ubicación geográfica de los municipios muestreados contra <i>Maconellicoccus hirsutus</i> en Nayarit, 2009.....	18
2.2	Distribución de puntos por área de muestreo y nivel de infestación de CRH sobre especies ornamentales en ocho municipios de Nayarit, 2009	22
2.3	Distribución de puntos muestreados contra CRH a nivel municipal en especies ornamentales en Nayarit, 2009.....	23
2.4	Distribución mensual de puntos con presencia de CRH sobre <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> en Nayarit, 2009.....	23
2.5	Monitoreo y nivel de infestación de CRH sobre <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> en ocho municipios de Nayarit, 2009.....	24
2.6	Muestreo comparativo de CRH sobre especies frutales a nivel municipal en Nayarit, 2009.....	26
2.7	Nivel de incidencia de CRH entre especies frutales muestreadas en Nayarit, 2009.....	28
2.8	Distribución municipal de especies frutales con presencia de CRH en Nayarit, 2009.....	29
2.9	Especies forestales o arbustivas con presencia de CRH en el norte de Nayarit, 2009.....	30
2.10	Distribución de puntos con presencia de CRH sobre especies forestales o arbustivas en el norte de Nayarit, 2009.....	31
2.11	Muestreo comparativo para CRH entre especies forestales y arbustivas a nivel municipal en el norte de Nayarit, 2009.....	32
3.1	Distribución de especies vegetales muestreadas por municipio y área de muestreo para CRH en Nayarit, 2009.....	43
3.2	Promedio mensual de CRH/brote sobre <i>Acacia cochliacantha</i> en áreas marginales en Nayarit, 2009.....	43
3.3	Promedio mensual de CRH/brote sobre <i>Enterolobium cyclocarpum</i> en áreas marginales en Nayarit, 2009.....	44
3.4	Promedio mensual de CRH/brote sobre <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> en áreas urbanas en Nayarit, 2009.....	45

3.5	Pruebas de rango estudentizado para medias de infestación anual de CRH a nivel municipal en Nayarit. 2009.....	46
3.6	Pruebas de rango estudentizado para medias de infestación por CRH entre áreas de muestreo a nivel municipal en Nayarit. 2009.....	47
3.7	Pruebas de rango estudentizado para medias de infestación por CRH entre hospedantes preferenciales a nivel municipal en Nayarit. 2009.....	48
3.8	Coefficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento a nivel municipal en las especies huinol, parota y obelisco en Nayarit. 2009.....	49
3.9	Coefficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento a nivel estación en tres hospedantes preferenciales en Nayarit. 2009.....	54
3.10	Coefficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre <i>Acacia cochliacantha</i> en Nayarit. 2009.....	54
3.11	Coefficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre <i>Enterolobium cyclocarpum</i> en Nayarit. 2009.....	55
3.12	Coefficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> en Nayarit. 2009.....	57
3.13	Coefficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre muestreo en áreas marginales en Nayarit. 2009.	59
3.14	Coefficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre muestreo en áreas urbanas en Nayarit. 2009.....	60
4.1	Concentrado municipal de puntos con presencia y/o ausencia de CRH en Nayarit. 2009.....	70
4.2	Porcentaje mensual de puntos con infestación por CRH a nivel municipal en Nayarit. 2009.....	70
4.3	Promedio mensual de CRH/brote a nivel municipal en Nayarit. 2009.....	71
4.4	Temperaturas máximas promedio (°C) registradas por municipio en Nayarit. 2009.....	77
4.5	Temperaturas mínimas promedio (°C) registradas por municipio en Nayarit. 2009.....	77
4.6	Promedios mensuales de precipitación pluvial (mm) registrados en Nayarit. 2009.....	82

	Página
4.7 Promedios mensuales de humedad relativa (%) registrados en Nayarit. 2009.....	84
4.8 Días con lluvia aparente (≥ 10 mm) mensuales registrados en Nayarit. 2009.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Número		Página
1.1	Hembras adultas de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> con ovisacos expuestos.....	4
1.2	Distribución geográfica actual (2013) de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> en el mundo.....	6
1.3	Distribución geográfica actual (2013) de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> en México.....	7
2.1	Distribución mensual de puntos con presencia de CRH sobre especies forestales y arbustivas del norte de Nayarit. 2009.....	33
2.2	Promedios de temperatura mínima mensual registrados en el norte de Nayarit. 2009.....	35
4.1	Promedio mensual de infestación de CRH/brote a nivel municipal en Nayarit. 2009.....	72
4.2	Concentrado mensual de promedios de CRH/brote en Nayarit. 2009.....	74
4.3	Promedio de infestación mensual de CRH/brote a nivel municipal en Nayarit. 2009.....	74
4.4	Promedio mensual de temperaturas máximas (°C) registradas en la región norte de Nayarit. 2009.....	78
4.5	Promedio mensual de temperaturas máximas (°C) registradas en la región centro-sur de Nayarit. 2009.....	79
4.6	Promedio mensual de temperaturas mínimas (°C) registradas en la región norte de Nayarit. 2009.....	80
4.7	Promedio mensual de temperaturas mínimas (°C) registradas en la región centro-sur de Nayarit. 2009.....	80
4.8	Precipitación media mensual (mm) registrada en la región norte de Nayarit. 2009.....	83
4.9	Precipitación media mensual (mm) registrada en la región centro-sur de Nayarit. 2009.....	83
4.10	Humedad relativa mensual (%) registrada en la región norte de Nayarit. 2009.....	85

	Página
4.11 Humedad relativa mensual (%) registrada en la región centro-sur de Nayarit. 2009.....	85
4.12 Días con lluvia aparente (≥ 10 mm) registrados en la región norte de Nayarit. 2009.....	87
4.13 Días con lluvia aparente (≥ 10 mm) registrados en la región centro-sur de Nayarit. 2009.....	87

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, *Maconellicoccus hirsutus* (Green)

1.1 RESUMEN

Con el objetivo de profundizar en los parámetros bióticos y abióticos que afectan el desarrollo de cochinilla rosada del hibisco (CRH) *Maconellicoccus hirsutus* (Green) se realizó un análisis de la información técnica existente. El conocer el comportamiento y distribución de plagas reglamentadas ofrece herramientas para la toma de decisiones en el proceso de diseño de estrategias en el manejo integrado de plagas (MIP). Esta plaga es nativa del Lejano Oriente y actualmente está distribuida en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. La especie *M. hirsutus* se considera de importancia económica y cuarentenaria debido a la magnitud de sus daños directos e indirectos que causa sobre una gran cantidad de especies cultivadas y silvestres, al provocar severas distorsiones o malformaciones en hojas y brotes, que se manifiestan como arrosetamientos de tallos a causa del acortamiento de los entrenudos, así como de la detención del crecimiento y el secado y caída de las flores. Es una especie polífaga que se alimenta de más de 200 especies vegetales distribuidas en 85 familias botánicas, entre las que sobresalen Malvaceae, Leguminosae y Moraceae, con una gran preferencia sobre *Hibiscus rosa-sinensis*. Desde la detección de esta plaga en 2004 en Nayarit, se observaron diversos niveles de incidencia y afectación sobre una gran cantidad de plantas hospedantes, tanto cultivadas como silvestres. Esta información puede ser importante para la planeación y operación de una estrategia de manejo o control. El tamaño pequeño de CRH (4 mm), facilita su dispersión por la movilización de productos agrícolas al mercado nacional e internacional; lo que representa un riesgo potencial para la infestación de diferentes zonas agrícolas del país. En el presente capítulo, se describen los principales factores bióticos y abióticos que afectan la distribución estacional y geográfica de este insecto plaga.

1.2 INTRODUCCIÓN

La cochinilla rosada del hibisco (CRH), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), es una plaga polífaga de gran importancia económica (Sagarra y Peterkin,

1999; Padilla, 2000); la especie fue descrita inicialmente en India, desde donde se extendió a otras regiones tropicales y subtropicales del mundo, así como en algunas templadas, por lo que se considera una especie cuarentenaria de importancia mundial (Cermeli *et al.*, 2002; Hoy *et al.*, 2002; SAGARPA-SENASICA-DGSVDGSV, 2008). Se alimenta de savia, preferentemente en *Hibiscus rosa-sinensis* L. y es una seria amenaza ya que causa pérdidas económicas a la agricultura, industria forestal y de invernaderos (Mani, 1989; Kairo, 1998; Meyerdirk *et al.*, 2003); afecta entre 200 a 300 especies vegetales, entre las que se encuentran hortalizas, ornamentales y forestales comprendidas en 70 familias botánicas, además se ha observado alimentarse de especies vegetales silvestres, arvenses o de vegetación de bosques tropicales y subtropicales. Las familias más afectadas son Fabaceae Leguminosae, Malvaceae y Moraceae (Mani, 1989; Garland, 1998; Sagarra y Peterkin, 1999; Padilla, 2000; USDA 2001; Meyerdirk *et al.*, 2003; Bogran y Ludwig, 2007; SAGARPA-SENASICA.DGSV, 2008; Echegoyén y González-Hernández, 2010). Con relación a la detección de poblaciones, Echegoyén y González-Hernández (2010) señalan que las encuestas de monitoreo de las poblaciones de la CRH son parte de las acciones que deben de establecerse al detectar la plaga, para caracterizar las poblaciones en áreas infestadas, conocer la incidencia cuantitativa y los cambios que se experimentan a través del tiempo, de acuerdo a parámetros ambientales. Los hospedantes de la CRH, según Sagarra y Peterkin (1999), se dividen en dos categorías: a) vegetales donde puede completar su desarrollo y b) aquellos de los cuales se alimentan y produce síntomas de daños, pero sin completar su ciclo biológico.

Para Nayarit, González-Hernández (2011) reporta la presencia de la CHR en los municipios de Acaponeta, Bahía de Banderas, Compostela, El Nayar, Huajicori, Rosamorada, Ruiz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tepic, Tuxpan, Xalisco y Amatlán de Cañas, en niveles de infestación bajos.

La CRH es un problema muy importante para los agricultores nayaritas; además, por ser de reciente introducción en el estado, existen pocos estudios científicos cuya información coadyuve a manejar de manera eficiente a la plaga. Conocer su comportamiento y especies hospedantes es básico, razón por la cual, el objetivo de este capítulo fue analizar la información existente de las especies frutales, ornamentales, cultivadas, forestales y arbustivas, sobre las que se encuentra presente el insecto y los niveles de infestación dentro de las áreas marginales, urbana, agrícola, forestal y viveros en el estado de Nayarit.

1.3 REVISIÓN DE LITERATURA

1.3.1 Especies de cochinilla rosada del hibisco, *M. hirsutus* (Green)

Maconellicoccus hirsutus fue descrita por primera vez como *Phenacoccus hirsutus* Green por E. Green (1908) basado en especímenes colectados de un arbusto no determinado en India; posteriormente esta especie fue redescrita por Ezzat (1958) como *M. hirsutus*. Otras siete especies de *Maconellicoccus* se encuentran en las regiones tropicales del oriente de África y Australia: *M. australensis* (Green y Lidgett), *M. lanigerus* (Fuller), *M. leptospermi* Williams, *M. multipori* (Takahasi), *M. ramchesis* Williams, *M. tasmaniae* Williams, y *M. ugandae* (Laing) (Ben-Dov, 1994; Williams, 1986), por lo que se sugirió que *M. hirsutus* tiene su origen en el sur de Asia (Williams, 2004).

1.3.2 Ubicación taxonómica de *M. hirsutus* (Green)

De acuerdo con Watson *et al.* (2000) y Triplehorn y Johnson (2005), la cochinilla rosada del hibisco, *M. hirsutus* (Green) tiene la posición taxonómica siguiente:

Super Reino: Eukarya

Reino: Animalia

Phylum: Mandibulata (Arthropoda)

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Coccoidea

Familia: Pseudococcidae

Género: *Maconellicoccus*

Especie: *Maconellicoccus hirsutus* (Green)

1.3.3 Sinonimia de *M. hirsutus* (Green)

De acuerdo con autores como Ben-Dov (1994), Williams (1986) y Chong (2009), la especie *M. hirsutus* (Green) tiene la siguiente sinonimia:

✓ *Phenacoccus hirsutus* Green. (Green, 1908)

✓ *Phenacoccus quaternus* Green. (Iyer, 1912)

- ✓ *Pseudococcus hibisci* Hall. (Hall, 1922)
- ✓ *Phenacoccus glomeratus* Green. (Green, 1922)
- ✓ *Spilococcus perforatus* De Lotto. (De Lotto, 1954)
- ✓ *Maconellicoccus hirsutus* (Green). (Ezzat, 1958)
- ✓ *Paracoccus pasaniae* Borchsenius. (Borchsenius, 1962)
- ✓ *Maconellicoccus perforatus* De Lotto. (De Lotto, 1964)
- ✓ *Maconellicoccus pasaniae* (Borchsenius). (Tang, 1992)

1.3.4 Morfología y ciclo de vida

Los adultos de la CRH son de tamaño pequeño (por lo general, menores a 4 mm en longitud), con el cuerpo de color rosado y cubierto por una secreción harinosa blanca y, sus exudados líquidos corporales también son de color rosa (Figura 1.1). Los machos adultos son de color rojizo marrón, de un menor tamaño que las hembras, con un par de alas simples y con dos largas colas o filamentos cerosos (Hoy *et al.*, 2002; OEPP/EPPO, 2006; Chong *et al.*, 2009).

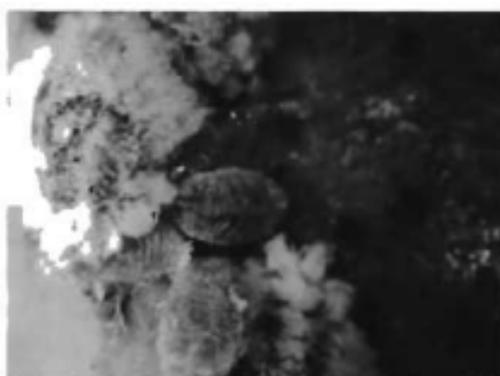


Figura 1.1 Hembras adultas de *Maconellicoccus hirsutus* con ovisacos expuestos (Fotografía: SENASICA, 2013).

Las hembras de *M. hirsutus* no presentan filamentos cerosos caudales y laterales largos visibles, situación que las distingue de otras especies de piojos harinosos, como en los casos de *Planococcus citri* (Risso) (piojo harinoso de los cítricos), *Pseudococcus maritimus*

(Ehrhorn) (piojo harinoso de la uva), *Pseudococcus viburni* Signoret (piojo harinoso oscuro), y *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (piojo harinoso de la piña) (Chong *et al.*, 2009).

Los huevos de la CRH son de color rosa. Las ninfas de primer instar o "caminantes", llegan a medir 0.3 mm de longitud y de coloración rosa; las hembras adultas jóvenes, son de color gris-rosado, con el cuerpo cubierto por harina cerosa blanca; las hembras adultas maduras miden de 2.5 a 4 mm de largo, con el cuerpo blando, oval y ligeramente aplanado (OEPP/EPPO, 2006).

1.3.5 Origen y distribución geográfica

La CRH es nativa del lejano Oriente, sur de Asia o Australia (Bartlett, 1978; Kairo *et al.*, 2000; Roltsch *et al.*, 2000), desde donde se extendió a otras partes del mundo como África, y más recientemente en Norteamérica y el Caribe (Kairo *et al.*, 2000), la especie *M. hirsutus* fue descrita por primera vez en India y Tasmania (Bartlett, 1978; Roltsch *et al.*, 2000). Se presenta comúnmente en la mayoría de áreas tropicales de Asia, el Oriente Medio, África, Australia y Oceanía; no obstante su amplia distribución mundial, sólo se considera una plaga importante en Egipto, a donde arribó en 1912 procedente de India (USDA-APHIS, 1998; Kairo *et al.*, 2000; Meyerdirk *et al.*, 2003).

La CRH es una especie de importancia económica y cuarentenaria mundial, de distribución cosmopolita, pero principalmente de regiones tropicales y semitropicales del mundo (Figura 1.2), aunque ha logrado establecerse en algunas regiones templadas (González-Hernández, 2011). De acuerdo con CABI (2011) y SAGARPA (2007), la presencia de esta plaga se reporta actualmente en 67 países, dentro de los que se encuentra México, donde tiene como el estatus de plaga cuarentenaria, bajo control oficial y de distribución restringida.

Con respecto a la distribución geográfica de CRH en el Continente Americano, el primer reporte de su presencia ocurrió en 1984 en Hawaii, procedente de India (Meyerdirk *et al.*, 2003). Dentro de la región de Centroamérica y El Caribe, en OEPP-EPPO (2005), se señala que la presencia cronológica del insecto se dio de la siguiente manera: Granada en 1994; Trinidad y Tobago y Sant Kitts y Nevis en 1995; Anguila, Santa Lucía y Antillas Holandesas en 1996; Islas Vírgenes Británicas, Islas Vírgenes USA, San Vicente y Granadinas y Puerto Rico en 1997; Guadalupe y Montserrat en 1998; Belice, Jamaica y Martinica en 1999; Antigua y Barbuda, Barbados, Aruba y Bahamas en 2000; Dominica en 2001; y

República Dominicana, Guatemala y Haití en 2002. La presencia de CRH en el Caribe ocasionó daños severos a la agricultura. En América del norte, la presencia de CRH se registró en USA (California) y México (Mexicali, BC) en 1999 y en 2002 en Florida (EUA) (Roltsch *et al.*, 2000; Hoy *et al.*, 2002; Meyerdirk *et al.*, 2003; OEPP-EPPO, 2005).

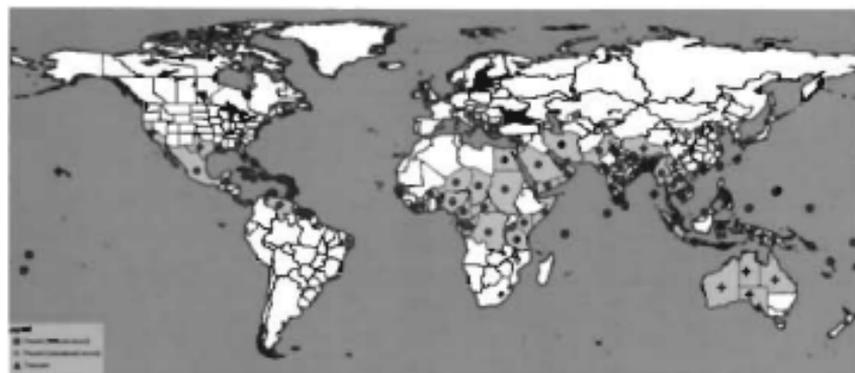


Figura 1.2. Distribución geográfica actual (2013) de *Maconellicoccus hirsutus* en el mundo (EPPO, 2013).

1.3.5.1 Situación actual de *M. hirsutus* en México

De acuerdo con el SENASICA (2013), la primera detección de CRH en México se reportó en diciembre de 1999 sobre área urbana en Mexicali, Baja California, lugar donde hasta la fecha se ha mantenido bajo control y restringida en dicha área, donde al momento de su detección, su presencia representó una seria amenaza sobre alrededor de 762 mil ha establecidas de algunos hospedantes preferenciales como guanábana, guayaba, hortalizas, jamaica, jicama, lima, limón, mandarina, mango, naranja y viveros (SIAP, 1999). Después de su detección en Mexicali, se presentaron brotes en Bahía de Banderas, Nayarit y Puerto Vallarta, Jalisco en el 2004, por lo que se implementó un Plan Regional Emergente contra esta plaga, que comprendía las acciones de monitoreo, podas, control químico, eliminación de hospederos y quema total de árboles infestados (González-Hernández, comunicación personal).

Con relación al avance gradual de la plaga, la misma fuente sostiene que para el año 2006, la plaga estaba sujeta a reglamentación en cinco estados de la República Mexicana (Baja California, Nayarit, Jalisco, Chiapas y Oaxaca). Para mayo de 2011, González-Hernández

(2011) y SINAVEF (2011) reportan la presencia del insecto de forma regional dentro de 38 municipios, comprendidos en 10 estados siguiente: Baja California (Mexicali), Chiapas (Arriaga), Colima (Manzanillo), Guerrero (Acapulco de Juárez, Atoyac de Álvarez, Coyuca de Benítez, José Azueta, San Marcos y Técpan de Galeana), Jalisco (Puerto Vallarta, Cihuatlán, Tomatlán, La Huerta y Casimiro Castillo), Nayarit (Acaponeta, Bahía de Banderas, Compostela, El Nayar, Huajicori, Rosamorada, Ruíz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tepic, Tuxpan, Xalisco y Amatlán de Cañas), Oaxaca (Chahuites, San Pedro Tapanatepec y Juchitán de Zaragoza), Quintana Roo (Othón Pompello Blanco, Solidaridad y Felipe Carrillo Puerto), Sinaloa (Escuinapa) y Yucatán (Mérida).

Para el año 2013, la CRH se encontraba presente en 13 estados (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima, Campeche, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán), de donde los estados como Campeche, Tamaulipas, Veracruz y Baja California Sur, fueron de reciente detección (Figura 1.3). (SENASICA, 2013: <http://www.senasica.gob.mx/?id=4180>).



Figura 1.3 Distribución geográfica actual (2013) de *Maconellicoccus hirsutus* en México. (Fuente: SENASICA, 2013).

La información proporcionada por SENASICA (2013) señala que en el año 2013, la campaña contra cochinilla rosada del hibisco (CCRH) operaba en los estados de Baja

California, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán, donde el objetivo era el de reducir los niveles de infestación en las zonas bajo control fitosanitario para mejorar el estatus, mediante la implementación de una estrategia operativa sustentada en un programa de manejo integrado de plagas (MIP) donde se señalaba lo siguiente: *"la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y que reducen al mínimo los riesgos para la salud humana y el ambiente"*.

Como parte de la implementación de un Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF) contra la plaga, en la actualidad este Programa opera en los estados de Baja California Sur, Sonora, Tabasco, Campeche y Veracruz, derivado. Posteriormente se reportó un brote en el municipio de Ixtlatepec, Oaxaca el 17 de Julio de 2012 (SAGARPA-SENASICA-SINAVEF, 2012). De acuerdo con la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias No. 8 (NIMF), el estatus de la plaga es "Presente": aunque sólo en algunas áreas sembradas con cultivos hospedantes y sujeta a control oficial. Actualmente la CCRH opera en los estados de Baja California, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa y Yucatán. La CRH es altamente polífaga debido a su biología, hábitos y daños y de acuerdo a la diversidad de hospedantes es considerada una de las 10 plagas agrícolas de mayor importancia económica en el mundo (SINAVEF, 2013).

En Sudamérica la presencia del insecto se reportó durante 1997 en Guyana y Guyana Francesa (OEPP-EPPO, 2005), en 1999 en Venezuela (Kairo *et al.*, 2000; Cermeli *et al.*, 2002; OEPP-EPPO, 2005) y en 2001 en Surinam (OEPP-EPPO, 2005).

1.3.6 Mecanismos de dispersión de *M. hirsutus*

La mayoría de las especies plagas son inmigrantes. Bajo la consideración de que todas las especies plagas son inmigrantes, este fenómeno se encuentra regido por relaciones intra e inter específicas, mismas que se desarrollan en el ecosistema, por lo que las migraciones pueden ser pasivas y activas, donde las primeras generalmente son realizadas por factores abióticos, principalmente el viento y la lluvia y por el factor antropogénico, representado por la actividad comercial (Rivas *et al.*, 2009).

La globalización económica mundial, el desarrollo del turismo, los viajes internacionales de grandes buques petroleros y diversos accidentes naturales constituyen agentes de dispersión de especies tanto animales como vegetales y microorganismos (Juhani, 2001).

El hombre es uno de los principales mecanismos de diseminación o dispersión del insecto plaga, donde resaltan algunas acciones desarrolladas por parte de los agricultores, quienes utilizan material infestado en las siembras de frutas y hortalizas frescas en una región o en todo el país; asimismo, otro aspecto importante lo ocasiona la inoperancia de las autoridades en una estricta legislación legal para la movilización de productos frescos, incluidas las flores, entre los países; el intercambio comercial entre países mediante exportación o importación de productos vegetales frescos, así como el tráfico de materiales vegetales infestados por CRH de parte de pasajeros o turistas entre países o en el interior de un mismo país; asimismo, las hormigas son importantes mecanismos de diseminación del insecto plaga, las cuales, al ser atraídas por mielecillas o melaza, han sido observadas como transporte del insecto de una planta a otra (Eades, 1996).

No obstante que durante las distintas etapas de desarrollo de la CRH se puede dar la movilización, particularmente durante las de huevecillo y ninfa, el insecto puede ser movilizado o dispersado de un lugar a otro por diversos medios de diseminación. La cera que cubre a los huevecillos puede fácilmente adherirse a personas, aves o animales, lo que facilita su transporte (dispersión pasiva). De igual forma, durante su primer estado ninfal, conocido como "caminantes", la CRH puede desplazarse por sí mismo o ser dispersado en forma natural con la ayuda de otros medios o factores como el viento, lluvia, aves, hormigas, ropas y vehículos (Eades, 1996; Martínez, 2007; SINAVEF, 2011a).

Con respecto a las medidas implementadas para evitar la dispersión o movilización de insectos como la CRH, autores como Otero (1989) y Urbina (1998) consideran que si las medidas cuarentenarias funcionaran eficientemente, no sería necesario implementar otro tipo de medidas de control, sin embargo, el control legal, mediante el "establecimiento de cuarentenas, no siempre es suficiente para evitar completamente el ingreso de ciertas plagas a un país, como en el caso de *M. hirsutus*, donde resulta prácticamente imposible, en virtud de las condiciones que favorecen su ingreso, como el viento, que le permite escapar a la

inspección, además de la cercanía y constante tráfico de personas entre países como Belice y Honduras, o el intercambio turístico con regiones como el Caribe y Honduras.

Con respecto a las lluvias y el viento, como elementos de diseminación de CRH, se considera a estos factores como uno de los principales fenómenos de diseminación, sobre todo durante la temporada de huracanes, toda vez que las altas velocidades y la rotación continua de los vientos favorecen el traslado de insectos, principalmente aquellos que no están sujetos a las superficies de las plantas o que pueden ser movilizados a través de hojas, flores o frutos. Para el caso de los huevecillos, las ninfas y los adultos, éstos tienen la potencialidad de ser transportados por corrientes de aire en la atmósfera superior, a más de 160 km, por lo que estos fenómenos deben considerarse como importantes vías de diseminación (OEPP-EPPO, 2005; NAPPO, 2006; Martínez, 2007; SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008; SINAVEF, 2011).

1.3.7 Importancia económica y daños

La CRH es una plaga de difícil erradicación, por a su alto potencial reproductivo, su polifagia y a la dificultad para ser detectada durante sus primeros estadios ninfales (Echegoyén y González-Hernández, 2010). Además, tiene la tendencia por buscar áreas protegidas como grietas y hendiduras, que utiliza como refugios para protegerse tanto de temperaturas extremas como de sus enemigos naturales (Daane *et al.*, 2003 y 2006), así como de las aplicaciones de insecticidas (Walton, 2003), lo mismo que por su capacidad por colonizar a especies hospedantes en partes vegetativas subterráneas como tubérculos de maní (ICA, 2010).

A nivel mundial la CRH se considera una seria plaga en muchos cultivos hortícolas y agrícolas, a los que daña y ocasiona severas distorsiones o malformaciones mediante succión de savia y por la inyección directa de saliva tóxica y succión de savia por las ninfas durante su alimentación en hojas y nuevos brotes, con formación de arrosamientos en tallos o brotes a causa del acortamiento de los entrenudos, así como de la detención del crecimiento y el secado y caída de las flores, o con deformaciones y/o caída prematura de los frutos por debilitamiento de la planta, además de los eventuales amarillamiento o muerte sobre las plantas hospedantes atacadas (Lindquist, 1996; Williams, 1996; Araya, 2000; Kairo *et al.*, 2000; Cermeli *et al.*, 2002; Hoy *et al.*, 2002; Michaud, 2002; Meyerdirk *et al.*, 2003; ICA, 2010). Adicionalmente excreta grandes cantidades de mielecilla, similar a la producida por otros insectos como áfidos

y mosquitas blancas, las cuales pueden cubrir las superficies de follaje o frutos, lo que favorece el crecimiento del hongo causal de la fumagina (Lindquist, 1996). Durante su primer estadio ninfal ó caminantes, la CRH típicamente forma sus colonias en los brotes terminales de plantas como *H. rosa-sinensis*, por lo cual, si no se les controla, se extienden rápidamente hacia las ramas, que posteriormente son cubiertas por las colonias que incluyen las hembras maduras y sus ovisacos (Michaud, 2002).

1.3.8 Principales especies vegetales hospedantes

A nivel mundial se tienen reportes un número muy variado de especies hospedantes de la CRH, no obstante que en muchos de los casos, se refieren a identificaciones erróneas del insecto, o bien, que solo se encuentran presentes temporalmente sobre determinado hospedante, causando algún daño, pero sin completar su ciclo biológico (González-Hernández, 2011). Para el caso particular de *M. hirsutus*, se trata de una especie polífaga que ataca a más de 125 especies de plantas hospedantes, tanto cultivadas como silvestres (Ghose, 1972), aunque existen reportes sobre afectaciones a un rango de 200 a 300 especies de vegetales, entre hortalizas, ornamentales, forestales y plantas silvestres, comprendidas en 74 familias botánicas (Mani, 1989; USDA, 2001; Marcano *et al.*, 2006; Bogran y Ludwig, 2007). En cuanto al grado de afectación de especies hospedantes agrupadas a nivel de familia, se incluyen a Leguminosae (Fabaceae), Malvaceae, Solanaceae y Moraceae (Mani, 1989; Garland, 1998; Sagarra y Peterkin, 1999; OEPP-EPPO, 2005; Tanwar *et al.*, 2007; SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008). De acuerdo con Berg (1996), las plantas ornamentales con mayor incidencia de la CRH son: *Hibiscus* spp., *Ficus* spp., *Cosmos* spp., *Chrysanthemum* spp., *Dahlia* spp., *Gerbera* spp., *Rosa* spp., *Dieffenbachia* spp., *Philodendron* spp., *Syngonium* spp., *Aralia* spp., *Schefflera* spp., *Asparagus* spp., *Begonia* spp., *Chenopodium* spp., *Kalanchoe* spp., *Dracaena* spp., *Bougainvillea* spp. y *Jasminum* spp.

1.4 COMENTARIOS

No obstante que la cochinilla rosada del hibisco se encuentra distribuida actualmente en las regiones tropicales y subtropicales de alrededor de 70 países, y asociada en una gran diversidad de especies vegetales, solo es considerada como plaga importante en algunos

países, toda vez que en la mayoría de países se encuentra regulada por los enemigos naturales nativos o introducidos, que se han establecido en cada región; mientras que en regiones en las que sí se encuentra asociada con daños de importancia económica, esta situación se debe a la ausencia de enemigos naturales nativos que puedan regular sus poblaciones y las poblaciones de la CRH crecen de forma importante y afectan a muchos hospedantes primarios y secundarios.

Dentro de los capítulos subsecuentes en este trabajo se darán a conocer los resultados obtenidos en las acciones de muestreo realizadas en Nayarit durante el año 2009 dentro de los diversos municipios, implementados bajo la coordinación del Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESAVENAY) como instancia operativa y la Dirección General de Sanidad Vegetal, SENASICA, SAGARPA, dentro de las áreas marginal, urbana, agrícola, forestal y viveros. Estos resultados permitieron analizar rango de hospedantes, la abundancia y distribución temporal de esta plaga en el estado de Nayarit.

CAPÍTULO II

HOSPEDANTES DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), Y SU DISTRIBUCIÓN EN NAYARIT

2.1 RESUMEN

Con el objetivo de conocer la distribución y diversidad de especies vegetales asociadas a la cochinilla rosada del hibisco (CRH), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) en la entidad y evaluar el nivel de infestación de la CRH, se realizaron muestreos semanales y quincenales directos, en puntos de muestreo permanentes correspondientes a áreas marginal, urbana, agrícola, forestal y viveros, en 13 municipios con reportes de presencia de esta plaga en la entidad. En cada sitio de muestreo se seleccionaron 10 plantas hospedantes; cada planta se subdividió en cuatro puntos de muestreo (uno por punto cardinal), se cuantificó en forma directa el total de individuos en brotes de 5 cm; asimismo, en las especies frutales, en época de fructificación, se contabilizaba el total de cochinillas presentes un área de 2x2 cm de la epidermis del fruto. La CRH se detectó en siete de 28 especies de plantas ornamentales comprendidas en seis familias botánicas y en el 89.8% de los sitios muestreados en áreas urbanas, con mayor preferencia por *Hibiscus rosa-sinensis* y *H. tiliaceus*; mientras que en frutales, dentro de áreas mayoritariamente urbanas, agrícolas (comerciales) y marginales (o de traspatio), se observó presencia de CRH en el 3.69% de los sitios, con mayor afectación a nivel municipal en Santiago Ixcuintla sobre *Annona muricata* y *Citrus limon*; en áreas forestales y arbustivas se registró la presencia de CRH en 24 de las 37 especies muestreadas, con mayores afectaciones y presencia en las fabáceas *Acacia cochliacantha* y *Mimosa pigra*. En la mayoría de sitios con presencia de la CRH, el nivel de infestación correspondió a un nivel bajo, lo que posiblemente se deba a que dicho esta plaga se encuentra bajo el control de enemigos naturales.

2.2 INTRODUCCIÓN

El cultivo y propagación de plantas son importantes para el hombre como fuente de alimento y por brindarle protección, además de ser fuente de entretenimiento y satisfacción estética (Martínez *et al.*, 2008); la ubicación en áreas urbanas como plazas, paseos, jardines e

interiores de las plantas ornamentales nativas y exóticas, propicia gran valor comercial por su embellecimiento estético y el colorido de sus flores y follaje (Granara de Willick y Claps, 2003).

Los piojos harinosos, cochinillas o chinches harinosas (Pseudococcidae), se encuentran ampliamente distribuidos en todo el mundo, presentes en casi cualquier región, aunque en las regiones tropicales y subtropicales se convirtieron en plagas importantes de plantas cultivadas y silvestres (Niebla *et al.*, 2010). La producción de especies ornamentales, frutales y nativas es amenazada por la presencia de plagas como la cochinilla rosada del hibisco (CRH) *Maconellicoccus hirsutus* (Green), como en el caso de Granada, isla del Caribe donde la falta de atención a la plaga por más de un año, ocasionó en 1994 devastaciones con repercusiones sociales y turísticas en campos recreativos y jardines de hoteles (CABI, 2005).

De importancia extremadamente polífaga (Sagarra y Peterkin, 1999; Reed, 2009), la especie *M. hirsutus* fue descrita inicialmente en India, de donde se extendió a otras regiones tropicales y subtropicales del mundo, entre las que se incluye a África, sureste de Asia y Australia (Cermeli *et al.*, 2002; Hoy *et al.*, 2002), por lo que se considera una especie de importancia mundial y cuarentenaria, la cual que se alimenta de savia sobre las plantas atacadas, y con mayor preferencia por especies como *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Mani, 1989; Kairo, 1998; Vázquez *et al.* 2002; OEPP-EPPO, 2005; Tanwar *et al.*, 2007; Niebla *et al.*, 2010; Mohammad *et al.*, 2010), con confirmación de daños en otras 15 especies de este género (Stibick, 1997). Así mismo, también afecta de 200 a 300 especies de vegetales entre hortalizas, ornamentales, forestales y plantas silvestres, comprendidas en 74 familias botánicas (Mani, 1989; USDA, 2001; Bogran y Ludwig, 2007); en algunas especies hospedantes no cultivadas donde la plaga logra establecerse, puede formar reservorios fuera del área de control y cuarentena, lo que complica su manejo (Chong, 2009). En cuanto al grado de afectación de especies hospedantes, éstas se ubican en las familias Fabaceae (=Leguminosae), Malvaceae, Solanaceae y Moraceae (Mani, 1989; Garland, 1998; Sagarra y Peterkin, 1999; Padilla, 2000; OEPP-EPPO, 2005; Tanwar *et al.*, 2007; SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008). De acuerdo con Berg (1996), las plantas ornamentales con mayor incidencia de la plaga son *Hibiscus* spp., *Ficus* spp., *Cosmos* spp., *Chrysanthemum* spp., *Dahlia* spp., *Gerbera* spp., *Rosa* spp., *Dieffenbachia* spp., *Philodendron* spp., *Syngonium* spp., *Aralia* spp., *Schefflera* spp., *Asparagus* spp., *Begonia* spp., *Chenopodium* spp., *Kalanchoe* spp., *Dracaena* spp.,

Bougainvillea spp. y *Jasminum* spp. En el caso de Malvaceae como *H. rosa-sinensis*, y otras especies del mismo género se reportan como hospedantes preferentes de *M. hirsutus*, posiblemente por la presencia de algunos mucilagos como fibras solubles en agua lo que le facilitan su alimentación, además de los contenidos de aminoácidos (Shrewsbury *et al.*, 2006), hierro, calcio y potasio, que también favorecen el desarrollo de las poblaciones de esta plaga, independientemente de otros factores como la temperatura y humedad en las regiones tropicales o subtropicales donde se desarrollan mejor este tipo de plantas, lo mismo que de la abundancia o densidad poblacional de las mismas.

La CRH se reporta actualmente en 67 países, entre los que se encuentra México, en el que tiene un estatus de distribución restringida (CABI, 2011; SAGARPA, 2007). En este país se presentan condiciones ambientales favorables para el establecimiento de esta plaga, en una superficie estimada en 57 millones de ha, que corresponden a las selvas cálida secas y cálida húmedas, lo que propicia que dicha extensión sea altamente vulnerable a la dispersión del insecto, sobre todo en la temporada de huracanes, en virtud de que el viento puede ser un medio de transporte de la cochinilla, ya sea de países cercanos a México, o de los sitios del interior del país (SINAVEF, 2011a). Al respecto, entre los años 1999 a 2009, al menos 26 plagas de importancia económica y cuarentenaria, incluida la CRH, se introdujeron a México debido a la movilización de mercancías en el comercio internacional, o bien, por su capacidad inherente de dispersión o por eventos meteorológicos como ciclones (SINAVEF, 2011b).

La mayor propagación de CRH se da dentro de las áreas urbanas, sobre todo por la agricultura de traspatio y por la presencia de hospedantes utilizados como plantas de ornato, tales como el obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), majagua (*Hibiscus tiliaceus*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), y guanábano (*Annona muricata*), entre otros (Martínez, 2007; González-Hernández, 2011), donde el transporte de material vegetal infestado, sin regularización o de manera clandestina, representa posiblemente el principal mecanismo de dispersión, en virtud de la cantidad de productos que se pueden movilizar, por lo que las acciones cuarentenarias y la vigilancia estricta en puertos y carreteras constituyen una de las principales barreras para evitar la propagación de esta plaga (Martínez, 2007).

Las especies frutales son valoradas con base a sus propiedades alimenticias o medicinales, o bien, por representar una fuente importante de empleo en regiones tropicales y subtropicales del mundo, gracias a lo cual, debido a su amplia distribución se encuentran

expuestas al ataque de innumerables especies de insectos y ácaros, las cuales, tanto por la poca tecnología sobre algunas especies, como por sus siembras intensivas, así como por los desequilibrios causados por las malas prácticas agrícolas del hombre para su manejo, se propicia que algunas plagas adquieran importancia en los cultivos (Coto y Saunders, 2004).

En Nayarit se reportan 602,406 ha dedicadas a la agricultura, de éstas 110,895 ha son de riego y 491,512 ha de temporal (INEGI, 2010). Para los productores agrícolas la CRH representa un riesgo potencial para la comercialización y exportación de productos del campo, al limitar la movilización. La presencia de la CRH se reportó en febrero de 2004 dentro del municipio de Bahía de Banderas, ubicado al sur de Nayarit (SAF, 2004), con daños importantes en plantaciones comerciales de teca (*Tectona grandis* L.), guanábana (*Annona muricata* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), mango (*Mangifera indica* L.), yaca (*Arthocarpus heterophyllus* Lam.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), ciruela (*Spondias purpurea* L.), naranja (*Citrus sinensis* L.) y otros tipos de vegetación como maleza y árboles silvestres asociados a las plantaciones (García-Valente, 2008).

Por ser de relativa reciente introducción a México, existen pocos estudios científicos cuya información coadyuve a manejar de manera eficiente el problema. El conocer su comportamiento y rango de especies hospedantes es básico, razón por la cual, esta investigación tuvo como objetivos conocer la diversidad de especies vegetales cultivadas y silvestres susceptibles al ataque de la CRH y determinar los niveles de infestación dentro de las áreas marginales, urbanas, agrícolas, forestales y de viveros, con reportes de presencia en la entidad.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1 Área de estudio

El trabajo se realizó en el año 2009 en 15 municipios en el estado de Nayarit, para lo que se muestreó en forma directa a especies vegetales observadas como hospedantes de la CRH, ubicadas en áreas marginales (o no comerciales, caminos vecinales), urbanas (traspacios, jardines públicos), agrícolas, forestales y viveros en del estado (Cuadro 2.1).

2.3.2 Muestreo directo de especies vegetales

El método más comúnmente utilizado para la determinación de presencia de *M. hirsutus* consistió en la inspección ocular y toma de muestras vegetales de hospedantes potenciales (Ojeda, 2004; Meyerdirk *et al.*, 2003), seguida por la determinación taxonómica de los individuos recolectados (Hodges, 2005; Hodges y Hodges, 2005). La sintomatología del daño por la CRH se puede detectar con facilidad en especies hospedantes comunes en sitios residenciales, hoteles, locales comerciales o a campo abierto (Meyerdirk *et al.*, 2003). Los trabajos de muestreo directo para identificar especies vegetales forestales y arbustivas hospedantes de la CRH durante el periodo de estudio (enero a diciembre de 2009), se realizaron mediante colectas periódicas semanales en los diversos municipios del estado de Nayarit. Los muestreos se desarrollaron en los municipios de Acaponeta, Tecuala, Huajicori, Rosamorada, Tuxpan, Ruiz, Santiago Ixcuintla, San Blas, Tepic, Xalisco, Compostela, Bahía de Bandéras, El Nayar, Ahuacatlán, Amatlán de Cañas e Ixtlán del Río.

2.3.3 Identificación de especies vegetales

Para confirmar la presencia de *M. hirsutus* sobre la generalidad de especies vegetales hospedantes integradas en el estudio, se realizaron recolectas y montajes de la CRH, conforme a la metodología de SENASICA (2011), por lo que se seleccionaron plantas con la sintomatología de daños por CRH como malformaciones severas en retoños y hojas, arrugamiento de hojas y detención de crecimiento en hojas, etc. (Francis-Ellis, 1995), además de verificar la correcta identificación del insecto plaga mediante observación de características morfológicas externas, conforme a claves y criterios taxonómicos de autores como Williams (1996), Miller (1999), Gullan (2000) y Meyerdirk *et al.* (2003). Para cada vegetal se colectaron hojas, tallos, flores y frutos, mismos que se prensaron y deshidrataron mediante la técnica estándar de herborización (Lot y Chiang, 1986; Maden, 2004). La identificación taxonómica del material vegetal se realizó en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), con confirmación mediante cotejo de muestras con las del Herbario Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU).

Cuadro 2.1 Ubicación geográfica de los municipios muestreados contra *Maconellicoccus hirsutus* en Nayarit, 2009.

Municipio	Ubicación geográfica
Acaponeta	Al norte del estado, entre las coordenadas geográficas extremas: al norte 22°38' y al sur 22°17' de latitud norte; y al este 104°54' y al oeste 105°37' de longitud oeste.
Tecuala	Al norte del estado, entre los paralelos 22°14' y 22°34' de latitud norte y los meridianos 105°14' y 105°45' de longitud oeste.
Huajicori	Al norte del estado, entre las coordenadas geográficas 22° 32' de latitud norte y 104° 54' de latitud oeste.
Rosamorada	Al norte del estado, entre los paralelos 21°50' al 22°30' de latitud norte y del meridiano 104°56' al 105°38' de longitud oeste.
Tuxpan	Al poniente del estado, entre los paralelos 21° 52' y 22° 01' de latitud norte y los meridianos 105° 12' y 105° 27' de longitud oeste.
Ruiz	En la región norte-centro del estado, entre las coordenadas geográficas extremas: 22° 10' al 21° 52' de latitud norte y 104° 47' al 105° 14' de longitud oeste.
Santiago Ixcuintla	Al norte del estado, dentro de las coordenadas extremas del paralelo 21° 37' al 22° 16' de latitud norte y del meridiano 104° 53' al 105° 39' de longitud oeste.
San Blas	En la región norte del estado, entre las coordenadas extremas siguientes: 21° 20' al 21° 43' de latitud norte; al este, 105° 02' y 105° 27' de longitud oeste.
Tepic	En la región central del estado, entre las coordenadas extremas 21°51' y 21°24' de latitud norte y 104°34' y 105°05' de longitud oeste.
Xalisco	En la región central del estado, entre las coordenadas geográficas extremas 21° 28' al 21° 18' de latitud norte y 104°45' al 105°04' de longitud oeste.
Compostela	Se localiza en la costa sur del estado, entre las coordenadas extremas, al norte 21° 23', al sur 20° 51' de latitud norte; al este 104° 47' y al oeste 105° 21' de longitud oeste.
Bahía de Banderas	Se localiza al sur del estado, entre las coordenadas geográficas extremas 21° 03' al 20° 54' de latitud norte y 104° 58' al 105° 32' de longitud oeste.
El Nayar	En la región nororiental del estado, entre las coordenadas extremas 21° 25 y 22° 40 de latitud norte y del meridiano 103° 58' y 105° 03' de longitud oeste.
Ahuacatlán	En la región sureste del estado, entre las coordenadas geográficas extremas: al norte 21° 12', al sur 20°55' de latitud norte; al este 104° 25', al oeste 104° 43' de longitud oeste.
Amitlán de Cajías	En la región sureste del estado, entre los paralelos 20°36' y 21°00' de latitud norte y los meridianos 104° 14' y 104° 38' de longitud oeste.

Fuente: http://www.g-local.gob.mx/work/templates/enciclopedia/articulos.jsp?URL_56.htm

2.3.4 Determinación del nivel de infestación de *M. hirsutus*

Para determinar el nivel de infestación de CRH en cada una de las especies vegetales En cada una de las áreas de muestreo, se seleccionaron y geocodificaron puntos o sitios de muestreo permanentes, en donde se revisaron cuatro brotes terminales de 5 a 10 cm en un total de cinco a 10 plantas (SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008). Para la inspección de las áreas marginales se revisaron puntos cada 500 a 1000 m sobre caminos, ríos y carreteras, conforme a la disponibilidad de hospedantes preferidos por el insecto en cada municipio; estos muestreos se realizaron en forma semanal, para lo cual se contabilizó el total de especímenes de CRH en los estadios ninfales (primero, segundo y tercero) y adulto. Se utilizó el mismo procedimiento de conteo del insecto para las áreas agrícola y forestal, excepto que en las áreas urbanas los muestreos se realizaron en forma quincenal dentro de puntos establecidos conforme a la disponibilidad de hospedantes.

La inspección de las áreas agrícolas se desarrolló acorde a la fenología de los hospedantes, el muestreo en cada unidad de producción no mayor de 1 ha, se hizo en zigzag con cinco árboles; ocho en unidades de >1 a 2 ha; 12 en unidades de >2 a 3 ha; 15 en unidades de >3 a 4 ha y 20 árboles en unidades mayores de 4 ha. En áreas forestales se seleccionaron cercos o lienzos de las parcelas y se muestrearon 12 puntos aleatoriamente, tres por cada lado de la parcela. En viveros el muestreo fue directo y se revisaron entre cinco y 10 plantas tomadas al azar, pertenecientes a diversas hileras o calles dentro de las instalaciones. En todos los casos, para obtener el nivel de infestación de CRH en cada uno de los muestreos, se promedió el total de individuos (excepto los huevos y ninfas primer instar) dentro de cada una de las especies vegetales, entre el número de brotes muestreados en los puntos o sitios, lo que permitió además obtener dichos promedios en forma mensual de acuerdo con la ubicación de cada una de las especies muestreadas a nivel municipal, al dividir el total de especímenes entre el número total de brotes terminales muestreados en el mes.

Para conocer estos nivel de infestación se utilizó la escala establecida por la SAGARPA-SENASICA-DGSV (2008) y Suresh y Chandra (2008), que especifica que el nivel nulo corresponde a 0 individuos por brote; el nivel 1 ó bajo de 1 a 10 individuos por brote; el nivel 2 ó medio de 10 a 20 individuos por brote; nivel 3 ó alto con más de 20 individuos por brote. Se utilizó la estadística descriptiva, lo que permitió determinar las frecuencias de la presencia del insecto.

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.4.1 Identificación de especies vegetales hospedantes

En cuanto a especies ornamentales hospedantes estudiadas para evaluar la incidencia de CRH, se identificaron 28 especies vegetales, distribuidas en 20 familias botánicas, las cuales fueron: Malvaceae, obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), majagua (*Hibiscus tiliaceus* Arruda) y me verás y no me conocerás (*Hibiscus mutabilis* L.); Combretaceae, almendro (*Terminalia catappa* L.); Araliaceae, aralia (*Fatsia* sp.); Ericaceae, azalea (*Azalea* sp.); Moraceae, benjamina (*Ficus benjamina*); Nyctaginaceae, bugambilia (*Bougainvillea* spp.); Apocynaceae, carisa (*Carissa macrocarpa* = *grandiflora*), campanita (*Cascabela thevetia* L. (Lippold), copa de vino (*Allamanda cathartica* L.), laurel (*Nerium oleander* L.) y mandevila (*Mandevila* sp.); Solanaceae, copa de oro (*Solandra* sp.); Asteraceae, manto de la virgen (*Montanoa grandiflora* Alamán ex DC.); Euphorbiaceae, croto (*Codiaeum variegatum*) y nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will ex. Klotzsch); Heliconiaceae, heliconia (*Heliconia* spp.); Convulvulaceae, hiedra (*Ipomoea carnea* var. *fistulosa*); Rubiaceae, ixora (*Ixora* spp.); Leguminosae, lluvia de oro (*Cassia fistula* L.) y pata de res (*Bahinia variegata* L.); Verbenaceae, melina (*Gmelina arborea* Roxb.); Amaryllidaceae, narciso (*Narcissus* sp.); Polygonaceae, rosa de ángel (*Antigonon leptopus* Hok. y Arn); Rosaceae, rosal (*Rosa* spp.); Palmae, palma de coco (*Cocos nucifera* L.) y Oleáceae, trueno (*Ligustrum* sp.), con una dominancia relativa de las familias Apocynaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae, con 5, 3, 2 y 2 especies, respectivamente, que concuerda con los resultados de Mani (1989), Kairo (1998) y Sagarra y Peterkin (1999) en cuanto a la familia Malvaceae. Dentro de estas especies, y mostrando diferentes niveles de afectación, la CRH estuvo presente en asociación con las especies vegetales: *H. rosa-sinensis*, *H. tiliaceus*, *H. mutabilis*, *Bougainvillea* sp., *C. variegatum*, *M. grandiflora*, *Solandra* spp. y *C. macrocarpa*.

2.4.2 Determinación de nivel de infestación y dispersión de *M. hirsutus*

Se muestrearon 8,744 puntos o sitios, de los cuales solo en 2,761 de ellos (31.5%) se encontraron plantas que mostraron algún nivel de infestación por CRH (Cuadro 2.2). De los puntos considerados en el muestreo, el 91.9% correspondió a áreas urbanas, lo que concuerda con Martínez (2007), seguido por las áreas de viveros (4%), marginal (3.8%) y agrícola (0.2%), respectivamente.

En referencia a los sitios de muestreos a nivel de municipio (Cuadro 2.3), la distribución fue de la manera siguiente: Santiago Ixcuintla 2,669 (30.5%), Bahía de Banderas 1,623 (18.5%), San Blas 1,176 (13.4%), Compostela 1,034 (11.8%), Rosamorada 903 (10.3%), Acaponeta 601 (6.9%), Tecuala 518 (5.9%) y Tepic 220 (2.5%). Por otro lado, al tomar en cuenta únicamente a los puntos de muestreo con presencia de la CRH, las especies vegetales más afectadas fueron *H. rosa-sinensis* (78.3%), *H. tiliaceus* (20.5 %) e *H. mutabilis* (0.6%); finalmente, el nivel de infestación obtenido en los sitios estudiados fue el siguiente: 68.4% fue clasificado en nivel nulo por no presentar la plaga; el 30.3% de 1 (bajo); 1% en nivel 2 (medio) y el 0.1% restante en nivel 3 (alto). Al respecto, González-Hernández (2011), considera que un factor importante para la presencia de CRH en bajas densidades y su restricción a zonas urbanas o marginales, en las nuevas áreas de infestación, es la introducción temprana de enemigos naturales como *A. kamali*, cuando las densidades de la CRH se encuentran en niveles bajos y poco extendidas en una localidad, toda vez que en estas áreas urbanas y marginales se tiene cero o bajo uso de plaguicidas y de otras prácticas agronómicas, que pueden afectar la efectividad y el establecimiento a largo plazo de los enemigos naturales; sobre la presencia y severidad de la CRH en diversas especies hospedantes, existen evidencias relacionadas al tiempo de desarrollo, supervivencia y capacidad de reproducción, las que varían de acuerdo a la especie hospedante (Serrano y Lapointe, 2002). Del total de especies ornamentales identificadas como hospedantes de CRH dentro de los ocho municipios tomados como muestra de referencia, los casos de *Montanoa grandiflora* y *Solandra* sp., corresponden a nuevos reportes como hospedantes de la plaga a nivel mundial, ambos con nivel de afectación 1 y considerados como secundarios o no preferenciales.

En el caso particular de *H. rosa-sinensis*, al analizar la distribución mensual de puntos con presencia de CRH dentro de los diversos municipios (Cuadro 2.4), se observa que, a excepción de San Blas y Tepic (donde se obtuvo el menor número de puntos con presencia de la plaga y con distribución no uniforme durante todos los meses), en el resto de municipios la distribución de puntos infestados fue muy significativa (dominante) y uniforme durante todo el año, gracias a lo cual, por ser la única especie presente en las cuatro áreas de muestreo y en todos sus niveles de afectación, se confirma como el hospedante preferencial de la plaga, acorde a la generalidad de registros de la plaga en otras partes del mundo (Mani, 1989; Berg, 1996; Garland, 1998; USDA, 2001; Vázquez *et al.*, 2002; CABI, 2005; Bogran y Ludwig,

2007; Niebla *et al.*, 2010). lo que obliga a mantener una estricta vigilancia sobre esta especie para la oportuna detección de la CRH (Vázquez *et al.*, 2002); no obstante que durante los meses en los que se registran anualmente las temperaturas más frías en la entidad (noviembre a marzo) y en los que se encontró el menor número de puntos con presencia de esta plaga, su población no se ve disminuida en su totalidad, con evidencias documentales de que en países con un invierno frío, la CRH puede sobrevivir a dichas condiciones tanto en estado de huevo (OEPP-EPPO, 2005), como de adulto, gracias a su capacidad de protegerse al ocupar diversos hábitats como suelo, grietas y huecos de corteza vegetal ó el interior de frutos hospedantes (Matthew, 2009); caso contrario, como se observa en el mismo cuadro, las altas poblaciones encontradas durante el periodo de lluvias (julio-octubre), coinciden con lo reportado por Samuthiravelu *et al.* (2010), quienes al evaluar en India la influencia de factores abióticos sobre dinámica poblacional de la CRH en el cultivo de mora ó morera (*Morus sp.*), encontraron que con lluvias y humedad relativa altas, no se observó alguna correlación negativa sobre la plaga, con incrementos de un 50.6% de la población y del 3.1% durante el invierno.

Cuadro 2.2 Distribución de puntos por área de muestreo y nivel de infestación de CRH sobre especies ornamentales en ocho municipios de Nayarit. 2009.

Especie ornamental	Puntos (No.)	Área de muestreo				Nivel de infestación			
		m	u	a	v	0	1	2	3
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	5,458	106	5,185	13	154	3,294	2,099	57	8
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	1,940	215	1,700	5	20	1,373	528	35	4
<i>Hibiscus mutabilis</i>	111	0	110	1	0	95	14	2	0
<i>Bougainvillea sp.</i>	272	3	250	1	18	269	3	0	0
<i>Codiaeum variegatum</i>	456	1	369	1	85	454	2	0	0
<i>Montanoa grandiflora</i>	29	13	16	0	0	25	4	0	0
<i>Solandra spp.</i>	429	2	368	2	57	426	3	0	0
<i>Carissa macrocarpa</i>	49	1	34	1	13	47	2	0	0
Total	8,744	341	8,032	24	347	5,983	2,655	94	12

Áreas de muestreo: m: marginal; u: urbano; a: agrícola; v: viveros.

Cuadro 2.3 Distribución de puntos muestreados contra CRH a nivel municipal en especies ornamentales en Nayarit, 2009.

Especie ornamental	Puntos muestreados (%)	Marginal	Área de muestreo			Nivel de infestación de CRH				Puntos muestreados por municipio
			Urbana	Agrícola	Viveros	0	1	2	3	
<i>H. rosa-sinensis</i>	5,458	106	5,185	13	154	3,294	2,099	57	8	Acapeteca (586), Tecuala (994), Rosamorada (798), Santiago Ixc. (1,336), San Blas (679), Tepic (194), Compostela (586), B. de Banderas (667)
<i>H. nainarosus</i>	1,940	215	1,700	5	20	1,373	528	35	4	Tecuala (24), Rosamorada (78), Santiago Ixc. (989), San Blas (432), Tepic (21), Compostela (336), B. de Banderas (667)
<i>H. mutabilis</i>	113	0	110	1	0	95	14	2	0	Rosamorada (9), Santiago Ixc. (29), San Blas (72), Compostela (1)
<i>Boegatevilaea</i> sp.	272	3	250	1	18	269	3	0	0	Rosamorada (3), Santiago Ixc. (28), Compostela (30), B. de Banderas (23)
<i>C. variegatum</i>	456	1	369	1	85	454	2	0	0	Santiago Ixc. (2), San Blas (2), Compostela (34), B. de Banderas (418)
<i>H. grandiflora</i>	29	13	16	0	0	25	4	0	0	Santiago Ixc. (7), San Blas (9), Tepic (9), Compostela (14)
<i>Solanthe</i> sp.	429	2	368	2	57	426	3	0	0	Acapeteca (15), Rosamorada (615), Santiago Ixc. (93), San Blas (44), Tepic (1), Compostela (9), B. de Banderas (294)
<i>C. macrocarpa</i>	49	1	34	1	13	47	2	0	0	B. de Banderas (49)
Total	8,744	341	8,032	24	347	5,963	2,655	94	12	

Cuadro 2.4 Distribución mensual de puntos con presencia de CRH sobre *Hibiscus rosa-sinensis* en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes												Total
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Acapeteca	3	36	17	48	25	30	47	32	36	34	16	18	342
Tecuala	11	24	46	68	16	16	29	30	32	33	12	8	325
Rosamorada	6	16	23	42	21	25	39	37	33	19	21	15	297
Santiago Ixc.	62	23	17	95	89	54	82	74	47	66	52	24	685
San Blas	2	0	0	20	8	6	14	10	16	11	6	3	96
Tepic	1	4	0	0	2	3	1	4	1	1	3	0	20
Compostela	11	14	6	31	14	9	31	23	30	25	13	10	217
B. Banderas	24	24	0	11	7	21	18	17	18	19	8	15	182
Total	120	141	109	315	182	164	261	227	213	208	131	93	2,164

La mayoría de puntos o sitios considerados para el muestreo de CRH en *H. rosa-sinensis* correspondieron al área urbana (95%). Los resultados en esta área reflejan que de los 5,458

sitios muestreados (Cuadro 2.5), en 3,294 de ellos (60.3%) no se encontró CRH, mientras que en 2,164 (39.6%), los niveles de infestación fueron entre 1, 2 y 3 con 2,099 (38.5%), 57 (1%) y 7 (0.1%), respectivamente; en cuanto al grado de infestación por zona, toda vez que a nivel estatal, las mayores afectaciones se observaron en los municipios de Santiago Ixcuintla (12.6%), Acaponeta (6.3%) y Rosamorada (6%). En forma general en el norte del estado se tuvo un 48.2% de sitios con presencia de la plaga, seguido por las zonas sur (32.4%) y centro (14.2%).

Cuadro 2.5 Monitoreo y nivel infestación de CRH sobre *Hibiscus rosa-sinensis* en ocho municipios de Nayarit. 2009.

Municipio	Sitios (No.)	Área de muestreo				Nivel de infestación			
		m	u	a	v	0	1	2	3
Acaponeta	586	19	559	1	7	244	332	10	0
Tecuala	494	33	461	0	0	169	318	6	1
Rosamorada	798	11	787	0	0	501	283	12	2
Santiago Ixc.	1,536	15	1,506	3	12	851	678	5	2
San Blas	619	2	607	5	5	523	96	0	0
Tepic	194	7	164	0	23	174	20	0	0
Compostela	586	13	560	1	12	369	196	19	2
B. Banderas	645	6	541	3	95	463	176	5	1
Total	5,458	106	5,185	13	154	3,294	2,099	57	8

m (marginal); u (urbano); a (agrícola); v (viveros)

En referencia a los muestreos realizados sobre especies frutales dentro de 15 municipios en la entidad (Cuadro 2.6), de los 21,331 puntos muestreados en los sitios de muestreo permanentes, solo en 788 puntos (3.69%) se observó algún nivel de infestación; además, resalta la presencia de la plaga en 13 de los 15 municipios muestreados, con una mayor distribución porcentual ponderada dentro de los municipios de Compostela (18.21%), Xalisco (6.48%) y El Nayar (4.65%). Por su nivel de infestación dentro de los puntos con presencia del insecto, la mayoría de éstos (719, equivalentes al 91.36% de los puntos con presencia), tuvieron un nivel de infestación de uno ó nivel bajo (>0 a 10 CRH/brote); mientras que de los 68 puntos restantes, en 55 de ellos (6.99%) se tuvo un nivel de infestación de dos ó medio (>10 a 20 CRH/brote), y en 13 (1.65%), un nivel de infestación de tres ó alto (>20 CRH/brote); asimismo, en cuanto a los puntos analizados por área de muestreo, en orden de importancia, las dominancias relativas correspondieron a las áreas

urbana, agrícola, marginal, viveros y forestal, con 16,887 (79.19%), 2,383 (11.17%), 1,744 (8.18%), 307 (1.44%), y 5 (0.02%), respectivamente.

Con relación a los resultados de muestreo realizados a nivel de especie en el estudio (Cuadro 2.7), de 32 especies muestreadas, solo en 17 de ellas (53.1%) se observó presencia en algún nivel de infestación. De igual manera, dentro de las especies con presencia de CRH, en 15 de ellas se encontró un nivel de infestación bajo, en seis un nivel medio y en dos un nivel alto. En cuanto al porcentaje de puntos con infestación porcentual ponderada, si bien es cierto que los valores más altos corresponden a las especies *Eugenia sotoesparzae* P.E. Sánchez (50%), *Spondias purpurea* L. (20%) y *Vitis vinifera* L. (20%), estos resultados son bajos en comparación con la especie *Annona muricata* L. (17.77%), misma que por el número de puntos muestreados y con presencia del insecto resultó ser la especie mayormente infestada; de igual manera, la presencia de CRH se observó en una cantidad importante de puntos en especies de mucha importancia socioeconómica dentro de la fruticultura estatal, tales como *Mangifera indica* L. y *Citrus limón* (L.) Burm., además de especies potencialmente importantes como *Psidium guajava* L., y *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, en las que se encontró una cantidad importante de puntos con presencia del insecto.

De las 17 especies frutales identificadas, con presencia de CRH (Cuadro 2.8), éstas se encuentran distribuidas en nueve familias botánicas y en 12 de los municipios considerados en el trabajo, con una preferencia relativa de las familias Rutaceae, Mirtaceae, Anacardiaceae y Anonaceae, con 5, 3, 2 y 2 especies, respectivamente; asimismo, por el número de municipios con especies infestadas, la única especie frutal con presencia de la CRH en todos los municipios muestreados fue *A. muricata* L. En cambio *Citrus limón* (L.) Burm se encontró en nueve municipios, *P. dulce* (Roxb.) Benth en ocho, *P. guajava* L., en siete, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth en cinco, *M. indica* L. y *Citrus limetta* L., en cuatro cada uno, *Annona cherimola* L. y *Citrus sinensis* L., en tres cada uno; mientras que en algunas especies solo se tuvo presencia en un municipio, siendo éstas: *Averrhoa carambola* L. (Rosamorada), *Citrus paradisi* L. (San Blas), *Eugenia jambos* L. (Compostela), *Eugenia sotoesparzae* P.E. Sánchez (Bahía de Banderas), *Spondias purpurea* L. (Compostela) y *V. vinifera* L. (San Blas). Con relación a la dominancia relativa en cuanto al número de especies frutales con presencia del insecto plaga a nivel municipio, los municipios con más especies frutales con presencia de CRH fueron Compostela (nueve especies), Acaponeta, Rosamorada y Santiago

Ixcuintla (con ocho especies cada uno), seguidos por Tuxpan (siete especies), Tecuala (seis especies), San Blas (cinco especies), Huajicori, Tepic y Bahía de Banderas (tres especies cada uno); Ruiz y El Nayar (dos especies cada uno) y Xalisco (una especie).

Cuadro 2.6 Muestreo comparativo de CRH sobre especies frutales a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Municipio	Número de puntos muestrados			Infestación ponderada (%)	Nivel de infestación (puntos)					Puntos positivos por área de (No.)				
	total	positivas	negativas		0	1	2	3	m	u	a	f	v	
Acaponeta	2,305	45	2,260	1.68	2,200	40	4	1	248	2,194	208	0	15	
Tecuala	1,936	15	1,921	0.77	1,921	11	4	0	276	1,381	279	0	0	
Huajicori	397	4	393	1	393	3	1	0	57	340	0	0	0	
Rosamorada	3,728	61	3,667	1.64	3,667	57	3	1	36	3,706	326	0	0	
Tuxpan	1,029	44	985	4.27	985	38	4	2	150	820	35	0	18	
Ruiz	149	6	143	4.03	143	6	0	0	0	145	0	4	0	
Santiago Ixc.	4,851	69	4,782	1.42	4,782	67	2	0	408	4,113	294	1	35	
San Blas	2,299	44	2,255	1.92	2,255	44	0	0	86	1740	338	0	135	
Tepic	188	7	181	3.72	181	7	0	0	24	150	0	0	14	
Xalisco	293	19	274	6.48	274	19	0	0	23	175	83	0	12	
El Nayar	43	2	41	4.65	42	0	1	0	1	42	0	0	0	
Compostela	2,358	429	1,929	18.21	1,925	189	30	9	295	1,403	653	0	2	
B. Banderas	1,376	43	1,333	3.13	1,333	38	5	0	134	999	167	0	76	
Ahuacatlán	7	0	7	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	
A. de Cajal	12	0	12	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	
Total	21,331	788	20,543	3.69	20,543	719	56	13	1,749	16,887	2,383	5	307	

0 (nulo ó sin presencia de CRH), 1 (bajo, <0 a 10 CHR/brote), 2 (medio, >10 a 20 CHR/brote), 3 (alto, >20 CHR/brote), m (marginif), u (urbano), a (agrícola), f (forestal), v (viveros)

No obstante de que en regiones como el Caribe, al detectarse los primeros brotes de la CRH, por su nivel de infestación y afectación algunas especies frutales cultivadas como cítricos, guanábana, ciruela roja, ciruela amarilla y carambola se ubicaron entre los hospedantes primarios del insecto, la población disminuyó gradualmente hasta mantenerse bajo control gracias a la ejecución ordenada y coordinada de un plan operativo en atención a la contingencia fitosanitaria, sustentado en la introducción y liberación inundativa de enemigos naturales exóticos (Kairo *et al.*, 2000).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden en cuanto a la dominancia

inicial de CRH sobre especies como cítricos y guanábano en la región del Caribe (Kairo *et al.*, 2000) o de mango y guanábano en Venezuela (Cermeli *et al.*, 2002), debido posiblemente a la similitud de condiciones ambientales de dichas especies frutales. De forma similar las poblaciones fueron controladas fundamentalmente también gracias al impacto de los enemigos naturales liberados en las zonas con afectación del insecto, de donde se resalta el caso de la especie *C. sinensis*, donde las poblaciones de CRH fueron controladas totalmente, situación atribuida al manejo de la CRH en los huertos, mediante la eliminación de maleza dentro y alrededor del cultivo (lienzos), lo mismo que por las liberaciones inundativas a base del parasitoide *Anagrus kamali* Moursi.

En lo referente a las especies forestales o arbustivas de la zona norte del estado, de 37 especies vegetales inspeccionadas como posibles hospedantes, se logró determinar que 23 de ellas resultaron asociadas a CRH (Cuadro 2.9), estas especies vegetales se encuentran ubicadas en nueve familias botánicas: Fabaceae (13 especies), Moraceae (3), Asteraceae (2), Sterculiaceae (2), Euphorbiaceae (1) Meliaceae (1), Solanaceae (1) y Verbenaceae (1).

No obstante de que por el número de puntos con presencia de CRH (1,110 puntos), las dominancias correspondieron en orden de importancia a las especies *Acacia cochliacantha* (380 puntos), *Mimosa pigra* (203) y *Albizia lebbek* (151 puntos), equivalentes al 34.2, 18.3 y 13.6% del total de puntos infestados, respectivamente (Cuadro 2.10), porcentualmente en cuanto al número de puntos con presencia de CRH en comparación con el número de puntos muestreados, en orden de importancia las dominancias relativas correspondieron a *A. lebbek*, *M. pigra* y *A. cochliacantha*, con el 35.1, 19.6 y 12.8% de los puntos infestados, respectivamente; en las especies *E. cyclocarpum* (11.9%) y *G. septum* (6.7%) la CRH tuvo menor distribución. Con respecto a las 19 especies hospedantes restantes, éstas se registraron sólo en 376 puntos (33.9%). Las especies *Cedrella odorata*, *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis laevigata*, *Titonia diversifolia* y *Verbesina greenmani* son nuevos registros de especies vegetales atacadas por la CRH en el mundo, todos con un nivel de infestación bajo (Meyerdirk *et al.*, 2003; Echegoyén y González-Hernández, 2010; González-Hernández, 2011; ScaleNet, 2011). Con referencia a los promedios de CRH obtenidos por brote en los 9,235 puntos muestreados para la determinación del nivel de infestación sobre especies forestales y arbustivas del norte de Nayarit, se refleja que la plaga estuvo presente solo en 1,061 (11.4%).

Cuadro 2.7 Nivel de incidencia de CRH entre especies frutales muestreadas en Nayarit, 2009.

Especie frutal	Puntos (No.)	Área de muestreo					Nivel de infestación				Infestación postorada (%)
		m	u	a	f	v	0	1	2	3	
Especies con presencia de CRH:											
<i>Annona cherimola</i> Mill.	40	3	37				36	3	1		10.00
<i>Annona muricata</i> L.	3,253	151	2,178	907		17	2,675	519	47	12	17.77
<i>Annona reticulata</i> L.	32	6	26				31		1		3.12
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	1,752	27	1,639	72		14	1,745	6	1		0.40
<i>Averrhoa carambola</i> L.	364	3	136	5		20	163	1			0.61
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	1,623	86	1,532	3		2	1,611	12			0.74
<i>Citrus limetta</i> L.	143	5	136			2	125	8			5.60
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm	3,333	110	3,132	27		64	3,276	57			1.71
<i>Citrus paradisi</i> Macf.	326		120			6	123	3			2.38
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Orbeck	335	8	308			15	323	8			2.42
<i>Eugenia jambol</i> L.	11		9	2			10	1			9.09
<i>Eugenia rotundifolia</i> P.E. Sacleot	2	2					1	1			10.00
<i>Mangifera indica</i> L.	3,113	101	1,581	1,310		121	3,089	24			0.77
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roth) Burtl	1,456	993	454	4	5		1,410	42	4		3.16
<i>Psidium guajava</i> L.	2,561	150	2,394	7		10	2,526	33	1	1	1.37
<i>Spondias papaya</i> L.	5	5					4		1		20.00
<i>Vitex vinifera</i> L.	5		5				4	1			20.00
Especies sin presencia de CRH:											
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	16	1	15				16				0
<i>Coffea arabica</i> L.	6		6				6				0
<i>Litchi chinensis</i> L.	106		83	18		5	106				0
<i>Morinda citrifolia</i> L.	128		115	6		7	128				0
<i>Morus alba</i> L.	7		7				7				0
<i>Muntingia calabura</i> L.	10		10				10				0
<i>Musa paradisiaca</i> L.	70	13	55	2			70				0
<i>Paspiflora edulis</i> L.	9		9				9				0
<i>Persea americana</i> Mill.	213		199	1		13	213				0
<i>Prunus domestica</i> L.	1,151	38	1,102	9		2	1,151				0
<i>Prunus virginiana</i> L.	1		1				1				0
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg.) Ni	391	5	384			2	391				0
<i>Punica granatum</i> L.	27		23			4	27				0
<i>Spondias mombin</i> L.	1,151	38	1,102	9		2	1,151				0
<i>Tamarindus indica</i> L.	95	4	89	1		1	95				0
Total	21,331	1,749	16,887	2,383	5	307	20,543	719	56	13	3.69

Nivel de infestación por CRH: 0 = nulo o libre; 1 = bajo; 2 = medio; 3 = alto

Áreas de muestreo: m= marginal; u= urbana; a= agrícola; f= forestal; v= diversos

Cuadro 2.8 Distribución municipal de especies frutales con presencia de CRH en Nayarit, 2009.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Municipio
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mango	4,7,8,11
	<i>Spondias purpurea</i> L.	ciruelo jobo	11
Anonaceae	<i>Annona cherimola</i> L.	chirimoya	2,3,5
	<i>Annona muricata</i> L.	guanábano	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13
	<i>Annona reticulata</i> L.	anona roja	11
Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	guamúchil	1,2,4,5,6,7,9,11
Malphiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	nanche, nance	1,2,3,4,7
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	jaca, yaca	1,7,11
Myrtaceae	<i>Eugenia satoespargosa</i> P.E. Sánchez	guayabo agrio	12
	<i>Eugenia jambos</i> L.	pomarrosa	11
	<i>Psidium guajava</i> L.	guayabo	1,2,4,5,6,7,11
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	carambolo	4
Rutaceae	<i>Citrus limetta</i> L.	lima	1,4,5,7
	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm	limón	1,2,4,5,7,9,11,12,13
	<i>Citrus paradisi</i> L.	toronja	8
	<i>Citrus sinensis</i> L.	naranja dulce	1,5,8
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	vid	8

1 Acaponeta; 2 Tecuala; 3 Huajicori; 4 Rosamorada; 5 Tuxpan; 6 Ruiz; 7 Santiago Ixc.; 8 San Blas; 9 Tepic; 10 Xalisco; 11 Compostela; 12 B. Banderas; 13 El Nayar.

Cuadro 2.9 Especies forestales o arbustivas con presencia de CRH en el norte de Nayarit, 2009.

Familia	Especie vegetal	Nombre común	Municipio	
Asteraceae (= Compositae)	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	tacotillo	1,2,3,4	
	<i>Verbesina greenmanii</i> Urban	tacote	1,4,5	
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus elsiiae</i> Urb.	pimientillo	4,5	
Leguminosae (= Fabaceae)	<i>Acacia acatzensis</i> Benth.	parotilla	4	
	<i>Acacia cochliacantha</i> Schlecht. y Cham	Concha (= huinol)	1,2,3,4,5,6,7	
	<i>Acacia farnesiana</i> L. Willd.	huizache	7	
	<i>Acacia hindsii</i> Benth	jarretadera	1,3, 4,5,7	
	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth	capiro	1,2,4,5,6,7	
	<i>Delonix regia</i> (Bojer Ex Hook.) Raf.	tabachín	4	
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Parota (= huanacastle)	1,2,4,5,6,7	
	<i>Glyciridia sepium</i> (Jacq.) Kunth. Ex Walp	catisca (=cacahuananchi)	7	
	<i>Inga eriocarpa</i> Benth.	jiquinicui, jiquinicuil (=cuajinicuil)	4,3,6	Legumi
	<i>Mimosa imvisa</i> Mart. Ex colla	sierrilla,	4,5	
	<i>Mimosa pigra</i>	coatante	1,2,4,5,6,7	
	<i>Pithecellobium</i> sp.	guamuchillo	6,7	
	<i>Prosopis laevigata</i> (H. y B.) Johnston	mezquite	1	
Meliaceae	<i>Cedrella odorata</i> L.	cedro	7	
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	chalata (= salate)	6	
	<i>Ficus pertusa</i> L. f.	camichín	1	
	<i>Ficus</i> sp.	higuera	5	
Solanaceae	<i>Solanum umbellatum</i> Mill.	tabaquillo	2,4,5	
Sterculiaceae	<i>Byrneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	rabo de iguana	1,2,4,5	
	<i>Gnuzuma ulmifolia</i> Lam.	guksima	7	
Vervencaceae	<i>Tectona grandis</i> L.	teca	1,4,6,7	

1 Acaponeta; 2 Tecuala; 3 Huajicori; 4 Rosamorada; 5 Tuxpan; 6 Ruiz; 7 Santiago Ixc.

Cuadro 2.10 Distribución de puntos con presencia de CRH sobre especies forestales o arbustivas del norte de Nayarit, 2009.

Especie	Municipio						
	Aca	Te	Hu	Rm	Tu	Ru	Sl
<i>Acacia acatensis</i> Benth.				1			
<i>Acacia cochliacantha</i> Schlecht. y Cham +	63	36	14	87	63	48	69
<i>Acacia farnesiana</i> L. Willd							6
<i>Acacia hindii</i> Benth	5		1	3	2		9
<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth	12	11		53	47		28
<i>Byttneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	6	5		1	1		
<i>Cedrella odorata</i> L.							1
<i>Delonix regia</i> (Bojer Ex Hook.) Raf.				1			
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	17	10		42	32	3	24
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth						5	
<i>Ficus pertusa</i> L. f.	1						
<i>Ficus</i> sp.					1		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam							1
<i>Inga eriocarpa</i> Benth.	27	12	22			11	
<i>Mimosa invisa</i> Mart. Ex colla				2	4		
<i>Mimosa pigra</i> L.	1	4		90	81	4	23
<i>Phyllanthus elisiae</i> Urb.				1	1		
<i>Pithecolobium</i> sp.						1	15
<i>Prosopis laevigata</i> (H. y B.) Johnston	1						
<i>Solanum umbellatum</i> Mill.		2		1	4		
<i>Tectona grandis</i> L.	7			1		14	14
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	27	11	8	1			
<i>Verbesina greenmanii</i> Urban	1			9	1		

Aca: Acaponeta; Te: Tecuala; Hu: Huajicori; Rm: Rosamorada; Tu: Tuxpan; Ru: Ruiz; Sl: Santiago Ixcuintla.

En el cuadro 2.11 se refleja que a nivel municipal, el mayor número de puntos infestados por la CRH sobre especies forestales o arbustivas correspondió a Rosamorada (293), Tuxpan (237), Santiago Ixcuintla (190), y Acaponeta (168), no así en cuanto al porcentaje de infestación ponderada, donde en orden de importancia la dominancia de puntos infestados contra muestreados correspondió a Tuxpan (35.2%), Ruiz (22.3%), y Rosamorada (12.1%), respectivamente. Del total de puntos con presencia de la CRH, el 93.9% presentó niveles de infestación 1 (bajo), seguido del 5.6% con nivel 2 (medio) y el 0.3% con nivel 3 (alto). En este aspecto, los municipios con mayor cantidad de puntos con presencia del insecto fueron Rosamorada (28.1%), Santiago Ixcuintla (17.9%) y Tuxpan (16.5%). Finalmente, en lo que se refiere a las diversas áreas de muestreo, en orden de importancia, de los 1061 puntos infestados, las afectaciones más fuertes correspondieron a las áreas

marginales (69.0%), urbanas (25.1%), forestal (5.1%) y agrícola (0.5), mientras que en viveros no se observó ninguna incidencia del insecto.

Cuadro 2.11 Muestreo comparativo para CRH entre especies forestales y arbustivas a nivel municipal en el norte de Nayarit, 2009.

Municipio	Número de puntos muestreados				Número de puntos por nivel de infestación				puntos positivos por área de muestreo				
	total	positivos	negativos	infestación ponderada	0	1	2	3	m	u	a	f	v
Acaponeta	2,460	168	2,292	6.87	2,292	157	10	1	86	75	0	7	0
Tecuala	886	91	795	10.27	795	85	5	1	73	15	3	0	0
Huajicori	470	45	425	10.33	425	41	4	0	31	14	0	0	0
Rosamorada	2,452	293	2,159	12.12	2,159	269	23	1	236	55	1	1	0
Tuxpan	557	237	320	35.22	320	222	14	1	209	28	0	0	0
Ruiz	389	86	303	22.30	303	85	1	0	26	42	0	18	0
Santiago Ixc.	2,061	190	1,871	9.20	1,871	187	3	0	121	38	2	29	0
Total	9,275	1,110	8,165	11.48	8,165	1,046	60	4	782	267	6	55	0

positivos (con presencia de CRH); negativos (sin presencia de CRH); 0 (nulo, sin CRH); 1 (bajo, >0 a 10 CRH/brote); 2 (medio, >10 a 20 CRH/brote); 3 (>20 CRH/brote); m (marginal), u (urbana), a (agrícola); f (forestal), v (viveros).

En cuanto a la fenología de las especies forestales y arbustivas, por el número de puntos analizados y con presencia de CRH, la mayor cantidad de puntos infestados se observó durante los meses de abril a agosto, mientras que en el periodo comprendido entre los meses de enero a marzo y noviembre-diciembre, el número de puntos con presencia de esta plaga fue menor (Figura 2.1).

Autores como Mani (1989), Garland (1998), Sagarra y Peterkin (1999), Padilla (2000) y SAGARPA-SENASICA-DGSV (2008) concuerdan en que la preferencia que CRH tiene por hospedantes pertenecientes a las familias Fabaceae y Moraceae, lo cual también coinciden con los resultados del presente estudio. Por otro lado, Chavan y Kadam (1989), Murgueitio *et al.* (1999) y Goyoaga (2005), indican que entre las causas por las cuales las leguminosas son más susceptibles a infestaciones por CRH, son los altos contenidos de proteína y nitrógeno, además de un menor grado de fibra, lignina, fósforo, calcio y taninos, aunado a que en las regiones tropicales y subtropicales la temperatura y humedad relativa favorecen el desarrollo óptimo de estas plantas.

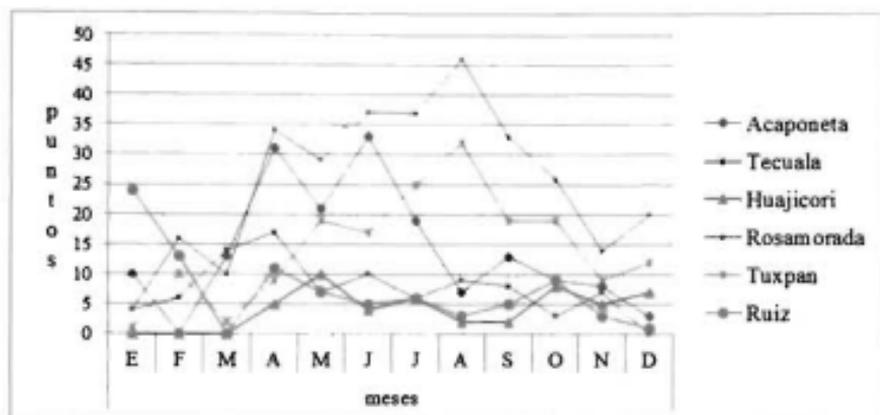


Figura 2.1 Distribución mensual de puntos con presencia de CRH sobre especies forestales y arbustivas del norte de Nayarit, 2009.

Para el caso de especies como *A. cochliacantha*, *M. pigra* y *E. cyclocarpum*, también existe concordancia con González-Hernández (2011), quien en una modificación a lo publicado por SAGARPA-SENASICA-DGSV (2008), menciona que para la región de Bahía de Banderas (Nayarit y Jalisco), *M. hirsutus* desarrolló fuertes infestaciones al inicio de su establecimiento en vegetación de áreas marginales, junto con otras especies como *Senna hirsuta*, *Salix* sp. y *Schinus molle*. En cuanto a la especie *A. lebbbeck*, no obstante de ser considerada como hospedante secundario (CABI, 2005), existen evidencias de daño severo por esta plaga en Egipto (Mani, 1989); de igual manera para *T. grandis* y *G. sepium*, también hay registros de ser muy susceptibles al insecto (Sagarra y Peterkin 1999).

Los resultados de presencia y niveles de infestación encontrados en especies forestales y arbustivas en el norte de Nayarit, concuerdan con González-Hernández (2011) para el mismo año de estudio (2009), dentro de la región sur del mismo estado (Nayarit) y del estado de Jalisco. El propio autor describe que en los años 2004 y 2005 se detectaron altos niveles de infestación, pero que en 2008 y 2009, la situación cambió drásticamente tanto en áreas agrícolas, como marginales y urbanas, donde los promedios en niveles poblacionales de la plaga se mantuvieron bajos, entre 0.4 (Jalisco) y 0.5 (Nayarit) cochinillas por brote, a consecuencia de las acciones de manejo integrado implementadas desde su aparición, pero particularmente al impacto de enemigos naturales liberados periódicamente en la región (*A. kamali* Moursi y *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant);

Con referencia a lo anterior, la probable causa por la cual el número de puntos de muestreo con presencia del insecto disminuyó durante los meses de enero a marzo y noviembre-diciembre (Figura 2.1) se debió a las bajas temperaturas en esos periodos (Figura 2.2). Este fenómeno ya fue registrado por Chong *et al.* (2008), quienes observaron que este factor es determinante en la tasa de reproducción y longevidad de los diferentes estados de desarrollo de la CRH, con una temperatura umbral mínima de desarrollo para las hembras de 14.5°C y para los machos de 14.3°C, mientras que la temperatura umbral máxima para la reproducción del insecto es de 35°C. Chong *et al.* (2008) señalan que a la temperatura de 16°C no hay eclosión de huevos, por lo que sugieren que la CRH sólo puede sobrevivir a temperaturas mayores de 15°C; por su parte, SINAVEF (2011a) también sostiene que para el desarrollo óptimo de *M. hirsutus* se requieren temperaturas superiores a 14°C y hasta 40°C, con un promedio óptimo de entre 26 y 29°C. Del mismo modo Marcano *et al.* (2006) evaluaron el efecto de cinco temperaturas constantes sobre el tiempo de desarrollo, fecundidad y fertilidad de CRH en papa colombiana (*Solanum phureja* Juz. et Buk.) como alimento. No encontraron emergencias de ninfas a 15°C. Por otro lado, si se considera que más del 50% de puntos de muestreo con presencia de CRH se detectaron durante el periodo abril-agosto, esta situación puede tener una relación con las condiciones bióticas y abióticas favorables al desarrollo del insecto en la región, como lo es presencia de alimento (plantas hospedantes), temperaturas y humedad relativa, sin que tenga algún impacto negativo por las precipitaciones ocurridas en los meses de julio y agosto. Al respecto Katke (2008) al realizar un trabajo sobre biología, manejo e incidencia estacional de CRH dentro del cultivo de vid en India, encontró que para el caso de ovisacos, ninfas y adultos, detectó una correlación positiva y altamente significativa con temperaturas máximas y mínimas, así como una correlación negativa y altamente significativa con humedad relativa temprano y durante las tardes, lo mismo que de una correlación negativa no significativa con la lluvia.

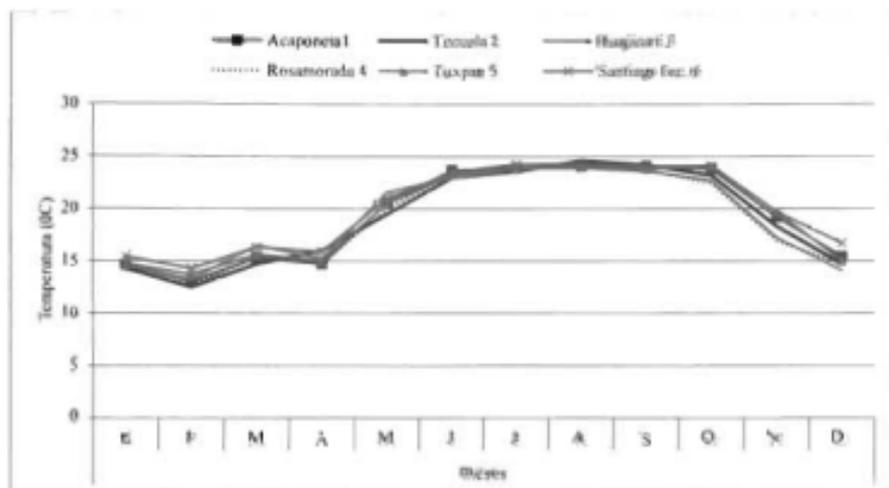


Figura 2.2 Promedios de temperatura mínima mensual registrados en el norte de Nayarit. 2009. (INIFAP: <http://www.climanayarit.gob.mx>).

2.5 CONCLUSIONES

- ✓ En cuanto a especies ornamentales evaluadas para determinar la incidencia de CRH, de 8,744 puntos o sitios considerados en el muestreo en ocho municipios, solo en 2,761 de ellos (31.5%) se encontraron plantas que mostraron algún nivel de infestación. La plaga estuvo presente en ocho especies, distribuidas en 6 familias: obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*: Malvaceae), majagua (*Hibiscus tiliaceus*: Malvaceae), me verás y no me conocerás (*Hibiscus mutabilis*: Malvaceae), bugambilia (*Bougainvillea* spp.: Nyctaginaceae); carisa (*Carissa macrocarpa* = *grandiflora*: Apocynaceae); copa de oro (*Solantra* sp.: Solanaceae), manto de la virgen (*Montanoa grandiflora*: Asteraceae), y croto (*Codiaeum variegatum*: Euphorbiaceae).
- ✓ Las especies más afectadas fueron *H. rosa-sinensis* (78.3%), *H. tiliaceus* (20.5 %) y *H. mutabilis* (0.6%). El nivel de infestación obtenido fue el siguiente: 68.4% nulo (libre), el 30.3% bajo, 1% medio y el 0.1% alto. Los casos de *M. grandiflora* y *Solantra* sp., corresponden a nuevos reportes como hospedantes de la plaga, ambos con nivel de afectación I y considerados como secundarios o no preferenciales.

- ✓ En *H. rosa-sinensis*, a excepción de San Blas y Tepic (con el menor número de puntos infestados y con distribución mensual no uniforme), en el resto de municipios la distribución de puntos fue muy significativa (dominante) y uniforme en el año, siendo la única especie presente en todas las áreas de muestreo y en los tres niveles de infestación, lo que la confirmó como el hospedante preferencial. La mayoría de puntos o sitios de muestreo correspondieron al área urbana (95%), donde los resultados reflejan que de los 5,458 sitios muestreados, en 3,294 de ellos (60.3%) no se encontró CRH, mientras que en 2,164 (39.6%), los niveles de infestación fueron entre 1, 2 y 3 con 2,099 (38.5%), 57 (1%) y 7 (0.1%), respectivamente; en cuanto al grado de infestación por zona, toda vez que a nivel estatal, las mayores afectaciones se observaron en los municipios de Santiago Ixcuintla (12.6%), Acaponeta (6.3%) y Rosamorada (6%). En forma general en el norte del estado se tuvo un 48.2% de sitios con presencia de la plaga, seguido por las zonas sur (32.4%) y centro (14.2%).
- ✓ En especies frutales, se muestrearon plantas en 15 municipios. De 21,331 puntos muestreados, en 788 puntos (3.69%) se observó algún nivel de infestación por CRH, con presencia en 13 de los municipios, con mayor distribución ponderada en Compostela (18.21%), Xalisco (6.48%) y El Nayar (4.65%). Por su nivel de infestación, la mayoría de puntos (719, equivalentes al 91.36% de los puntos con presencia), tuvieron un nivel de infestación bajo, mientras que de los 68 puntos restantes, en 55 de ellos (6.99%) se tuvo un nivel de infestación medio, y en 13 (1.65%), un nivel de infestación alto; asimismo, en cuanto a los puntos analizados por área de muestreo, las dominancias relativas correspondieron a las áreas urbana, agrícola, marginal, viveros y forestal, con 16,887 (79.19%), 2,383 (11.17%), 1,744 (8.18%), 307 (1.44%), y 5 (0.02%), respectivamente. De 32 especies muestreadas, solo en 17 de ellas (53.1%) se observó presencia en algún nivel de infestación; en 15 de ellas se encontró un nivel de infestación bajo, en seis un nivel medio y en dos un nivel alto. En cuanto al porcentaje de puntos con infestación porcentual ponderada, si bien es cierto que los valores más altos corresponden a las especies *E. sotoesporzoi* (50%), *S. purpurea* (20%) y *V. vinifera* (20%), estos resultados son bajos en comparación con la especie *A. muricata* (17.77%), misma que por el número de puntos muestreados y con presencia del insecto resultó ser la especie mayormente infestada;

de igual manera, la presencia de CRH se observó en una cantidad importante de puntos en especies de mucha importancia socioeconómica dentro de la fruticultura estatal, tales como *M. indica* y *Citrus limón*, además de especies potencialmente importantes como *P. guajava*, y *P. dulce*, en las que se encontró una cantidad importante de puntos con presencia del insecto. De las 17 especies con presencia del insecto, éstas se encuentran distribuidas en nueve familias botánicas y en 12 de los municipios considerados en el trabajo, con una preferencia relativa de las familias Rutaceae, Mirtaceae, Anacardiaceae y Anonaceae, con 5, 3, 2 y 2 especies, respectivamente; asimismo, por el número de municipios con especies infestadas, la única especie frutal con presencia de la CRH en todos los municipios muestreados fue *A. muricata*. En cambio *Citrus limón* se encontró en nueve municipios, *P. dulce* en ocho, *P. guajava*, en siete, *B. crassifolia* en cinco, *M. indica* y *C. limetta*, en cuatro cada uno, *A. cherimola* y *Citrus sinensis*, en tres cada uno; mientras que en algunas especies solo se tuvo presencia en un municipio, siendo éstas: *A. carambola* (Rosamorada), *C. paradisi* (San Blas), *E. jambos* (Compostela), *E. sotoesparzae* (Bahía de Banderas), *S. purpurea* (Compostela) y *V. vinifera* (San Blas). Los municipios con más especies afectadas fueron Compostela (nueve especies), Acaponeta, Rosamorada y Santiago Ixcuintla (con ocho especies cada uno), seguidos por Tuxpan (siete especies), Tecuala (seis especies), San Blas (cinco especies); Huajicori, Tepic y Bahía de Banderas (tres especies cada uno); Ruiz y El Nayar (dos especies cada uno) y Xalisco (una especie).

- ✓ En especies forestales o arbustivas muestreadas en siete municipios del norte del estado, de 37 especies vegetales inspeccionadas, se determinó a 23 como positivas a CRH, ubicadas en nueve familias botánicas (Fabaceae: 13 especies, Moraceae: 3, Asteraceae: 2, Sterculiaceae: 2, Euphorbiaceae: 1, Meliaceae: 1, Solanaceae: 1, y Verbenaceae: 1. No obstante de que por el número de puntos con presencia de CRH las dominancias correspondieron en orden de importancia a las especies *A. cochliacantha* (380 puntos), *M. pigra* (203) y *A. lebbeck* (151 puntos), porcentualmente en cuanto al número de puntos con presencia de CRH en comparación con el número de puntos muestreados, en orden de importancia las dominancias relativas correspondieron a *A. lebbeck*, *M. pigra* y *A. cochliacantha*, con el 35.1, 19.6 y 13.6% de los puntos infestados, respectivamente; en las especies *E.*

cyclocarpum (11.9%) y *G. sepium* (6.7%) la CRH tuvo menor distribución. Con respecto a las 19 especies hospedantes restantes, éstas se registraron sólo en 177 puntos (16.5%). Las especies *C. odorata*, *G. ulmifolia*, *P. laevigata*, *T. diversifolia* y *V. greenmani* corresponden a nuevos registros de especies vegetales atacadas por el insecto, todos con un nivel de infestación bajo. En cuanto a promedios de CRH/brote, de 9,275 puntos muestreados, la plaga estuvo presente en 1,110 (11.97%). A nivel municipal, las dominancias en puntos infestados correspondieron a Rosamorada (293), Tuxpan (237) y Santiago Ixcuintla (190), no así en cuanto al porcentaje de infestación ponderada, donde en orden de importancia la dominancia de puntos correspondió a Tuxpan (35.2%), Ruiz (22.3%), y Rosamorada (12.1%), respectivamente. Del total de puntos con presencia de CRH, el 93.9% presentó niveles de infestación bajo, seguido del 5.6% con nivel medio y el 0.3% con nivel alto. Los municipios con mayor cantidad de puntos positivos a CRH fueron Rosamorada (28.1%), Santiago Ixcuintla (17.9%) y Tuxpan (16.5%); en cuanto a áreas de muestreo, de los 1061 puntos infestados, las mayores afectaciones correspondieron a áreas marginales (69.0%), urbanas (25.1%), forestal (5.1%) y agrícola (0.5), mientras que en viveros no se observó ninguna incidencia del insecto.

CAPÍTULO III

ABUNDANCIA Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL EN TRES HOSPEDANTES PREFERENCIALES DE LA CRH, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) EN NAYARIT

3.1 RESUMEN

Con el objetivo de determinar la abundancia y distribución temporal de la cochinilla rosada del hibisco (CRH) *Maconellicoccus hirsutus* (Green) en tres de sus principales especies hospedantes: *Acacia cochliacantha* Schlecht y Cham. *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb y *Hibiscus rosa-sinensis* L., establecidas dentro de las áreas marginal y urbana de ocho municipios en el estado de Nayarit, en 2009, se realizaron inspecciones semanales directas en 11,659 puntos ó sitios de muestreo, pertenecientes a ocho municipios de Nayarit. Basado en los promedios de CRH por brote en el huinol (*A. cochliacantha*), el insecto se encuentra en mayor abundancia en Acaponeta (0.83 CRH/brote enero) y Tecuala (0.74 CRH/brote abril); en parota (*E. cyclocarpum*), los picos poblacionales correspondieron a Tecuala (0.75 CRH/brote julio) y Tepic (0.67 CRH/brote abril), en tanto que en el obelisco (*H. rosa-sinensis*), las mayores incidencias también se observaron en Acaponeta (0.89 CRH/brote marzo) y Tecuala (0.90 CRH/brote abril). Se sugiere que la prevalencia y distribución de especies vegetales hospederas y los promedios de temperaturas mínimas y máximas, humedad relativa pueden ser condicionantes para determinar el grado de dispersión de CRH.

3.2 INTRODUCCIÓN

Por ser la cochinilla rosada del hibisco (CRH) una plaga exótica y de importancia cuarentenaria, es posible que encuentre las condiciones favorables para su establecimiento y diseminación, tales como clima, amplio rango de especies vegetales hospedantes, falta de calidad de dispositivos legales que regulen la movilización de productos y subproductos vegetales asociados y ausencia o baja densidad de enemigos naturales asociados al insecto, y se convierta en una amenaza importante para los cultivos agrícolas de Nayarit y de la región en el país. Acorde a lo señalado por IICA (1998), los factores que afectan la dinámica y fluctuación poblacional de CRH incluyen la ausencia o presencia de parásitos, el ciclo de vida corto del insecto (24 días), las condiciones climáticas, marcadas por temperaturas cálidas y

humedad relativa, y la diversidad de especies vegetales hospedantes, que abarca desde frutas y hortalizas hasta especies forestales y ornamentales, con importantes pérdidas económicas en el sector agropecuario tradicional y en otros sectores, que incluye la silvicultura, el turismo, y los parques y reservas nacionales.

Ante la necesidad de brindar asistencia técnica a los productores hortofrutícolas y agroforestales, a raíz de la detección de CRH en 2004 en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, con afectación en plantaciones comerciales de teca (*Tectona grandis* L.), guanábana (*Annona muricata* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), mango (*Mangifera indica* L.), yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), carambolo (*Averrhoa carambola* L.), ciruela (*Spondias purpurea* L.), naranja (*Citrus sinensis* L.), además de árboles silvestres asociados a las plantaciones, el gobierno federal a través del SENASICA, SAGARPA implementó un plan emergente de manejo del insecto, operado por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nayarit (CESAVENAY), sustentado en estrategias de manejo integrado de plagas, con acciones de combate químico, cultural y biológico, para confinar la presencia del insecto en este municipio, con el objeto de reducir las pérdidas económicas y minimizar el impacto al ecosistema de la región.

Para el manejo de CRH, es fundamental que los agricultores dispongan conocimiento sobre las formas de detección del insecto, hospedantes preferenciales ubicados en las áreas urbanas, agrícolas y áreas de marginales (bosques) y las estrategias a implementar para evitar daños de importancia económica con base al comportamiento, dinámica, fluctuación y distribución de la especie plaga.

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron el determinar la abundancia y la distribución temporal de las poblaciones de *M. hirsutus* en tres de sus principales especies hospedantes *Acacia cochliacantha* Schlecht y Cham, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb e *Hibiscus rosa-sinensis* L., establecidas dentro de las áreas marginal y urbana de ocho municipios en el estado de Nayarit.

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1 Área de estudio

El trabajo se realizó de enero-diciembre de 2009 en ocho de los principales municipios

con presencia de CRH en Nayarit, como Acaponeta, Tecuala, Rosamorada, Santiago Ixcuintla, San Blas, Tepic, Compostela y Bahía de Banderas, mediante muestreos directos semanales en tres de las principales especies con afectaciones del insecto como son: huinol o concha *A. cochliacantha* (Fabaceae o Leguminosae), parota o huanacastle *E. cyclocarpum* (Fabaceae), y obelisco *H. rosa-sinensis* (Malvaceae), establecidas en sitios de muestreo correspondientes a las áreas marginal (huinol y parota) y urbana (obelisco).

3.3.2 Determinación del nivel de infestación de *M. hirsutus*

Para determinar el nivel de infestación de la CRH dentro de cada una de las especies en las áreas de muestreo, se seleccionaron y geocodificaron sitios de muestreo permanentes, con revisiones de cuatro brotes terminales de 5-10 cm (uno por punto cardinal), de cada cinco a 10 plantas que integran los sitios de muestreo (SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008). En el área urbana los muestreos se realizaron con una frecuencia quincenal dentro de puntos o sitios determinados aleatoriamente conforme a la disponibilidad de obeliscos en cada municipio; para la inspección en áreas marginales se revisaron puntos cada 500 a 1000 m de separación sobre caminos, ríos y carreteras, conforme a la disponibilidad de parota y huinol en los distintos municipios. En las dos áreas de muestreo se contabilizó el total de individuos de CRH: ovisacos, ninfas (de primero, segundo y tercer estadios) y hembras adultas.

Tanto de manera individual como colectiva, en cada una de las plantas muestreadas se promedió el total de individuos entre el número de brotes muestreados en los puntos o sitios, lo que permitió además obtener dichos promedios en forma semanal y mensual de acuerdo con la ubicación de cada una de las especies en los municipios, al dividir el total de individuos entre el número total de brotes terminales muestreados en ambos periodos.

3.3.3 Registro de datos climáticos

Con el propósito de estudiar la influencia de factores físicos ó abióticos (parámetros meteorológicos) en la incidencia estacional de *M. hirsutus*, se registraron en forma semanal y mensual los datos meteorológicos consistentes en temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, precipitación pluvial y días con lluvia aparente (con precipitaciones ≥ 10 mm), desde las estaciones climáticas más cercanas a las zonas o regiones en estudio dentro los ocho municipios muestreados en la entidad (INIFAP: <http://www.climanayarit.gob.mx/>).

3.3.4 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el sistema estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2004). Se estimaron correlaciones en forma semanal y mensual entre las poblaciones de CRH y los factores abióticos que prevalecieron durante el período de tiempo en estudio y que pudieran tener alguna relación sobre la población de CRH; asimismo se correlacionó la influencia de las estaciones del año, la presencia de hospedantes y la distribución espacial (geográfica) de CRH.

Las principales variables evaluadas corresponden a municipios, áreas de muestreo (urbana y marginal), especies vegetales, ubicación espacial, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, precipitación pluvial y días con lluvia aparente y estaciones del año.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los ocho municipios muestreados en el área de estudio, se inspeccionaron en forma directa 11,659 puntos ó sitios de muestreo (Cuadro 3.1), de los cuales, 4,494 (38.55%) correspondieron a *A. cochliacantha*, 1,980 (16.98%) a *E. cyclocarpum* y 5,185 (44.47%) a *H. rosa-sinensis*. Del total de puntos muestreados, por existir una dominancia relativa de las especies dentro de algunas zonas o regiones de la entidad, los municipios con la mayor cantidad de puntos muestreados fueron Compostela (2,539), Santiago Ixcuintla (2,244), y Rosamorada (1,823), mientras que los municipios con menor cantidad de puntos muestreados fueron Tepic (486), San Blas (721) y Tecuala (851). En cuanto a la distribución de puntos muestreados por área de muestreo, el 44.47% correspondió al área urbana (*H. rosa-sinensis*) con 5,185 puntos, mientras que el 55.53% restante (6,474 puntos) lo fue para el área marginal (*E. cyclocarpum* y *A. cochliacantha*).

Al analizar la incidencia mensual del insecto en cada municipio y hospedantes, para el caso de *A. cochliacantha* (Cuadro 3.2), se observa que durante el mes de enero en el municipio de Acaponeta, el promedio fue de 0.83 CRH/brote, que fue el promedio más alto registrado en todo el período de estudio, seguido por el de 0.74 CRH/brote, obtenido en el municipio de Tecuala en el mes de abril, así como el de 0.59 CRH/brote observado en Bahía de Banderas, municipio en el que igualmente se observó la mayor incidencia durante el mes de febrero (0.52 CRH/brote).

Cuadro 3.1 Distribución de especies vegetales muestreadas por municipio y área de muestreo para CRH en Nayarit, 2009.

Municipio	Puntos muestreados por especie vegetal			Puntos muestreados por área		Total
	obelisco	parota	huinel	urbana	marginal	
Acaponeta	559	370	491	559	861	1,420
Tecuala	461	120	270	461	390	851
Rosamorada	787	294	742	787	1,036	1,823
Santiago Ixc.	1,506	180	558	1,506	738	2,244
San Blas	607	17	97	607	114	721
Tepic	164	144	178	164	322	486
Compostela	560	427	1,552	560	1,979	2,539
B. de Banderas	541	428	606	541	1,034	1,575
Total	5,185	1,980	4,494	5,185	6,474	11,659

Cuadro 3.2 Promedio mensual de CRH/brote sobre *Acacia cochliacantha* en áreas marginales en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponeta	0.83	0.11	0.14	0.23	0.24	0.06	0.05	0.02	0.02	0	0	0
Tecuala	0.25	0.35	0.46	0.74	0.11	0.06	0.08	0	0.18	0.17	0.09	0.11
Rosamorada	0.29	0.15	0.07	0.12	0.05	0.15	0.09	0.07	0.10	0.09	0.07	0.11
Santiago Ixc.	0.15	0.40	0.10	0.04	0.07	0.10	0.05	0.03	0	0.02	0.04	0.03
San Blas	0	0.20		0	0.07	0.08	0.16	0	0.05	0	0	0
Tepic	0.25	0		0.17	0.25	0.13	0.06	0	0	0.06	0.16	0.13
Compostela	0.31	0.30	0.15	0.15	0.11	0.08	0.07	0.10	0.21	0.18	0.03	0.13
B. Banderas	0.59	0.52		0.35	0.01	0.23	0.42	0.26	0.49	0.42	0.43	0.37

Para el caso de *E. cyclocarpum*, los mayores promedios de población se presentaron en enero dentro del municipio de Tecuala (0.50 CRH/brote), seguido de abril en los municipios de Tepic y Compostela con 0.67 y 0.40 CRH/brote, respectivamente (Cuadro 3.3), no obstante que para este hospedante, el insecto estuvo presente durante todo el año muestreado en un nivel de incidencia catalogado como bajo (SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008; Suresh y

Chandra, 2008). Los resultados indican que en ausencia del hospedante preferencial, la CRH se hospeda en otras especies potenciales importantes, que se constituyen como especies alternantes para su sobrevivencia y que pueden fungir como plantas diseminadoras de la plaga al interior del estado, lo mismo que hacia otras entidades federativas del país.

Cuadro 3.3 Promedio mensual de CRH/brote sobre *Enterolobium cyclocarpum* en áreas marginales en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponeta			0.12	0.05	0.04	0.03	0.05	0	0	0	0	0
Tecuala	0.50	0	0	0.15	0.06	0.05	0.75	0	0.25	0	0	0.10
Rosamorada	0	0.19	0	0.05	0.16	0.20	0.10	0.14	0.08	0.11	0.05	0.07
Santiago Ixc.	0.30	0	0	0.32	0.14	0.14	0.03	0.24	0.03	0.03	0.15	0.03
San Blas	0					0	0	0	0	0	0	0
Topic	0			0.67	0.10	0.21	0.10	0.35	0.14	0	0.22	0
Compostela	0.16	0	0	0.41	0.01	0.09	0.06	0.10	0.12	0.10	0.06	0.04
B. Banderas				0.10	0	0.24	0.07	0.14	0.06	0.04	0.05	0.02

En un estudio para identificar y determinar el nivel de infestación de las especies forestales y arbustivas asociadas a CRH en el norte de Nayarit, Isiordia-Aquino *et al.* (2012) determinaron que dentro de siete municipios muestreados, porcentualmente la mayor cantidad de puntos correspondió a las especies concha ó huinol (*A. cochliacantha*: 30.9%), coatante (*Mimosa pigra*: 19.3%), capiro [*Albizia lebeck*: 14.5%), parota (*E. cyclocarpum*: 11.9%) y cacabuananchi (*Glyciridia sepium* (6.7%)), dentro de las cuales, *A. cochliacantha* fue la única especie vegetal con presencia en la totalidad de municipios y meses muestreados, así como en cuatro de las cinco áreas de muestreo (agrícola, marginal, urbana y forestal) y en la mayoría de las localidades muestreadas (134 positivas y 125 negativas).

Con relación a los resultados de muestreo en áreas urbanas en obelisco (Cuadro 3.4), por ser la especie preferencial de CRH, la presencia de esta plaga fue consistente durante todo el año, con mayores incidencias en el norte del estado en los municipios de Acaponeta (0.89 y 0.77 CRH/brote en marzo y abril, respectivamente) y Tecuala (0.90 y 0.80 CRH/brote en abril y septiembre, respectivamente); asimismo, en el resto de municipios muestreados la presencia del piojo harinoso se registró en menor densidad poblacional, con promedios que oscilaron entre 0.00 y 0.69 CRH/brote, distribuidos de igual manera durante todo el año. En este sentido,

los mayores promedios de CRH/brote registrados en áreas urbanas con respecto a las áreas marginales, coinciden con SINAVEF (2011a) y González-Hernández (2013), quienes argumentan que en las áreas urbanas fue donde se propagó el insecto con mayor índice poblacional, por la presencia de cultivos de traspatio y de hospedantes utilizados como plantas de ornato, tales como *H. rosa-sinensis*, *H. elatus*, *E. cyclocarpum* y *A. muricata*.

Cuadro 3.4 Promedio mensual de CRH/brote sobre *Hibiscus rosa-sinensis* en áreas urbanas en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponeta	0.75	0.68	0.89	0.77	0.54	0.53	0.65	0.59	0.59	0.49	0.59	0.41
Tecuala	0.65	0.76	0.74	0.90	0.58	0.73	0.69	0.64	0.80	0.74	0.60	0.62
Rosamorada	0.20	0.32	0.64	0.33	0.26	0.42	0.40	0.49	0.39	0.28	0.49	0.46
Santiago Ixc.	0.43	0.54	0.39	0.43	0.42	0.43	0.44	0.46	0.59	0.50	0.59	0.28
San Blas	0.11	0.00		0.23	0.16	0.23	0.17	0.11	0.16	0.16	0.16	0.03
Tepic		0.18		0	0.03	0.07	0.03	0.15	0.05	0.03	0.11	0
Compostela	0.13	0.28	0.41	0.49	0.54	0.38	0.41	0.57	0.42	0.27	0.32	0.26
B. Banderas	0.48	0.57		0.28	0.20	0.34	0.19	0.18	0.26	0.28	0.21	0.32

Los promedios de infestación anual en los municipios reportados con presencia de CRH en el estudio presentan cuatro grupos que son estadísticamente diferentes (Cuadro 3.5). El promedio más alto se registró en el municipio de Tecuala (0.371 CRH/brote) y el más bajo en San Blas (0.085 CRH/brote), por lo que el grado de incidencia de la plaga en el norte del estado representa un riesgo potencial de afectación a cultivos de la región, o bien de continuar su dispersión hacia otros municipios colindantes al norte, particularmente al sur de Sinaloa, lo que pudiera suceder por la diseminación de huevos y caminantes de CRH, fácilmente transportados por el aire, ganado, aves y por el hombre (González-Hernández, 2011), o bien mediante la movilización de material vegetal propagativo, flores de corte y frutos a grandes distancias (EPPO, 2005).

Cuadro 3.5 Pruebas de rango estudentizado para medias de infestación anual de CRH a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Municipio	Número de observaciones	Media de infestación (CRH/brote)	Agrupamiento Tukey
Tecuala	104	0.371	a
Acaponeta	111	0.253	b
Bahía de Banderas	81	0.241	b
Santiago Ixcuintla	119	0.222	b
Compostela	133	0.209	bc
Rosamorada	124	0.200	bc
Tepic	64	0.105	cd
San Blas	85	0.085	d

Nota: Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

Con base en los promedios de infestación de CRH obtenidos a partir de los muestreos en Nayarit entre las especies vegetales muestreadas y establecidas en áreas urbanas (en poblaciones) y marginales (especies vegetales silvestres localizadas en zonas de traspatio, agostaderos y caminos vecinales, no establecidas comercialmente), se observa que entre los municipios que presentan problemas de CRH, los niveles de infestación entre éstos son estadísticamente diferentes (Cuadro 3.6).

El promedio general de infestación durante el periodo de estudio fue mayor en el área urbana con 0.397 CRH/brote, en comparación con el de las áreas marginales, que fue menor con 0.119 CRH/brote. De los ocho municipios analizados, seis de ellos presentan diferencias estadísticas entre sus dos áreas de muestreo y coincidentemente el área urbana reporta la mayor cantidad del insecto plaga por brote. Los municipios que no presentaron diferencias estadísticas entre zonas urbanas y marginales fueron Tepic, donde sus puntos de infestación superan los 900 msnm, y Bahía de Banderas, donde la Campaña contra la CRH intensificó las acciones de liberación de enemigos naturales para el manejo de la plaga, desde el año 2005, una vez que se logró la introducción, establecimiento y producción masiva de especies como el depredador *Cryptolaemus montrouzieri* y el parasitoide *Anagyrus kamali*. Al analizar al interior de cada municipio, los niveles de infestación por CRH en área urbana, el municipio de Tecuala presenta los niveles más elevados (0.720 CRH/brote), en contraste con el municipio de Tepic, en el que se registraron los niveles más bajos en dicha área (0.064 CRH/brote).

Cuadro 3.6 Pruebas de rango estudentizado para medias de infestación por CRH entre áreas de muestreo a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Municipio	Área de muestreo	Número de observaciones	Media de infestación (CRH/brote)	Agrupamiento Tukey
Acaponeta	urbana	38	0.615	a
	marginal	73	0.065	b
Tecuala	urbana	35	0.720	a
	marginal	69	0.194	b
Rosamorada	urbana	42	0.391	a
	marginal	82	0.103	b
Santiago Ixcuintla	urbana	41	0.467	a
	marginal	78	0.093	b
San Blas	urbana	37	0.153	a
	marginal	48	0.032	b
Tepic	marginal	37	0.135	a
	urbana	27	0.064	a
Compostela	Urbana	45	0.382	a
	Marginal	88	0.121	b
Bahía de Banderas	urbana	28	0.271	a
	marginal	53	0.225	a
Total	urbana	293	0.397	a
	marginal	528	0.119	b

Nota: Medias con la misma letra entre no presentan diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

En el municipio de San Blas en *E. cyclocarpum* en ningún muestreo se detectó presencia de la CRH (Cuadro 3.7). Adicionalmente, el menor promedio de infestación de CRH correspondió a esta especie vegetal, con 0.030 CRH/brote en el municipio de Acaponeta. En Tepic, en *H. rosa-sinensis* se detectó un promedio de infestación de 0.064 CRH/brote. En Santiago Ixcuintla en *A. cochliocantha* la infestación fue de 0.071 CRH/brote, mientras que en *E. cyclocarpum* en Compostela y Bahía de Banderas la infestación fue de 0.092 CRH/brote y 0.095 CRH/brote, respectivamente. De acuerdo con USDA (2001), CABI (2005), y Bogran y Ludwig (2007), entre otros, la especie vegetal *H. rosa-sinensis* se clasifica como el hospedante principal o preferencial de la plaga a nivel mundial, al estar presente en todas las regiones donde se reporta la presencia del insecto. Los resultados confirman lo obtenido

por Isiordia-Aquino *et al.* (2011), quienes encontraron que entre las especies ornamentales, *H. rosa-sinensis* es en la que se presenta el mayor promedio general de infestación en el estado.

Cuadro 3.7 Pruebas de rango estudentizado para medias de infestación por CRH entre hospedantes preferenciales a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Municipio	Hospedante	Número de observaciones	Media de infestación (CRH/brote)	Agrupamiento Tukey
Acaponeta	obelisco	38	0.615	a
	huinol	38	0.097	b
	parota	35	0.030	b
Tecuala	obelisco	35	0.720	a
	huinol	35	0.225	b
	parota	34	0.162	b
Rosamorada	obelisco	42	0.391	a
	parota	41	0.105	b
	huinol	41	0.100	b
Santiago Ixcuintla	obelisco	41	0.467	a
	parota	37	0.118	b
	huinol	41	0.071	b
San Blas	obelisco	37	0.153	a
	huinol	30	0.052	b
	parota	18	0.000	b
Tepic	parota	18	0.160	a
	huinol	19	0.111	a
	obelisco	27	0.064	a
Compostela	obelisco	45	0.382	a
	huinol	44	0.150	b
	parota	44	0.092	b
Bahía de Banderas	huinol	26	0.361	a
	obelisco	28	0.271	a
	parota	27	0.095	b
Total	obelisco	293	0.397	a
	huinol	274	0.140	b
	parota	254	0.097	b

Nota: Medias con la misma letra entre tratamientos no presentan diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

En cuanto al coeficiente de correlación de *M. hirsutus* con factores climáticos y de distribución geográfica de los sitios de muestreo (Cuadro 3.8), al analizar los componentes que determinan el clima y por consecuencia el efecto que estos tienen en el desarrollo de las poblaciones de CRH en tres de los principales hospedantes vegetales de CRH, se encontró que existen correlaciones positivas y negativas, con diferentes niveles de significancia, por lo que se infiere que de las variables o factores analizados, en algunos de ellos se tuvo un efecto aparente sobre las densidades poblacionales la CRH.

Cuadro 3.8 Coeficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de precipitaciones a nivel municipal en las especies hualm, parota y obelisco en Nayarit, 2009.

Municipio	Observaciones (No.)	Prom. CRH	Estadístico	Factor de evaluación							
				Latitud	Longitud	Altitud	T. máx.	T. mín.	DELA	PP	HH
Acaponeta	111	0.254	r^2	-0.0542	-0.0077	0.4726	0.0010	0.1716	0.0606	0.1007	-0.0575
			p	0.7064	0.9270	0.0001	0.3002	0.0120	0.3278	0.5269	0.5773
Tecuala	104	0.372	r^2	0.2563	0.0708	-0.2788	-0.0465	-0.0721	0.0232	0.0085	-0.2035
			p	0.0278	0.8749	0.0002	0.6396	0.6670	0.0150	0.6176	0.0380
Rocamorado	124	0.201	r^2	-0.0970	-0.1612	0.2096	0.0401	0.0050	-0.0615	-0.0098	-0.0340
			p	0.2608	0.0726	0.0226	0.5905	0.9560	0.4975	0.3487	0.9936
Santiago Ixc.	119	0.223	r^2	-0.1047	-0.1405	0.1274	0.2488	-0.0836	-0.0772	0.0301	-0.1602
			p	0.2574	0.0380	0.2667	0.0906	0.3012	0.4002	0.0332	0.4950
San Blas	81	0.086	r^2	0.0071	-0.0465	0.1213	0.2360	0.0641	-0.2407	0.0376	-0.1274
			p	0.9488	0.6729	0.0409	0.0295	0.6405	0.0760	0.7120	0.2009
Tepic	64	0.106	r^2	0.3702	-0.3334	-0.1870	0.0299	0.0005	0.0000	0.0111	-0.1456
			p	0.0026	0.0071	0.1391	0.9143	0.4470	0.0077	0.9308	0.0310
Compostela	133	0.210	r^2	-0.3650	0.3655	-0.2099	0.0021	0.0076	0.0790	0.0336	0.1302
			p	0.0020	0.0020	0.0714	0.9717	0.9590	0.5906	0.7036	0.6491
B. Banderas	81	0.241	r^2	0.0235	0.2366	-0.3408	0.0504	-0.1292	0.0190	-0.0402	0.1339
			p	0.8354	0.0335	0.0017	0.6572	0.2695	0.6006	0.7010	0.2281

r^2 = correlación; p = probabilidad; Prom. CRH = promedio anual de cochinitas por hoste; T. máx. = temperatura máxima; T. mín. = temperatura mínima; DELA = días con lluvia aparente (≥ 10 mil. de precipitación); PP = precipitación pluvial; HH = humedad relativa.

Los resultados obtenidos en cuanto a la incidencia de CRH con la latitud como factor de distribución geográfica en el estado, en el mismo cuadro se refleja que a nivel municipal en este factor se registraron correlaciones en tres de los ocho municipios muestreados: Tecuala, donde la incidencia de CRH estuvo correlacionada positiva y significativamente con el factor ($r^2 = 0.21$), Tepic, donde la incidencia de CRH estuvo correlacionada positiva y significativamente (altamente) con dicho factor ($r^2 = 0.37$), y Compostela, donde la población del insecto se correlacionó negativa y significativamente con el mismo factor ($r^2 = -0.26$), lo que indica que al aumentar la latitud la población de CRH disminuye; por lo que más bien

probablemente tiene relación con la diversidad de hospedantes o las condiciones ambientales de dicho municipio. Al respecto, Williams (1996) sostiene que por lo general los daños más severos causados por CRH se registraron entre los paralelos 7° y 30° de latitud norte, rango entre el cual se ubica geográficamente el estado de Nayarit, por encontrarse entre las coordenadas extremas: al norte 23° 05' de latitud norte, al sur 20° 36' de latitud norte, al este 103° 43' de longitud oeste y al oeste 105° 46' de longitud oeste (<http://www.nayarit.gob.mx/estado/>).

En cuanto a longitud como factor de distribución geográfica de CRH, los municipios en los que se correlacionó la población de CRH con el factor fueron: Santiago Ixcuintla, donde la población fue correlacionada negativa y significativamente con el factor ($r^2 = -0.19$), Tepic, con una correlación negativa y altamente significativa ($r^2 = -0.33$), Compostela, con correlación positiva y altamente significativa ($r^2 = 0.26$), y Bahía de Banderas, con una correlación positiva y significativa con dicho factor ($r^2 = 0.23$).

Con respecto a la variable altitud, en dos municipios del estado de Nayarit, la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) con este factor, específicamente en los municipios de Tecuala ($r^2 = -0.27$) y Bahía de Banderas ($r^2 = -0.34$), mientras que en el resto de municipios muestreados, al parecer esta variable no mostró efecto sobre las poblaciones de CRH, particularmente en los casos de Acaponeta, donde la población estuvo positiva y significativamente (altamente) correlacionada con el factor ($r^2 = .047$), y Rosamorada, donde la población estuvo correlacionada positiva y significativamente con el factor ($r^2 = 0.20$).

En el mismo Cuadro 3.8, se observa que factores abióticos como la temperatura máxima, temperatura mínima, días con lluvia aparente (con precipitaciones mayores o iguales a 10 mm por día) y precipitación pluvial, en los rangos registrados en la zona con presencia de CRH, no manifestaron efecto aparente, en virtud de que no se observó ninguna correlación, a excepción del municipio de San Blas, donde la población de CRH estuvo correlacionada positiva y significativamente con la temperatura máxima ($r^2 = 0.23$; en el caso de humedad relativa, solo en el municipio de Tecuala la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con este factor ($r^2 = -0.20$). Estos resultados coinciden con los encontrados por Katke (2008) en cuanto a temperatura máxima, quien en el cultivo de vid en Bijapur, India, obtuvo una correlación positiva y significativamente entre la población de *M.*

hirsutus con dicho factor a una semana ($r^2 = 0.20$) y durante la semana ($r^2 = 0.39$) de observación, no así en cuanto a temperatura mínima, al obtener una correlación negativa y significativamente con la población a una ($r^2 = -0.20$), dos ($r^2 = -0.32$), tres ($r^2 = -0.46$) y cuatro semanas ($r^2 = -0.55$) de tiempo de observación, además de encontrar una correlación negativa y significativamente de la plaga con la humedad relativa matutina (durante la semana, $r^2 = -0.67$, a la semana uno, $r^2 = -0.52$, a la semana dos, $r^2 = -0.53$, a la semana tres, $r^2 = -0.33$, y a la semana cuatro de observación, $r^2 = -0.39$) y vespertina (durante la semana $r^2 = -0.47$, a la semana uno $r^2 = -0.47$, a la semana dos $r^2 = -0.47$, a la semana tres $r^2 = -0.43$ y a la semana cuatro $r^2 = -0.43$), lo mismo que una correlación negativa y significativamente con la precipitación pluvial recibida durante la semana ($r^2 = -0.30$) y a las semanas uno ($r^2 = -0.21$), dos ($r^2 = -0.36$), tres ($r^2 = -0.32$) y cuatro ($r^2 = -0.41$) de registro del proyecto.

En general, los resultados obtenidos en el estudio coinciden con los reportados por Mani (1986) con pseudocóccidos en el cultivo de vid, al observar una correlación positiva y significativa de la población de CRH con la temperatura máxima, pero difieren en cuanto a la correlación negativa estimada entre dicha población con la humedad relativa; por su parte, Shreedharan *et al.* (1989), también encuentran coincidencias en el cultivo de mandarina, al encontrar una correlación positiva de la población del piojo harinoso *Planococcus citri* con la temperatura, pero igualmente difieren en cuanto a humedad relativa al estimar una correlación negativa con la población; de igual manera, Koli (2003) también encontró una correlación positiva y altamente significativa entre la incidencia de ovisacos, ninfas y adultos de CRH con las temperaturas máximas y mínimas en vid, pero dirigió al registrar una correlación negativa altamente significativa con la humedad relativa matutina y vespertina, así como una correlación negativa no significativa con la precipitación pluvial. Por otro lado, también Dhawan *et al.* (2009) reportaron una correlación positiva entre el incremento de temperatura pero una correlación negativa de la lluvia con la población de *Phenacoccus solenopsis*. Finalmente, en un estudio realizado sobre el impacto del factor lluvia sobre poblaciones de *M. hirsutus* en cuatro sitios de muestreo, Reddy *et al.* (2009) no encontraron algún efecto estadísticamente significativo de este factor sobre la media poblacional del insecto ($p = 0.05$), en cambio, en dichos sitios, los modelos de regresión cuadrática mostraron una significativa relación entre la precipitación total y el número promedio de huevos en los sitios en Agaña en Guam ($r^2 = 0.05$), Residencia Don Farrell en Tinian ($r^2 = 0.89$), Saipan, en el aeropuerto-II ($r^2 =$

0.63), y Crystal Rai Garapan ($r^2 = 0.60$). Implica que las especies insectiles tienden a buscar las condiciones óptimas de desarrollo, disponibilidad de alimento y condiciones climáticas favorables que favorezcan el desarrollo, crecimiento y factores de permanencias de las poblaciones de CRH.

Al analizar el coeficiente de correlación espacio temporal de CRH con los factores climáticos y de posicionamiento a nivel de cada una de las estaciones del año para tres de las principales especies hospedantes del insecto plaga en la entidad (Cuadro 3.9), se muestra que la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con los muestreos realizados a nivel semanal en la estación de primavera ($r^2 = -0.13$), lo mismo que en el factor latitud en la misma estación, donde la población estuvo correlacionada positiva y significativamente con dicho factor ($r^2 = 0.15$); en cambio, la población de CRH estuvo correlacionada positiva y significativamente (altamente) con el factor longitud en tres de las estaciones del año (con $r^2 = 0.17$, $r^2 = 0.21$ y $r^2 = 0.27$, para primavera, otoño e invierno, respectivamente), además de una correlación positiva y significativamente entre la población del insecto con el factor ($r^2 = 0.15$), durante la estación de verano. No se observó ninguna correlación entre la población de CRH con los factores altitud, temperatura máxima, temperatura mínima, días con lluvia aparente y precipitación pluvial a nivel de estaciones del año; en cambio, la población de CRH estuvo correlacionada positiva y significativamente con la humedad relativa durante la estación de invierno ($r^2 = 0.22$), lo que representa que a nivel de estación del año, las poblaciones de CRH no se ven afectadas por los factores climáticos (abióticos) y de posicionamiento en la entidad y dentro del periodo estudiado.

El análisis realizado para determinar la correlación existente entre la población de CRH en cada una de las estaciones del año y en función a los factores abióticos y de posicionamiento estudiados dentro de tres de las principales especies hospedantes del insecto en la entidad, para el caso particular de la especie *A. cochliacantha* (Cuadro 3.10), a nivel de muestreos semanales, se determinó que la población de CRH observó una correlación negativa y altamente significativa en lo general (entre todas las estaciones) ($r^2 = -0.21$), además de una correlación negativa y significativamente ($r^2 = -0.27$) durante la primavera; en cuanto a latitud, la población de CRH también estuvo negativa y significativamente (altamente) correlacionada con este factor, en lo general (todas las estaciones) y durante las estaciones de verano y otoño (con $r^2 = -0.21$, $r^2 = -0.55$ y $r^2 = -0.58$, respectivamente); con respecto a la temperatura,

mientras que en el caso de temperatura máxima no se observó ninguna correlación, la población de CRH sí estuvo correlacionada negativa y significativamente con la temperatura mínima de primavera ($r^2 = -0.25$) y de verano ($r^2 = -0.23$), lo mismo que a nivel general, entre todas las estaciones, con una correlación negativa y altamente significativa ($r^2 = -0.24$), lo que significa que a medida que disminuyen los promedios mínimos de temperatura en las zonas muestreadas disminuye la población de *M. hirsutus*, resultados similares a los encontrados en Bijapour, India por Katke (2008) sobre el cultivo de vid, al estimar una correlación negativa y significativamente entre la incidencia de CRH y este factor. De igual manera, la incidencia de CRH estuvo correlacionada positiva y significativamente (altamente) con el factor días con lluvia aparente durante la estación de otoño ($r^2 = 0.32$), así como con el factor humedad relativa, con el cual la población de CRH estuvo negativa y significativamente (altamente) correlacionada a nivel general (todas las estaciones del año), con $r^2 = -0.10$, lo que significa que alta humedad relativa afecta y/o disminuye las poblaciones de CRH, y que esta situación posiblemente se encuentre relacionada con la presencia de hongos fitopatógenos asociados al insecto en la región, o bien al posible efecto de los enemigos naturales liberados en forma inundativa. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Mani y Thontadarya (1987b) en cuanto a vid al sur de India, al encontrar que la incidencia poblacional en esta especie fue más elevada en enero a mayo y baja de junio a diciembre, donde la temperatura máxima mostró una correlación positiva y significativa con la población, mientras que con la humedad relativa una correlación negativa.

Cuadro 3.9 Coeficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento a nivel estación en tres hospedantes oceánicos en Navarri, 2009.

Estación	Estimador	Factor de evaluación								
		Semana	Latitud	Longitud	Altitud	T. max.	T. min.	DLLA	PP	HR
Primavera	r ²	-0.1362	0.1528	0.1739	-0.0440	0.0331	-0.1111	0.0216	0.0446	-0.0120
	p	0.0441	0.0237	0.0099	0.5181	0.6257	0.1008	0.7498	0.5114	0.8595
Verano	r ²	-0.0183	0.0541	0.1539	-0.0933	-0.0160	0.0806	-0.021	-0.034	0.0884
	p	0.7686	0.3852	0.0132	0.3348	0.7978	0.1959	0.7425	0.5839	0.1560
Otoño	r ²	-0.0937	0.0665	0.213	-0.0788	0.0777	0.0773	0.0663	0.0053	0.0344
	p	0.1536	0.3115	0.0011	0.2305	0.2369	0.2397	0.3136	0.9356	0.6010
Invierno	r ²	-0.0237	0.1944	0.2745	-0.1568	-0.0514	-0.0136	0.0844	0.0835	0.2247
	p	0.8204	0.0604	0.0074	0.1302	0.6226	0.8965	0.4186	0.4236	0.0295

r² = Correlación, p= probabilidad; T. max.= temperatura máxima, T. min.= temperatura mínima, DLLA= días con lluvia aparente (>10 mL de precipitación pluvial), PP= precipitación pluvial, HR= humedad relativa

Cuadro 3.10 Coeficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre *Acacia escobillanera* en Navarri, 2009.

Estación	Estimador	Factor de evaluación								
		Semana	Latitud	Longitud	Altitud	T. max.	T. min.	DLLA	PP	HR
Primavera	r ²	-0.2794	0.1647	0.1859	-0.1273	0.1150	-0.2574	-0.0005	0.0582	-0.1740
	p	0.0159	0.1608	0.1127	0.2830	0.3289	0.0268	0.9963	0.6220	0.1381
Verano	r ²	-0.0487	-0.5517	-0.0371	0.0396	0.0590	-0.2336	-0.0520	-0.0296	0.1297
	p	0.6561	<0.0001	0.7341	0.7184	0.5893	0.0304	0.6343	0.7865	0.2337
Otoño	r ²	-0.1410	-0.5846	-0.0770	0.0611	0.1354	0.0807	0.3257	0.2009	0.1954
	p	0.2478	<0.0001	0.5294	0.6177	0.2671	0.5095	0.0063	0.0978	0.1075
Invierno	r ²	-0.1325	-0.0466	0.1169	0.1385	0.0474	0.0272	0.3108	0.3110	0.2136
	p	0.4408	0.7869	0.4970	0.4204	0.7837	0.8747	0.0650	0.0648	0.2110
Todas las estaciones	r ²	-0.2192	-0.2117	0.0382	0.0083	0.0896	-0.2456	-0.0485	-0.0317	-0.1099
	p	0.0003	0.0005	0.5352	0.8930	0.1455	<0.0001	0.4310	0.6069	0.0000

r² = Correlación, p= probabilidad; T. max.= temperatura máxima, T. min.= temperatura mínima, DLLA= días con lluvia aparente (>10 mL de precipitación pluvial), PP= precipitación pluvial, HR= humedad relativa.

Los resultados de correlación para la población de *M. hirsutus* en la especie forestal *E. cyclocarpum* se presentan en el cuadro 3.11. La incidencia de CRH fue correlacionada negativa y significativamente con los muestreos a nivel semanal solo durante la estación de invierno (r²= -0.38), sin observar ninguna correlación con los factores latitud, altitud, temperatura mínima, días con lluvia aparente y precipitación pluvial; en cambio, con el factor longitud, la población de CRH observó una correlación negativa y altamente significativa (r² =

-0.39), lo mismo que con la temperatura máxima durante la estación de invierno ($r^2 = -0.66$), además de estar correlacionada negativa y significativamente con la humedad relativa durante la estación de primavera ($r^2 = -0.23$), mientras que durante la estación de invierno, la población estuvo correlacionada positiva y significativamente con dicho factor ($r^2 = 0.43$). Estos resultados concuerdan parcialmente con Sreedharan *et al.* (1989), quienes al evaluar la incidencia del piojo harinoso *P. citri* en mandarina (*Citrus reticulata*), encontraron alta incidencia en verano y nula incidencia en invierno, cuya población fue positivamente correlacionada con la temperatura y negativamente con la humedad relativa, mientras que no registró una clara correlación con la lluvia total; a su vez, los resultados también difieren a lo reportado en Bijapour estado de Karnataka, India en vid por Katke (2008), quien encontró correlaciones positivas y negativas con la temperatura mínima y negativas con la precipitación pluvial en las diversas estaciones, además de registrar correlaciones positivas con la temperatura máxima durante el invierno, así como de correlaciones negativas con la humedad relativa en la misma estación y correlaciones positivas con la humedad relativa matutina y vespertina en primavera durante el tiempo de observación.

Cuadro 3.11 Coeficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre *Euterolobium cyclocarpum* en Nayarit . 2009.

Estación	Estimador	Factor de evaluación								
		Semana	Latitud	Longitud	Altitud	T. max.	T. min.	DLLA	PP	HR
Primavera	r^2	0.0458	-0.1515	-0.3980	0.1933	0.0639	-0.0203	0.1543	0.2095	-0.2363
	p	0.7129	0.2209	0.0008	0.1170	0.6072	0.8702	0.2124	0.0888	0.0541
Verano	r^2	-0.1112	0.0456	0.0173	-0.1283	-0.0229	-0.1639	0.0712	0.0608	-0.0139
	p	0.3258	0.6873	0.8783	0.2565	0.8402	0.1462	0.5300	0.5919	0.9024
Otoño	r^2	-0.1653	0.0518	-0.0505	-0.0755	0.0295	0.1172	-0.0937	0.0447	-0.0592
	p	0.1428	0.6480	0.6560	0.5057	0.7948	0.3004	0.6419	0.6934	0.6018
Invierno	r^2	-0.3891	0.2110	0.1731	-0.2563	-0.6630	-0.0601	-0.0937	-0.0945	0.4317
	p	0.0449	0.2907	0.3877	0.1969	0.0002	0.7656	0.6419	0.6390	0.0229
Todas las estaciones	r^2	-0.1084	0.0123	-0.0788	-0.0511	-0.0268	0.0303	0.0708	0.0636	-0.0657
	p	0.0846	0.8444	0.2104	0.4169	0.6707	0.6308	0.2604	0.3125	0.2966

r^2 = Correlación; p= probabilidad; T. max.= temperatura máxima; T. min.= temperatura mínima; DLLA= días con lluvia aparente (> 10 mL de precipitación pluvial); PP= precipitación pluvial; HR= humedad relativa.

En cuanto a los promedios estatales de CRH obtenidos en la especie vegetal *H. rosasinensis* (Cuadro 3.12), al analizar los resultados obtenidos en cada una de las estaciones en el año, de los factores estudiados, solo en los correspondientes a muestreo semanal, a latitud, longitud, altitud y humedad relativa, la población de CRH mostró alguna correlación. La población estuvo correlacionada positiva y significativamente con los muestreos semanales durante la estación de invierno ($r^2 = 0.35$), y negativa y significativamente en forma general o global entre todas las estaciones del año ($r^2 = -0.11$). En cuanto a los factores latitud y longitud, en esta especie ornamental la población estuvo correlacionada en forma general y durante cada una de las estaciones; de esta manera, en cuanto a latitud, la población del insecto plaga estuvo correlacionada positiva y significativamente (altamente) con este factor durante las estaciones de primavera ($r^2 = 0.41$), verano ($r^2 = 0.43$), otoño ($r^2 = 0.51$), invierno ($r^2 = 0.54$) y de manera global entre todas las estaciones ($r^2 = 0.46$); en relación con el factor longitud, la población estuvo igualmente correlacionada positiva y significativamente (altamente), durante todas las estaciones: primavera ($r^2 = 0.56$), verano ($r^2 = 0.51$), otoño ($r^2 = 0.59$), invierno ($r^2 = 0.41$) y a nivel de todas las estaciones ($r^2 = 0.53$); en cuanto al factor altitud, la población estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) con este factor durante las estaciones de verano ($r^2 = -0.26$), otoño ($r^2 = -0.25$) y en forma global a nivel de todas las estaciones ($r^2 = -0.20$); asimismo, la población estuvo correlacionada positiva y significativamente (altamente) con el factor temperatura mínima durante la estación de verano ($r^2 = 0.52$), además de estar correlacionada positiva y significativamente con el factor humedad relativa en primavera ($r^2 = 0.24$), y positiva y significativamente (altamente) con el mismo factor durante la estación de verano ($r^2 = 0.25$).

En función a estos resultados, autores como Jara *et al.* (2012) sostienen que el comportamiento, dispersión y reproducción de CRH es afectado de manera específica por factores bióticos y abióticos, por lo que su conducta individual será denso-dependiente de las condiciones prevalecientes y disponibilidad de satisfactores de la plaga, existe la probabilidad de modificación de los componentes bióticos y abióticos que pueden ser afectados por el cambio climático y la restructuración de las zonas de dispersión y distribución de CRH en nuevas zonas como plagas agrícolas.

Cuadro 3.12 Coeficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre *Hibiscus rosa-sinensis* en Nagaiti, 2009.

Estación	Estimador	Factor de evaluación								
		Semana	Latitud	Longitud	Altitud	T. máx.	T. mín.	DLA	PP	HR
Primavera	r^2	-0.1816	0.4111	0.5631	-0.1011	-0.0417	-0.0663	-0.0019	-0.0193	0.2420
	p	0.1315	0.0002	<0.0001	0.3785	0.7166	0.5638	0.9867	0.8663	0.0328
Verano	r^2	0.0877	0.4300	0.512	-0.2630	-0.1328	0.5201	-0.0745	-0.1378	0.2557
	p	0.4030	<0.0001	<0.0001	0.0109	0.2042	<0.0001	0.4777	0.1877	0.0133
Otoño	r^2	-0.1410	0.5182	0.5957	-0.2550	0.1162	0.1592	0.0227	-0.1127	0.0615
	p	0.2965	<0.0001	<0.0001	0.0192	0.2921	0.1479	0.8372	0.3070	0.5782
Invierno	r^2	0.3568	0.3417	0.4117	-0.2861	0.0579	-0.0372	0.2938	0.2643	0.3137
	p	0.0488	0.0016	0.0214	0.1187	0.7567	0.8424	0.1086	0.1508	0.0857
Todas las estaciones	r^2	-0.1157	0.4606	0.5325	-0.2090	0.0105	0.0427	-0.0369	-0.0872	0.0886
	p	0.0505	<0.0001	<0.0001	0.0004	0.8594	0.4716	0.5336	0.1410	0.1347

r^2 = Correlación; p = probabilidad; T. máx. = temperatura máxima; T. mín. = temperatura mínima; DLA = días con lluvia aparente (>10 ml. de precipitación pluvial); PP = precipitación pluvial; HR = humedad relativa.

Con referencia al análisis de correlación existente en el comportamiento poblacional de CRH en función a factores climáticos y de posicionamiento entre las diversas estaciones del año en área marginal (Cuadro 3.13), al considerar en forma global el muestreo semanal comprendido entre las diversas estaciones en el año, se puede observar que la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) con dicho muestreo ($r^2 = -0.16$), e igualmente correlacionada negativa y significativamente con los muestreos semanales durante la estación de invierno ($r^2 = -0.24$); asimismo, la población estuvo correlacionada negativa y significativamente con la latitud durante el verano ($r^2 = -0.14$), y negativa y significativamente (altamente) con dicho factor, durante la estación de otoño ($r^2 = -0.25$); en cuanto a temperatura mínima, la población de CRH también estuvo correlacionada negativa y significativamente, durante la estación de verano ($r^2 = -0.17$), lo mismo que en forma global entre todas las estaciones, donde se observó una correlación negativa y altamente significativa con dicho factor abiótico ($r^2 = -0.10$); en lo referente al factor días con lluvia aparente, la población de CRH solo estuvo correlacionada positiva y significativamente ($r^2 = 0.16$) durante la estación de otoño, mientras que con el factor humedad relativa, la población estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) durante la primavera ($r^2 = -0.19$), e igualmente correlacionada negativa y significativamente a nivel de todas las estaciones del año ($r^2 = -0.08$), mientras que durante la estación de invierno, la población

estuvo correlacionada positiva y significativamente con este factor. Las áreas marginales, al estar conformadas por espacios de baja presión de selección hacia la plaga son la posible causa por la cual las poblaciones de CRH tienden al equilibrio, además de que las condiciones que prevalecen en el estado de Nayarit, comparadas con las óptimas de desarrollo de esta especie se encuentran en los rangos de su óptimo desarrollo. Al respecto, García-Álvarez *et al.* (2013) en muestreos de CRH en Nayarit sobre hospedantes como guanábano (*A. muricata*), teca (*T. grandis*) y rabo de iguana (*Acacia* sp.) reportan que las poblaciones más bajas se registraron durante el periodo de lluvias (agosto-octubre), lo que indica una correlación negativa y significativamente entre la plaga y este factor: no obstante a que autores como Mani (1986), Shreedharan *et al.* (1989), y Koli (2003), no encontraron una clara correlación con la lluvia total; además de registrar poblaciones moderadas durante los periodos de bajas temperaturas (noviembre-febrero), situación propia de una correlación negativa baja por las bajas temperaturas, mientras que los mayores promedios de infestación ocurrieron durante el periodo sin lluvias y con temperaturas relativamente altas durante marzo-junio (correlación positiva con temperaturas máximas), similar a lo encontrado por Mani (1986), Shreedharan *et al.* (1989), y Koli (2003). Goolsby *et al.* (2002) encontraron en Australia, que las estaciones con mayor población refieren a primavera e invierno con promedios de más de 15 CRH por banda de 6x7 cm y describen que las poblaciones de la cochinilla rosada se mantenían al nivel bajo detectable con promedios menores (0 a 5 CRH por banda) en los meses de verano y otoño, igualmente con diversidad de índices poblacionales por regiones de estudio.

El análisis de correlación realizado a las población de CRH en áreas urbanas (Cuadro 3.14), demuestra que de manera global, a nivel semanal la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con los muestreos realizados ($r^2 = -0.11$), además de correlacionarse positiva y significativamente (altamente) con el factor latitud durante todas las estaciones y de manera global: primavera ($r^2 = 0.41$), verano ($r^2 = 0.43$), otoño ($r^2 = 0.51$), invierno ($r^2 = 0.54$), y global ($r^2 = 0.46$); en relación con el factor longitud, la población de CRH también estuvo correlacionada positiva y significativamente (altamente) en todas las estaciones del año y en forma global: primavera ($r^2 = 0.56$), verano ($r^2 = 0.51$), otoño ($r^2 = 0.59$), invierno ($r^2 = 0.41$) y global ($r^2 = 0.53$), además de estar correlacionada negativa y significativamente (altamente) con el factor altitud durante las estaciones de verano ($r^2 =$



-0.26), otoño ($r^2 = -0.25$), y global entre todas las estaciones ($r^2 = -0.20$); con respecto a la temperatura mínima, la población estuvo correlacionada positiva y significativamente (altamente) con este factor durante la estación de verano ($r^2 = 0.52$), lo mismo que con el factor humedad relativa durante la estación verano ($r^2 = 0.25$), mientras que durante la primavera, la correlación fue positiva y significativa ($r^2 = 0.24$).

Cuadro 3.13 Coeficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre muestreo en áreas marginales en Nayarit, 2009.

Estación	Estimador	Factor de evaluación								
		Semana	Latitud	Longitud	Altitud	T. max.	T. min.	DLLA	PP	HR
Primavera	r^2	-0.1385	0.0241	-0.0712	-0.0069	0.0937	-0.1527	0.0643	0.1223	-0.1999
	p	0.1013	0.7767	0.4011	0.9347	0.2688	0.0706	0.4485	0.1485	0.0175
Verano	r^2	-0.0824	-0.1499	-0.0035	-0.0667	0.0007	-0.1776	0.0323	0.0274	0.0350
	p	0.2911	0.0538	0.9641	0.3943	0.9926	0.0221	0.6794	0.7261	0.6544
Otoño	r^2	-0.1492	-0.2518	-0.0444	-0.0107	0.0719	0.0958	0.1658	0.1147	0.0666
	p	0.0693	0.0019	0.5906	0.8963	0.3830	0.2448	0.0432	0.1467	0.4192
Invierno	r^2	-0.2418	0.0237	0.1569	-0.0447	-0.1932	0.0051	0.1329	0.1323	0.2761
	p	0.0562	0.8535	0.2194	0.7275	0.1292	0.9682	0.2988	0.3012	0.0284
Todas las estaciones	r^2	-0.1695	-0.0941	-0.0151	-0.0208	0.0310	-0.1066	0.0120	0.0168	-0.0885
	p	0.0001	0.0519	0.7310	0.6371	0.4801	0.0151	0.7835	0.7023	0.0438

r^2 = correlación; p= probabilidad; T. max.= temperatura máxima; T. min.= temperatura mínima; DLLA= días con lluvia aparente (> 10 mL de precipitación pluvial); PP= precipitación pluvial; HR= humedad relativa.

El amplio rango de condiciones ambientales se afirma con lo encontrado por Chong *et al.* (2008), quienes afirman que CRH tiene un desarrollo óptimo en rangos amplios de temperatura que fluctúan entre 14.5 a 35°C y HR de 65 a 85%, lo mismo que con Marcano *et al.* (2006) al reportar el gran potencial reproductivo de la especie entre los 25 y 35°C, condiciones similares a las que prevalecieron en Nayarit durante el periodo de estudio.

De acuerdo con García-Álvarez *et al.* (2013), en virtud de las temperaturas actuales y bajo dos escenarios climáticos un umbral de temperatura baja de 14.5°C, los 624.5 grados-día que registra como el requerimiento térmico para las especies para completar una generación requeridos para que CRH acumulados para los escenarios actuales y futuros, al utilizar un umbral de temperatura baja de 14.5°C, los resultados muestran que en las condiciones actuales del clima *M. hirsutus* podría desarrollar para Nayarit hasta 14.5 generaciones potenciales por año.

Cuadro 3.14 Coeficiente de correlación de CRH con factores climáticos y de posicionamiento sobre muestreo en áreas urbanas en Nayarit, 2009.

Estación	Estimador	Factor de evaluación								
		Semana	Latitud	Longitud	Altitud	T. max.	T. min.	DLA	PP	HR
Primavera	r^2	-0.1816	0.4111	0.5631	-0.1011	-0.0417	-0.0663	-0.0019	-0.0193	0.2420
	p	0.1115	0.0002	<0.0001	0.3785	0.7166	0.5638	0.9867	0.8663	0.0328
Verano	r^2	0.0877	0.4300	0.5120	-0.2630	-0.1328	0.5201	-0.0745	-0.1378	0.2557
	p	0.4030	<0.0001	<0.0001	0.0109	0.2042	<0.0001	0.4777	0.1877	0.0133
Otoño	r^2	-0.1152	0.5182	0.5957	-0.2550	0.1162	0.1592	0.0227	-0.1127	0.0615
	p	0.2965	<0.0001	<0.0001	0.0192	0.2921	0.1479	0.8372	0.3070	0.5782
Invierno	r^2	0.3568	0.5417	0.4117	-0.2861	0.0579	-0.0372	0.2938	0.2643	0.3137
	p	0.0488	0.0016	0.0214	0.1187	0.7567	0.8424	0.1086	0.1508	0.0857
Todas las estaciones	r^2	-0.1157	0.4606	0.5325	-0.2090	0.0105	0.0427	-0.0369	-0.0872	0.0886
	p	0.0505	<0.0001	<0.0001	0.0004	0.8594	0.4716	0.5336	0.1410	0.1347

r^2 = correlación; p = probabilidad; T. max. = temperatura máxima; T. min. = temperatura mínima; DLA = días con lluvia aparente (> 10 mL de precipitación pluvial); PP = precipitación pluvial; HR = humedad relativa.

3.5 CONCLUSIONES

- ✓ La Dispersión de CRH está determinada por factores bióticos y abióticos que afectan el desarrollo de la plaga. La prevalencia y distribución de especies vegetales hospedadas y los promedios de temperaturas máximas y mínimas, así como la humedad relativa son condicionantes para determinar el grado de dispersión y éxito en la reproducción de CRH. Las plagas exóticas pueden desarrollar su potencial reproductivo en función en los cambios dinámicos que se muestran en la actualidad con los efectos del cambio climático, por lo que es obligatorio continuar los estudios específicos sobre comportamiento de CRH con el objeto de evitar el daño potencial a la producción agrícola estatal y nacional.
- ✓ De ocho municipios analizados para determinar promedios de CRH/brote en tres de sus principales hospedantes (*A. cochliacantha*, *E. cyclocarpum* y *H. rosa-sinensis*), el promedio general de infestación anual por CRH fue mayor en áreas urbanas (0.397 CRH/brote), que en marginales (0.119 CRH/brote). A excepción de Tepic y Bahía de Banderas, en seis de los ocho municipios se presentaron diferencias estadísticas entre sus dos áreas de muestreo, con mayor cantidad de CRH/brote en áreas urbanas; los

mayores promedios de infestación se presentaron en Tecuala (0.720 CRH/brote), en contraste con Tepic, en el que se registraron los niveles más bajos (0.064 CRH/brote).

- ✓ Al analizar la incidencia mensual del insecto en cada hospedante a nivel municipal, para *A. cochliacantha*, durante enero en Acaponeta se registró el mayor promedio (0.83 CRH/brote), que fue el más alto registrado en el periodo de estudio, seguido por el de 0.74 CRH/brote, obtenido en Tecuala en abril, así como el de 0.59 CRH/brote registrado en Bahía de Banderas, municipio en el que igualmente se observó la mayor incidencia durante el mes de febrero (0.52 CRH/brote).
- ✓ En cuanto a la especie *E. cyclocarpum*, los mayores promedios de CRH se presentaron durante enero en Tecuala (0.50 CRH/brote), seguido por abril en Tepic y Compostela con 0.67 y 0.40 CRH/brote, respectivamente.
- ✓ En asociación con *H. rosa-sinensis*, la presencia de CRH fue consistente en todo el año, con mayores incidencias en el norte del estado en Acaponeta (0.89 y 0.77 CRH/brote en marzo y abril, respectivamente) y Tecuala (0.90 y 0.80 CRH/brote en abril y septiembre, respectivamente); en el resto de municipios la presencia del insecto se registró en menor densidad poblacional, con promedios que oscilaron entre 0.00 y 0.69 CRH/brote, distribuidos también en todo el año. Los mayores promedios de CRH/brote se registraron en áreas urbanas que en las marginales.
- ✓ Pruebas de medias a nivel de municipio demostraron cuatro grupos estadísticamente diferentes en cuanto a promedios de infestación anual. El promedio más alto se registró en Tecuala (0.371 CRH/brote) y el más bajo en San Blas (0.085 CRH/brote), por lo que la presencia del insecto en el norte del estado representa un riesgo potencial de afectación a cultivos de la región, o bien de continuar su dispersión hacia otros municipios colindantes al norte, particularmente al sur de Sinaloa, lo que pudiera suceder por la diseminación de huevos y caminantes de CRH, fácilmente transportados por el aire, ganado, aves y por el hombre, o bien mediante la movilización de material vegetal propagativo, flores de corte y frutos a grandes distancias.
- ✓ En cuanto al coeficiente de correlación de *M. hirsutus* con factores climáticos y de distribución geográfica de los sitios de muestreo, en el municipio de Compostela la población de CRH se correlacionó negativa y significativamente con la latitud ($r^2 = -0.26$); en Santiago Ixcuintla la población estuvo correlacionada negativa y

significativamente con el factor longitud ($r^2 = -0.19$), lo mismo que en Tepic ($r^2 = -0.33$); en cuanto a altitud, en Tecuala y Bahía de Banderas la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) con este factor ($r^2 = -0.27$ y $r^2 = -0.34$, respectivamente); en cambio, los factores abióticos temperatura máxima, temperatura mínima, días con lluvia aparente y precipitación pluvial, en los rangos registrados en la zona con presencia de CRH, no manifestaron efecto aparente; en el caso de humedad relativa, solo en el municipio de Tecuala la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con este factor ($r^2 = -0.20$). A nivel de cada una de las estaciones en el año, la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con los muestreos realizados a nivel semanal en la estación de primavera ($r^2 = -0.13$), sin observarse alguna correlación el resto de factores analizados.

- ✓ Al analizar los promedios semanales de muestreo de CRH sobre la especie *A. cochliacantha*, se observó que la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) en lo general entre las cuatro estaciones del año ($r^2 = -0.21$), lo mismo que en cuanto a latitud, con una correlación negativa y significativa ($r^2 = -0.27$) durante la primavera; en cuanto a altitud, la población de CRH también estuvo negativa y significativamente (altamente) correlacionada con este factor, en lo general (todas las estaciones) y durante las estaciones de verano y otoño (con $r^2 = -0.21$, $r^2 = -0.55$ y $r^2 = -0.58$, respectivamente); con respecto a la temperatura, mientras que en el caso de temperatura máxima no se observó ninguna correlación, la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con la temperatura mínima de primavera ($r^2 = -0.25$) y de verano ($r^2 = -0.23$), lo mismo que a nivel general, entre todas las estaciones, con una correlación negativa y altamente significativa ($r^2 = -0.24$), lo que significa que a medida que disminuyen los promedios mínimos de temperatura en las zonas muestreadas disminuye la población de *M. hirsutus*.
- ✓ En cuanto a la especie *E. cyclocarpum*, la incidencia de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con los muestreos a nivel semanal solo durante la estación de invierno ($r^2 = -0.38$), sin observar ninguna correlación con los factores latitud, altitud, temperatura mínima, días con lluvia aparente y precipitación pluvial; en

cambio, con el factor longitud, la población observó una correlación negativa y altamente significativa ($r^2 = -0.39$), lo mismo que con la temperatura máxima durante la estación de invierno ($r^2 = -0.66$), además de estar correlacionada negativa y significativamente con la humedad relativa durante la estación de primavera ($r^2 = -0.23$).

- ✓ En *H. rosa-sinensis* la población estuvo correlacionada negativa y significativamente en forma general entre las cuatro estaciones del año ($r^2 = -0.11$), lo mismo que con el factor altitud, donde la población estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) durante las estaciones de verano ($r^2 = -0.26$), otoño ($r^2 = -0.25$) y en forma global a nivel de todas las estaciones ($r^2 = -0.20$).
- ✓ El análisis de correlación entre las diversas estaciones del año en área marginal, al considerar en forma global a nivel de muestreos semanales, la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) ($r^2 = -0.16$), e igualmente correlacionada negativa y significativamente con los muestreos semanales durante la estación de invierno ($r^2 = -0.24$); asimismo, la población estuvo correlacionada negativa y significativamente con la latitud durante el verano ($r^2 = -0.14$), y negativa y significativamente (altamente) con dicho factor, durante la estación de otoño ($r^2 = -0.25$); en cuanto a temperatura mínima, la población de CRH también estuvo correlacionada negativa y significativamente, durante la estación de verano ($r^2 = -0.17$), lo mismo que en forma global entre todas las estaciones, donde se observó una correlación negativa y altamente significativa con dicho factor abiótico ($r^2 = -0.10$); con el factor humedad relativa, la población estuvo correlacionada negativa y significativamente (altamente) durante la primavera ($r^2 = -0.19$), e igualmente correlacionada negativa y significativamente a nivel de todas las estaciones del año ($r^2 = -0.08$).
- ✓ El análisis de correlación realizado en áreas urbanas, demuestra que de manera global, a nivel semanal la población de CRH estuvo correlacionada negativa y significativamente con los muestreos realizados ($r^2 = -0.11$), además de estar correlacionada negativa y significativamente (altamente) con el factor altitud durante las estaciones de verano ($r^2 = -0.26$), otoño ($r^2 = -0.25$), y global entre todas las estaciones ($r^2 = -0.20$).

CAPÍTULO IV

DINÁMICA ESPACIO TEMPORAL DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) EN NAYARIT

4.1 RESUMEN

Con el objeto de determinar la dinámica espacio temporal de la cochinilla rosada del hibisco (CRH), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) en Nayarit, México, durante el periodo enero-diciembre de 2009, se realizaron muestreos semanales y quincenales directos sobre una gran diversidad de especies vegetales preferenciales y no preferenciales del insecto, que se presentan en las áreas urbana, marginal, agrícola, forestal y viveros pertenecientes a ocho de los principales municipios infestados en la entidad, así como conocer el efecto de los factores abióticos (climáticos) como temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, precipitación pluvial y días con lluvia aparente sobre la presencia de la plaga. La incidencia estacional de la plaga indicó que las poblaciones del insecto se observaron durante todo el año, donde el pico poblacional más alto se registró en enero (0.3232 CRH/brote) y el más bajo en septiembre y octubre (ambos con 0.1222 CRH/brote); asimismo, mientras que a nivel municipal los mayores promedios de infestación mensual correspondieron a Compostela y Bahía de Banderas (0.2157 y 0.2057 CRH/brote, respectivamente) y los menores a San Blas y Rosamorada (0.1066 y 0.1261 CRH/brote, respectivamente), los mayores niveles de infestación del insecto estuvieron entre 70.08 y 81.83% (Rosamorada en marzo y Acaponeta en enero, respectivamente), con menores porcentajes entre 9.09% (Tepic en septiembre) y 9.52% (Tepic en octubre). La curva poblacional de *M. hirsutus* mostró un crecimiento a partir de los meses de septiembre y octubre, con ligero incremento en noviembre, de donde vuelve a disminuir ligeramente en diciembre para volver a ascender hasta alcanzar su nivel poblacional más alto en el año en enero, a partir del cual se inicia la desaceleración en el resto de meses en la entidad.

Se comprobó que los factores abióticos (climáticos) que mayor influencia tuvieron en el desarrollo de *M. hirsutus* dentro del área y periodo en estudio fueron las temperaturas (máximas y mínimas) y la humedad relativa. Estos resultados permitieron conocer el comportamiento de la plaga dentro de los diversos municipios y su evolución en el tiempo y espacio.

4.2 INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, las pérdidas económicas resultantes de las infestaciones de piojos harinosos incrementaron dramáticamente en los últimos años. En respuesta, ha habido un esfuerzo mundial para el mejoramiento de las estrategias de control y para la mejor comprensión de la biología y la ecología de estos insectos, así como de su papel como vectores de patógenos de plantas. Dentro de este grupo de insectos, para el caso particular de la cochinilla rosada del hibisco (CRH), *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), esta especie es reconocida por ser una plaga importante de muchos cultivos hortícolas y agrícolas en el mundo (Kairo *et al.*, 2000), y representa un seria amenaza económica para la agricultura, silvicultura e industria de viveros, al atacar a más de 200 plantas, árboles y arbustos, entre las que se incluyen obeliscos, cítricos, café, caña de azúcar, ciruelas, mango, chícharo, cacahuete, calabaza, lechuga, vid, maíz, frijoles, algodón, soya, y cacao (Meyerdirk *et al.*, 2003), incluidas en 70 familias botánicas (Padilla, 2000; Meyerdirk *et al.*, 2003), cuyos daños causan severas distorsiones en hojas y nuevos brotes, así como la eventual muerte de plantas hospedantes (Kairo *et al.*, 2000), y con distribución actual en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Sagarra y Peterkin, 1999).

La especie *Maconellicoccus hirsutus* se encuentra considerada como una de las plagas de mayor importancia económica y cuarentenaria en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, fundamentalmente por los daños directos causados en cerca de 300 hospedantes, distribuidos en cerca de 70 familias botánicas, por lo que es imprescindible contar con conocimientos sobre su comportamiento ecológico en las condiciones de México, particularmente en las del estado de Nayarit. La distribución espacio-temporal de este insecto plaga es un factor esencial en la elaboración de estrategias de manejo adecuadas. Mediante la georeferenciación de puntos de muestreo permanentes, durante el año 2009 se realizaron muestreos directos en forma semanal y quincenal sobre una gran diversidad de especies vegetales hospedantes, ubicadas en las áreas agrícola, marginal, urbana, forestal y de viveros, dentro de los principales municipios con afectación o presencia del insecto en la entidad.

En referencia a los factores que influyen directa o indirectamente la dispersión de plagas, Ziska *et al.* (2010) sostienen que para el caso particular de insectos, las culturas actuales se vuelven cada día más vulnerables a las invasiones por diversas especies exóticas, a raíz de que el clima se vuelve más propicio a su establecimiento dado que los sistemas

meteorológicos son cada vez más perturbados, lo que favorece la dispersión de los organismos por el viento, y de que el comercio internacional incrementa día con día. De acuerdo con Birch (1957), a escala global, patrones estacionales como temperaturas y precipitación pluvial son de los factores más importantes para la determinación de la distribución de organismos en el espacio, con evidencias en brotes de insectos tanto en zonas templadas como tropicales a partir de periodos de sequía, fuerte actividad de manchas solares o combinaciones de sequía y excesiva humedad (Wallner, 1987). Al ser organismos ectotérmicos, los insectos son más sujetos al cambio en relación de crecimiento, desarrollo, ciclo de vida, sobrevivencia, fecundidad y diferentes aspectos biológicos con cambio de temperatura (Hameed *et al.*, 2012), por lo cual su incremento y disminución poblacional puede ser grandemente influenciados por factores como la temperatura (Chandler *et al.*, 1980; Marco, 2001), la humedad relativa y el fotoperiodo (Marco, 2001), de los cuales, la temperatura tiene un efecto importante sobre los parámetros de ciclo de vida en insectos, tales como desarrollo, sobrevivencia, reproducción (Goldasteh *et al.*, 2009) y comportamiento, para que sean benéficos o perjudiciales, lo que tiene consecuencias directas sobre el desarrollo de las infestaciones y la acción de sus enemigos naturales (Brodeur *et al.*, 2013), al grado de que una elevación de temperatura se caracteriza por un aumento de la conducta alimentaria de los insectos, sean detritívoros, herbívoros, depredadores o parásitos (Bourchier y Smith, 1996), además de que en los casos de temperaturas extremas (mayores de 30°C) en las especies de los climas templados, éstas tienen efectos negativos sobre la biología de los insectos, lo que reduce el índice de incremento de sus poblaciones (Yocum *et al.*, 1991; Davies *et al.*, 2006; Mironidis y Savopoulou-Soultani, 2008), por lo que este factor puede ser de suma importancia en la predicción del rango de distribución geográfica potencial y para desarrollar modelos fenológicos en la predicción de dinámicas de población y para la coordinación de varios escenarios para planeación de control o programas de inspección (Keena, 2006), gracias a lo cual, con base a estudios demográficos, se pueden estimar probabilidades de extinción, predecir evolución de ciclo de vida, anticipar brotes de especies plagas, analizar estabilidad en la población y examinar dinámicas de colonización o invasión de especies (Vargas *et al.*, 1997).

En el caso de algunos piojos harinosos como *Planococcus citri*, existen resultados que indican que su desarrollo, reproducción y supervivencia son bajo la influencia de la

temperatura como un factor físico importante que debiera tomarse en cuenta para diseñar un programa de muestreo rutinario (Zamani *et al.*, 2006), por lo que factores como la temperatura y la humedad son elementos que pueden determinar la duración del ciclo biológico de *M. hirsutus* (SAGARPA-SENASICA-SINAVEF, 2011), para lo que se requieren en promedio entre 20 y 32°C y una humedad relativa de entre el 77 y 84% para que el insecto pueda completar su ciclo biológico (Martínez, 2007).

Para estar en condiciones de poder desarrollar un sistema de alerta oportuno para cualquier plaga en un agro-ecosistema, es necesario tener información básica sobre su dinámica de la población, con relación a parámetros meteorológicos prevaletientes, tales como temperatura, lluvia y humedad relativa, lo que ayudará a determinar el tiempo apropiado para la aplicación de un adecuado método de control (Tanga, 2012).

4.3 MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1 Ubicación del área de estudio

El trabajo se realizó durante los meses de enero a diciembre de 2009 mediante muestreos semanales y quincenales de *M. hirsutus* sobre especies vegetales hospedantes del insecto ubicadas en las áreas urbana, marginal, agrícola, forestal y viveros de los municipios de Acaponeta, Tecuala, Rosamorada, Santiago Ixcuintla, San Blas, Tepic, Compostela y Bahía de Banderas (Cuadro 2.1).

4.3.2 Muestreo de *M. hirsutus* en campo

Al considerar que la CRH es una especie polífaga que se alimenta de savia de por lo menos 300 hospedantes vegetales (Meyerdirk *et al.*, 2003), Los muestreos fueron directos sobre alrededor de 200 especies preferenciales y no preferenciales como hortalizas, ornamentales, frutales, forestales y plantas silvestres, establecidas en áreas marginal, urbana, agrícola, forestal y viveros, dentro de los municipios de Acaponeta, Tecuala, Rosamorada, Santiago Ixcuintla, San Blas, Tepic, Compostela y Bahía de Banderas.

Para evaluar los índices de presencia del insecto plaga en tiempo y espacios determinados, se establecieron puntos ó sitios de muestreo permanentes, con base en 10 plantas por sitio y cuatro brotes terminales (uno por punto cardinal) por cada planta

seleccionada en forma aleatoria, a las que se contabilizó los diversos estadios de desarrollo (ninfas, hembras adultas y ovisacos), para obtener promedios semanales y mensuales a nivel de planta y municipio, además de agrupar la incidencia de CRH por nivel de incidencia o grado de afectación (Suresh y Chandra, 2008; SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008).

4.3.3 Toma de datos climáticos

Con el propósito de estudiar la influencia de los factores abióticos (parámetros meteorológicos) en la incidencia estacional de *M. hirsutus*, diariamente se registraron datos climatológicos consistentes en temperaturas máximas (T. max.), temperaturas mínimas (T. min.), precipitación pluvial (PP), humedad relativa (HR) y días con lluvia aparente (DLA) (≥ 10 mm), durante el periodo en estudio. Los datos se obtuvieron de la información registrada diariamente en forma satelital, dentro de la red climática en cada una de las estaciones agroclimáticas situadas a nivel municipal en la entidad (INIFAP: <http://www.climanayarit.gob.mx/>).

4.3.4 Variables evaluadas

Durante el periodo de estudio, diariamente se tomaron datos relacionados con los principales parámetros climáticos que influyen en la dinámica poblacional o estacional de insectos, como son temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, lluvia total y días con lluvia aparente, datos que fueron registrados satelitalmente dentro de la red de estaciones agroclimáticas ubicadas en los diversos municipios que conforman en área de estudio (INIFAP: www.climanayarit.gob.mx/). Los valores diarios de estos parámetros fueron promediados en correspondencia con los datos de muestreo de CRH.

4.3.5 Análisis de datos

Mediante la utilización del SAS (Sistema de Análisis Estadístico) se obtuvieron las correlaciones existentes entre la población de *M. hirsutus* y los parámetros climáticos considerados y concentrados semanalmente durante las 48 semanas de muestreo, categorizando los datos en cuatro grupos, uno por cada una de las estaciones del año: primavera (21 de marzo al 20 de junio), verano (21 de junio al 20 de septiembre), otoño (21 de septiembre al 20 de diciembre) e invierno (21 de diciembre al 20 de marzo).

Se realizaron comparaciones de las poblaciones de CRH entre los distintos meses, municipios y localidades, lo mismo que entre las distintas áreas de estudio del piojo harinoso en la entidad. Se realizaron los análisis de varianza y comparación de medias respectivos (Tukey, $p \leq 0.05$), además de realizar pruebas de correlación entre las variables climáticas y la plaga.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia estacional de CRH en el año indicó que la plaga estuvo presente en todo el año, para cuyo caso, de los 15,069 puntos o sitios de muestreados en el periodo dentro de los ocho municipios en la entidad (Cuadro 4.1), la CRH estuvo presente en 4,818 de ellos (31.97%), con dominancias relativas en el año en cuanto a puntos con presencia del insecto en los municipios de Tecuala (492), Acaponeta (556) y Bahía de Banderas (557), correspondientes al 37.70, 36.03 y 35.05% de puntos de infestación, respectivamente; en cambio, los municipios con menor incidencia fueron Tepic (85), San Blas (291) y Rosamorada (753), correspondientes al 16.79, 20.47 y 31.87% de puntos con infestación, respectivamente. A nivel mensual, las mayores incidencias en cuanto a puntos con presencia del insecto entre todos los municipios se registraron a inicios de año en los meses de marzo (310), enero (216) y febrero (211), correspondientes al 45.38, 42.51 y 35.70% de puntos infestados, respectivamente, a diferencia de los meses de mayo (367), diciembre (303), y junio (451), que fueron los que registraron el menor número de puntos con presencia del pseudococcido, con el 27.95, 28.39 y 30.24% de puntos con infestación, respectivamente.

Con respecto al promedio porcentual de puntos con presencia de CRH, obtenido a nivel mensual dentro del área bajo estudio (Cuadro 4.2), en orden de importancia en cuanto al porcentaje de puntos con presencia de CRH en cada municipio, los mayores valores se registraron en Acaponeta, Bahía de Banderas y Tecuala, con el 41.96, 37.21 y 37.18%, respectivamente, mientras que los valores más bajos correspondieron a Tepic, San Blas y Compostela, con el 17.42, 24.80 y 31.63%, respectivamente. El análisis sobre la frecuencia de los puntos con mayores valores de afectación a nivel mensual dentro de los diversos municipios demuestra que enero tuvo el mayor número de casos con, con cuatro municipios (Acaponeta, Santiago Ixcuintla, San Blas y Tepic), seguido por marzo con dos casos (Tecuala y Rosamorada); a su vez, los menores casos de puntos con presencia de CRH se registraron

en diciembre con tres casos (Rosamorada, Santiago Ixcuintla y San Blas), seguido por septiembre por dos casos (Acaponeta y Tepic); de igual forma, los promedios porcentuales de puntos más elevados se registraron en Acaponeta en enero (81.85%), seguido por Rosamorada en marzo (70.08%) y San Blas en enero (60.71%), respectivamente, y los más bajos en Tepic en septiembre (9.09%), San Blas en diciembre (16.67%) y Bahía de Banderas en abril (18.85%), respectivamente.

Cuadro 4.1 Concentrado mensual de puntos con presencia y/o ausencia de CRH en Nayarit, 2009

Municipio	Mes																								Total puntos	
	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Acaponeta	15	3	20	31	24	19	67	78	58	92	58	99	86	140	46	106	46	117	49	119	39	102	30	62	336	987
Tecuala	15	34	22	36	51	30	73	75	30	63	48	100	46	71	39	75	44	75	41	74	53	108	24	59	402	813
Rosamorada	11	25	33	58	82	35	68	146	60	150	39	147	85	167	79	170	85	82	48	170	85	180	54	149	753	3609
Santiago Ixc.	50	113	35	56	33	50	56	126	88	189	40	177	130	272	101	217	67	126	104	198	100	789	58	137	943	2864
San Blas	17	11	6	11	12	13	16	66	38	132	25	127	99	164	38	135	28	708	36	524	37	736	21	105	297	7130
Tepic	1	3	7	31	39	18	2	8	16	71	5	24	17	72	11	44	9	30	6	37	12	53	5	24	85	421
Compostela	18	86	58	128	52	104	41	92	39	166	83	207	142	334	94	197	189	273	148	276	100	293	77	179	1140	2395
B. Banderas	29	27	28	25	25	24	25	49	28	81	64	185	115	193	61	64	47	119	71	114	45	82	28	54	157	1052
Total mensual	216	302	211	380	310	373	348	648	357	946	473	1040	661	1447	468	1026	612	1303	536	1149	621	1161	303	564	4818	19231

1° Número de puntos con presencia de cochinilla rosada del tabaco

2° Número de puntos sin presencia de cochinilla rosada del tabaco

Cuadro 4.2 Porcentaje mensual de puntos con infestación por CRH a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponeta	81.85	39.22	65.45	46.94	38.67	29.19	38.05	26.84	23.14	29.17	26.17	34.73
Tecuala	38.61	37.93	80.59	50.00	32.26	32.43	38.63	54.25	34.97	37.29	34.54	30.77
Rosamorada	30.55	37.63	70.08	34.77	28.57	28.64	30.88	31.75	32.59	22.09	31.03	26.40
Santiago Ixc.	41.45	28.66	30.56	30.77	31.77	34.23	32.33	31.78	54.71	34.44	34.80	26.98
San Blas	60.71	35.29	27.40	19.81	17.50	17.12	19.21	23.96	20.59	20.34	23.39	16.67
Tepic	25.00	16.97	38.33	20.00	88.39	17.24	39.10	20.00	9.09	9.32	18.46	17.24
Compostela	36.76	31.18	24.87	30.83	26.22	28.62	29.83	32.30	40.99	34.90	33.86	30.08
B. Banderas	51.78	52.83	35.84	18.85	23.22	31.82	34.69	48.80	29.32	38.38	32.85	45.16

* El promedio de infestación se estimó con base al número de puntos o sitios con presencia de CRH contra el número de puntos o sitios muestreados.

En cuanto al número promedio de cochinillas por brote para el año 2009 en Nayarit (Cuadro 4.3, Figura 4.1), los resultados obtenidos son ubicados en un nivel de infestación catalogado como de baja incidencia (SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2008). Para el mes de abril la población más alta se presentó en el municipio de Acaponeta, con una población de 0.210 CRH/brote, que representa una densidad de población 3.8 veces menor a la observada en el mes de enero (0.812 CRH/brote), que fue la más alta en el año, y coincidentemente en

este mismo municipio. La población más baja se reportó en San Blas (0.060 CRH/brote) y corresponde a 3.75 veces mayor la población que en el mes de enero; la población de 0.060 CRH/brote en abril de San Blas es 3.5 veces menor que la de 0.210 CRH/brote que se presentó en Acaponeta y los promedios oscilaron en el rango de entre 0.060 y 0.210 CRH/brote a nivel estatal.

En el mes de mayo las poblaciones de la CRH oscilaron en el rango de 0.096 y 0.165 CRH/brote, donde la población más alta correspondió al municipio de Compostela (0.165 CHR/brote) y la más baja a Bahía de Banderas (0.096 CRH/brote), por lo que la población de Compostela fue 1.7 veces mayor que la de Bahía de Banderas, mientras que en este municipio, la población del mes (mayo) es 6 veces mayor que la observada en San Blas para enero (0.016 CRH/brote). Esta información permite realizar proyecciones de población al integrar factores abióticos como temperaturas, precipitaciones y humedad relativa, con el objeto de programar liberaciones de enemigos naturales para el manejo de CRH.

Cuadro 4.3 Promedio mensual de CRH/brote a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Mes	Acaponeta	Tecuala	Rosamorada	Santiago Iac.	San Blas	Tepic	Compostela	B. Banderas
E	0.812	0.306	0.143	0.236	0.016	0.250	0.278	0.545
F	0.392	0.332	0.170	0.205	0.176	0.117	0.229	0.647
M	0.232	0.196	0.128	0.156	0.161	0.162	0.167	0.199
A	0.210	0.212	0.134	0.113	0.060	0.149	0.149	0.137
M	0.149	0.149	0.127	0.125	0.108	0.155	0.165	0.096
J	0.155	0.113	0.122	0.128	0.076	0.168	0.165	0.134
J	0.118	0.134	0.135	0.113	0.113	0.105	0.207	0.171
A	0.082	0.101	0.124	0.110	0.123	0.132	0.245	0.158
S	0.082	0.125	0.127	0.087	0.112	0.040	0.307	0.098
O	0.081	0.122	0.092	0.104	0.112	0.077	0.262	0.128
N	0.080	0.135	0.111	0.111	0.119	0.171	0.233	0.122
D	0.113	0.120	0.100	0.108	0.103	0.132	0.181	0.181

En el mes de junio la población osciló en el rango de 0.076 y 0.168 CRH/brote. En este mes la densidad poblacional más alta se presentó en el municipio de Tepic (0.168 CRH/brote), lo que representó 2.2 veces mayor que la población más baja en el mismo mes del municipio de San Blas (0.076 CRH/brote). Con respecto a la población más alta registrada en el estado (0.812 CRH/brote en enero en Acaponeta), la población de junio es 4.8 veces menor, y con

respecto a la más baja de junio en San Blas (0.076 CHR/brote), en comparación a la más baja en el estado (0.016 CRH/brote en enero en San Blas), la población es 4.75 veces mayor.

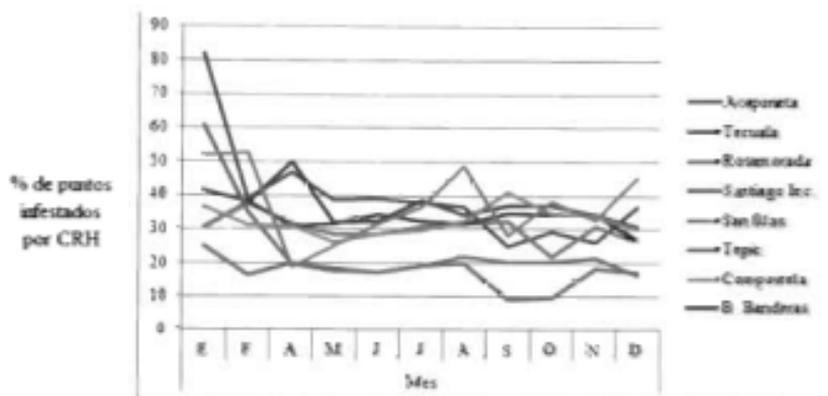


Figura 4.1 Promedio mensual de infestación de CRH/brote a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Durante el mes de julio el promedio de población osciló en el rango de 0.105 y 0.207 CRH/brote. La población más alta se registró en Compostela (0.207 CRH/brote) y la más baja en Tepic (0.105 CRH/brote), lo que representa que la población de Compostela es de 2 veces mayor que la encontrada en Tepic. Con respecto al promedio más alto en el estado es de 3.9 veces menor que la registrada en el mes de enero para Acaponeta (0.812 CRH/brote); mientras que el promedio más bajo del mes (0.105 CRH/brote), la población es 6.5 veces que la que registró el mes de enero para el municipio de San Blas (0.016 CRH/brote).

Para el mes de agosto los promedios oscilaron en el rango de 0.082 y 0.245 CRH/brote. La población más alta correspondió al municipio de Compostela (0.245 CRH/brote), que es tres veces mayor que la población más baja (0.082 CRH/brote), registrada en el municipio de Acaponeta; a su vez, esta población más alta es 3.3 veces menor que el promedio más alto registrado en el estado (0.812 CRH/brote); por el contrario, la población más baja en el mes es cinco veces menor que la más baja registrada en el estado (0.016 CRH/brote).

En septiembre se registraron promedios que oscilaron en el rango de 0.040 y 0.307 CRH/brote. La población más alta se registró en Compostela (0.307 CRH/brote), que es 7.6 veces más alta que la población más baja registrada en el mes (0.040 CRH/brote), registrada

en el municipio de Tepic; asimismo, la población más alta en el mes es 2.6 veces menor que la población más alta registrada en el estado (0.812 CRH/brote); en cuanto al promedio más bajo registrado en el mes (0.040 CRH/brote), éste es 2.5 veces mayor que el promedio más bajo registrado en la entidad (0.016 CRH/brote).

Con respecto al mes de octubre se registraron promedios que oscilaron en rangos de 0.077 y 0.128 CRH/brote. La población más alta (0.128 CRH/brote) correspondió al municipio de Bahía de Banderas y la más baja (0.077 CRH/brote) al municipio de Tepic. La población más alta en el mes fue 6.3 veces menor que el promedio más alto registrado en el año (0.812 CRH/brote); por otro lado, la población más baja del mes fue 4.8 veces mayor que la reportada como más baja en el estudio (0.016 CRH/brote), correspondiente al mes de enero en San Blas.

Al analizar la población correspondiente al mes de noviembre se observan rangos de 0.080 a 0.233 CRH/brote en todos los municipios muestreados en el estado. El promedio mensual más alto correspondió al municipio de Compostela (0.233 CRH/brote) y el más bajo (0.080 CRH/brote) a Acaponeta; el promedio más alto del mes fue de 3.5 veces menor que el promedio mayor registrado en el estudio, por otro lado, el promedio más bajo del mes fue cinco veces mayor que el promedio más bajo registrado en el año de muestreo.

Para el mes de diciembre los promedios de CRH oscilaron en los rangos de 0.100 y 0.181 CRH/brote. El promedio de población más alto se registró en los municipios de Compostela y Bahía de Banderas (0.181 CRH/brote) y fue 4.5 veces menor que el registrado como más alto en el estudio; por otro lado, la población más baja del mes correspondió al municipio de Rosamorada (0.100 CRH/brote) y fue seis veces mayor que la población más baja registrada en el estudio dentro del municipio de San Blas (0.016 CRH/brote).

La incidencia estacional de la CRH a nivel mensual (Figura 4.2) indicó que las poblaciones del insecto se observaron durante todo el año, donde el pico poblacional más alto se registró en enero (0.3232 CRH/brote) y el más bajo en septiembre y octubre (ambos con 0.1222 CRH/brote).

A nivel municipal los mayores promedios de infestación mensual correspondieron a Compostela y Bahía de Banderas (0.2157 y 0.2097 CRH/brote, respectivamente) y los menores a San Blas y Rosamorada (0.1066 y 0.1261 CRH/brote, respectivamente) (Figura 4.3).

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PROMEDIO CRH	0.3232	0.2770	0.1755	0.1455	0.1342	0.1326	0.1328	0.1343	0.1222	0.1222	0.1252	0.1297

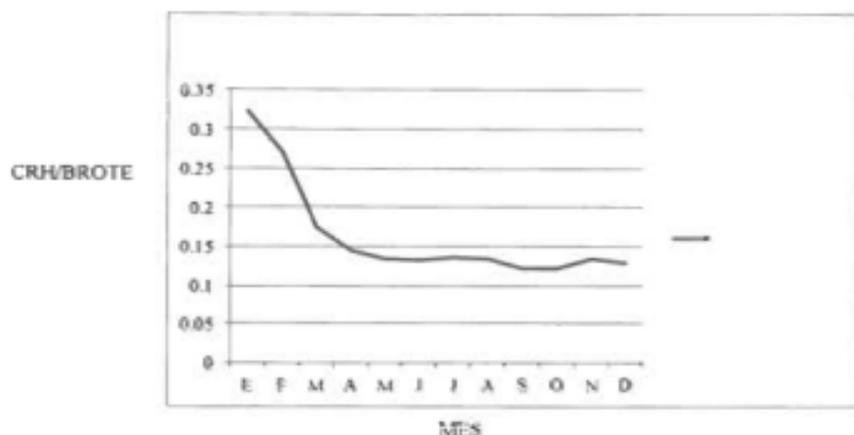


Figura 4.2 Concentrado mensual de promedios de CRH/brote en Nayarit, 2009.

MUNICIPIO	Acaponeta	Tecuala	Rosamorada	Santiago Ixc.	San Blas	Tepic	Compostela	B. Banderas
PROMEDIO CRH	0.2088	0.1704	0.1261	0.1330	0.1066	0.1382	0.2157	0.2097

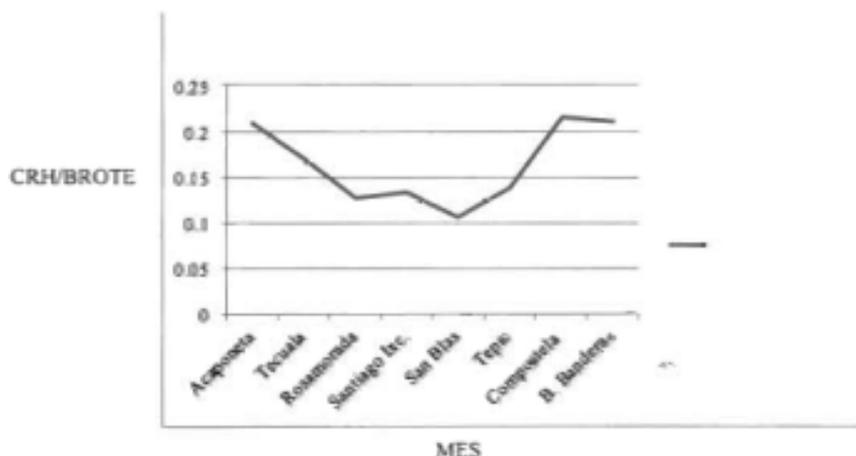


Figura 4.3 Promedio de infestación mensual de CRH/brote a nivel municipal en Nayarit, 2009.

Como se observa en el cuadro 4.3 y figuras 4.1, 4.2 y 4.3 en cuanto a la dinámica estacional de CRH en la entidad, los resultados obtenidos en el estudio concuerdan en cuanto a presencia mensual de *M. hirsutus* con Babu y Hazam (1987), quienes al estudiar la fluctuación de CRH en vid en Hyderabad, India (1984-1985) encontraron altas densidades de hembras de *M. hirsutus* en los meses de enero y marzo, con 22.5 y 32.5 CRH/racimo, respectivamente, y un comportamiento similar a lo encontrado por Mani y Thontadarya (1987a), al registrar altas poblaciones del insecto en el periodo enero a mayo y bajas en el de junio a diciembre, donde la temperatura mostró una correlación positiva y significativa con la población, mientras que la humedad relativa una correlación negativa, situación coincidente a lo registrado por Mani, (1986), Shreedharan *et al.* (1989), y Koli (2003); asimismo, los resultados también concuerdan con Katke (2008), quien al estudiar la biología de CRH en vid durante 2005-06 en Bijapur estado de Karnataka, India, observó que el número de colonias por planta fue de 25.0 colonias en la segunda semana de abril, con disminución a 7.4 colonias a inicios de junio a causa de las podas en abril, con incrementos de nuevo hasta alcanzar un pico poblacional a inicios de septiembre (14.5 colonias/vid), para disminuir a fin del mes hasta su nivel más bajo (5.0 colonias) a inicios de noviembre, debido al efecto de podas en septiembre, con incrementos regulares de nuevo a partir de este momento en la etapa de floración y alcanzó a un pico de 32.4 colonias por vid a mediados de marzo.

Con relación a las mayores incidencias de CRH registradas durante los primeros meses del año en la entidad, los resultados coinciden con Mani y Thontadarya (1987b) al afirmar que en vid después de la cosecha la población se dirige a las partes vegetativas para invernar y en primavera, luego de las podas (abril-mayo), permanece en las hojas, tallos y el tronco hasta la cosecha, por lo que desde fines del verano hasta fines de otoño su densidad poblacional es típicamente baja y vuelve a aumentar a partir de mediados de diciembre y en enero (en pleno invierno); de igual manera, Daane *et al.* (2012) señalan que para el caso de *Planococcus ficus* en el mismo cultivo, la población inverna principalmente bajo la corteza del tronco y en algunos casos en el propio subsuelo entre las raíces, especialmente cuando es atendido por las hormigas, sin presencia de diapausa; a su vez, Conradie (1985) sostiene que en invierno *M. hirsutus* continúa con su alimentación y oviposición, no obstante que debido a las bajas temperaturas su ciclo de vida es muy lento, pero tan pronto como las temperaturas empiezan a elevarse en la primavera y principios de verano, los caminantes emergen y salen desde bajo la

corteza y grietas, en busca de nuevos brotes con altas concentraciones de nutrientes, por lo que durante enero y febrero al alimentarse y continuar en su desarrollo, sus poblaciones se encuentran en su nivel más elevado sobre nuevos brotes, y para lo que una vez que en el verano y otoño los nutrientes se mueven desde las hojas y tallos hacia la parte baja o raíces, por lo que la migración del piojo harinoso se realiza una vez más.

Al comparar los promedios totales de CRH registrados en Nayarit contra otras entidades de reciente introducción de la plaga, se refleja que en estados como Chiapas (Arriaga) y Sinaloa (Escuinapa), hasta 2009, las infestaciones se registraron en un nivel medio (11 a 12.2 CRH/brote) y restringidas a áreas urbanas, poblaciones consideradas como altas en virtud de lo reciente de los brotes y para lo que se requiere de un tiempo de adaptación de los enemigos naturales para que se reflejen los impactos correspondientes en la disminución poblacional; caso contrario, los bajos niveles observados en el mismo año en estados como Colima, Guerrero, Oaxaca y Quintana Roo (0.05, 2.9, 0.50, y 1.34 CRH/brote, respectivamente), ubicados en áreas urbanas, y donde, no obstante que las condiciones climáticas y de diversidad vegetal son favorables para el desarrollo del insecto, las poblaciones se han restringido a zonas urbanas o marginales, por la introducción temprana de enemigos naturales como *A. kamali* (González-Hernández, 2013).

Los resultados obtenidos en cuanto a temperaturas máximas y mínimas se presentan en los cuadros 4.4 y 4.5, y figuras 4.4 a 4.7. El promedio de temperaturas máximas en la zona norte del estado de Nayarit osciló entre los 27 y 28.8°C; mientras que a nivel municipal, el municipio donde se registró la menor variación de temperatura correspondió a Rosamorada (de 27.6 a 28.1°C), el de mayor variación correspondió a Tecuala (de 27.1 a 28.8°C); para el municipio de Santiago Ixcuintla, los rangos oscilaron entre 27.6 y 28.9°C; al respecto, Marcano *et al.* (2006) sostienen que *M. hirsutus* refleja el gran potencial reproductivo de la especie, sobre todo entre las temperaturas de 25 y 35°C, rangos de temperaturas registrados en los municipios con presencia de la plaga en el periodo bajo estudio en la entidad (Cuadro 4.3), además de que para otros piojos harinosos, al evaluar el efecto de la temperatura sobre el desarrollo, reproducción y supervivencia de *P. citri* Risso, Zamani *et al.* (2006) señalan a este factor físico como un aspecto muy importante en el diseño de programas de muestreo rutinario, además de que Goldasteh *et al.* (2009) determinaron que altas temperaturas (32, 35 y 37°C) significaron un importante factor de mortalidad contra esta especie, por lo que se

considera que las condiciones registradas durante el periodo en estudio son favorables para la proliferación y desarrollo de ambos pseudococcidos en la entidad.

Cuadro 4.4 Temperaturas máximas promedio (°C) registradas por municipio en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponco	28.7	28.8	28.9	28.7	28.6	28.5	28.5	28.8	28.7	28.6	28.5	28.0
Tecuala	27.1	28.6	28.4	28.6	28.5	28.3	28.6	28.7	28.5	28.5	28.5	27.8
Rosamorada	28.2	28.1	27.9	27.7	27.8	27.8	27.9	27.8	27.8	27.8	27.9	27.6
Santiago Inc.	28.1	28.9	28.8	28.7	28.6	28.4	28.5	28.5	28.4	28.4	28.5	27.6
San Blas	28.3	28.9	28.8	28.8	28.9	28.6	28.8	28.7	28.8	28.6	28.8	27.5
Tepec	28.7	28.9	28.8	28.7	28.8	28.3	28.7	28.9	29.1	28.6	28.6	26.9
Compostela	27.9	28.4	28.9	28.6	28.6	28.3	28.7	28.6	28.7	28.6	28.6	28.1
B. Banderas	27.7	29.3	29.0	28.8	29.1	28.6	28.5	28.8	28.9	27.7	28.7	28.1

Cuadro 4.5 Temperaturas mínimas promedio (°C) registradas por municipio en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponco	16.8	14.8	15.5	14.6	21.0	23.7	24.1	24.0	24.0	23.1	19.4	16.2
Tecuala	14.8	12.8	15.0	13.6	20.4	22.7	23.6	24.5	24.1	23.8	18.4	14.5
Rosamorada	14.2	12.9	16.4	15.6	21.2	23.3	24.1	23.9	23.7	22.1	16.8	16.4
Santiago Inc.	15.6	14.6	16.5	14.3	21.0	23.3	23.8	23.7	23.9	23.6	19.4	17.0
San Blas	17.1	14.5	15.0	15.6	20.5	22.1	22.9	23.2	23.1	22.1	18.7	16.7
Tepec	17.4	11.3	13.5	15.8	17.5	20.1	21.6	20.3	20.1	20.7	15.9	13.1
Compostela	16.5	14.8	17.1	16.2	22.1	21.4	23.4	23.3	23.9	20.6	19.1	17.0
B. Banderas	16.5	14.5	14.6	14.8	21.5	22.7	23.1	23.3	23.4	22.4	18.5	17.6

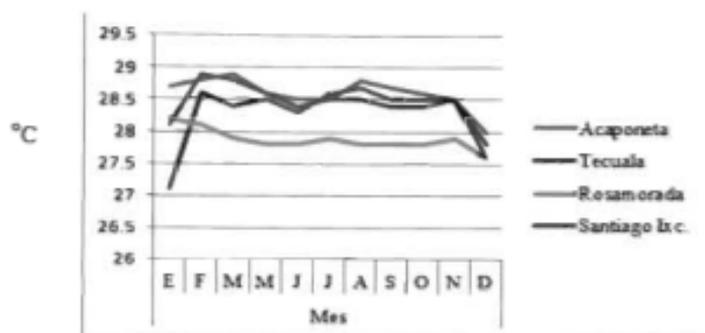


Figura 4.4 Promedio mensual de temperaturas máximas (°C) registradas en la región norte de Nayarit. 2009.

Al analizar la zona norte (municipios de Acaponeta, Tecuala, Rosamorada y Santiago Ixcuintla), específicamente en los meses de mayo a octubre, la temperatura máxima promedió 28.3°C (Cuadro 4.4, Figura 4.4), y para los mismos meses el promedio de CRH/brote registró 0.1816, en tanto que para la temperatura mínima (Cuadro 4.5, Figura 4.5), el promedio registrado fue de 23.22°C, con un diferencial entre ambas temperaturas de 5.07°C. Chong *et al.* (2008) describen que en condiciones de laboratorio, temperaturas de 25 a 27°C fueron óptimas para el desarrollo, supervivencia y reproducción de CRH, rangos de temperatura que prevalecen normalmente en la región descrita. En cuanto a promedios de temperatura mínima en el periodo de enero a abril y noviembre-diciembre, el rango de temperatura osciló entre los 12.8 y 24.5°C, con un diferencial de 11.7°C, y con un promedio de infestación de 0.3823 CRH/brote, lo que representa 2.1 veces mayor que el promedio registrado en los meses de mayores temperaturas máximas y mínima, situación que concuerda con Das *et al.* (1948) en cuanto a *Ferrisia virgata* sobre en diversos frutales. Estos resultados difieren en cuanto a los meses más cálidos a lo encontrado por Rawat y Modi (1969), quienes en Madhya Pradesh, India, reportan mayor densidad y actividad de CRH durante los meses de agosto a noviembre (1965), pero coinciden en cuanto al periodo marzo-abril (1966), además de diferir con Ramchandra Rao (1926), quien reportó mayor incidencia y severidad en *Ferrisia virgata* durante la estación seca o durante periodos prolongados de sequía; a su vez, al estudiar en India a nivel de campo la actividad estacional de CRH en *Hibiscus* sp. Sing y Ghosh (1970) observaron que éste inverna en plantas viejas y secas en el

suelo, pero sin dejar de alimentarse, incluso durante los meses mas frios, siempre y cuando existiera disponibilidad de alimento, con presencia del insecto desde marzo, y con los mayores picos poblacionales durante septiembre a octubre.

Para la región centro sur (municipios de Tepic, San Blas, Compostela y Bahía de Banderas), se mostraron con mayor frecuencia en cuanto a densidad el problema de CRH. La temperatura máxima promedió 28.7°C (Figura 4.5) y el promedio de insectos fue de 0.1202 CRH/brote, dato menor que el registro de la región norte, que promedió un total de 0.3823 CRH/brote en los meses de enero a abril; los rangos de temperatura mínima oscilaron entre los 11.3 y 23.9°C, para los meses de enero a abril y noviembre-diciembre la temperatura mínima promedió de 11.3 a 17.1°C (Figura 4.6), considerado el periodo más frío; por otro lado, durante el periodo mayo-octubre para la región centro-sur los rangos de temperatura mínima (Figura 4.7) oscilaron entre los 17.5 y los 23.9°C, que corresponde a seis meses del año donde las temperaturas no son muy variables y favorecen el crecimiento, desarrollo y reproducción de CRH. Esta situación se sustenta con los reportes de Meyerdirk *et al.* (2003), quienes sostienen que para los trópicos y subtropicos se presentan en promedio hasta diez generaciones de CRH por año, mientras que en la época invernal el insecto se mantiene en las áreas protegidas de sus hospedantes, tales como grietas y huecos de la corteza, dentro de gajos de frutas, o dentro del suelo, hasta que las plantas estén disponibles nuevamente, por lo que las poblaciones máximas se presentan al final del verano y a principios del otoño.

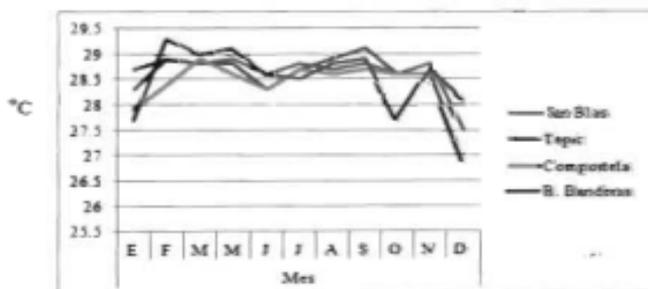


Figura 4.5 Promedio mensual de temperaturas máximas (°C) registradas en la región centro-sur de Nayarit, 2009.

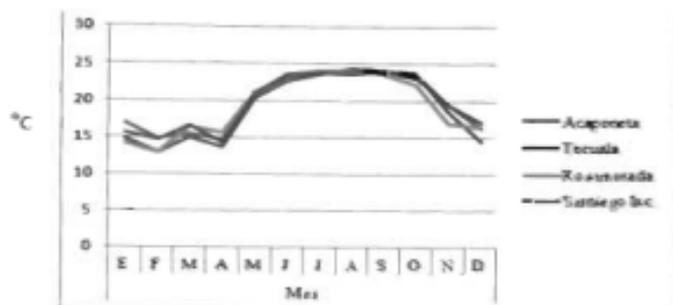


Figura 4.6 Promedio mensual de temperaturas mínimas (°C) registradas en la región norte de Nayarit, 2009.

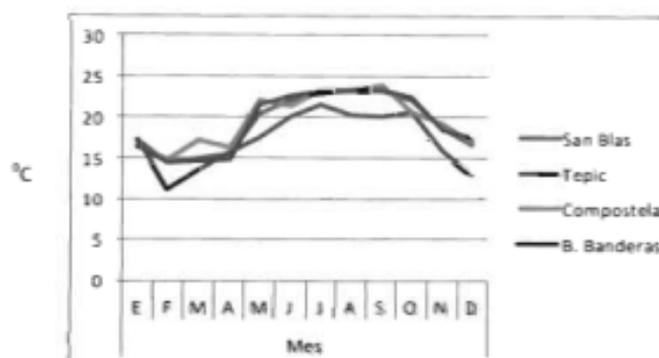


Figura 4.7 Promedio mensual de temperaturas mínimas (°C) registradas en la región centro-sur de Nayarit, 2009.

Al realizar una comparación entre los promedios de CRH/brote en cada uno de los meses y municipios contra los promedios mensuales de temperatura registrados en el año de estudio, si se considera que a nivel mensual las mayores incidencias poblacionales correspondieron a enero (0.3232 CRH/brote), febrero (0.2710 CRH/brote) y marzo (0.1751 CRH/brote), y las menores incidencias a septiembre y octubre (0.1222 CRH/brote) y diciembre (0.1297 CRH/brote), mientras que a nivel municipal los mayores promedios del insecto se obtuvieron en Compostela (0.2157 CRH/brote), Bahía de Banderas (0.2097 CHR/brote) y Acaponeta (0.2088 CRH/brote), y los menores en San Blas (0.1066 CRH/brote), Rosamorada (0.1261 CRH/brote) y Santiago Ixcuintla (0.1330 CRH/brote), por lo que se deduce que no existe una

influencia tan importante de la temperatura máxima como factor de regulación de las poblaciones de CRH en la entidad, toda vez que los mayores promedios de este factor se registraron en febrero (28.73°C), septiembre (28.73°C) y marzo (28.68°C), y las menores en diciembre (27.70°C), noviembre (28.51°C) y junio y octubre (28.35°C), lo que concuerda con Shreedharan *et al.* (1989), Mani y Thontadarya (1987), y Singh y Kumar (2012), al señalar una correlación positiva de este factor con las poblaciones de los piojos harinosos *P. citri*, *M. hirsutus* y *Phenacoccus solenopsis*, respectivamente, o con Daane *et al.* (2012), quienes señalan que los mayores picos poblacionales coinciden con altas temperaturas (30 a 40°C), baja humedad relativa (< 40%), en la etapa de fructificación en vid.

Por otro lado, los resultados obtenidos en cuanto a los promedios de CRH/brote, en comparación con los registrados para temperaturas máximas y mínimas, por encontrarse entre 28.4°C (máximas) y 19.1°C (mínimas), coinciden con lo reportado por Martínez (2007) en cuanto a *M. hirsutus*, especie para la que se asume que su tasa de desarrollo es directamente dependiente de la temperatura ambiental, con un promedio óptimo de 25°C para la eclosión de huevos, por lo que se asume que este factor es importante para determinar la duración del ciclo biológico del piojo harinoso en la entidad; en contraparte a lo anterior, al determinar el efecto de cinco temperaturas constantes (25, 29, 35, 38 y 42°C) sobre el crecimiento y reproducción de *M. hirsutus* bajo condiciones de laboratorio en cinco especies hospedantes, Patil *et al.* (2011) determinaron que la temperatura de 38°C es la más apta para la cría del insecto en la especie vegetal *Praecitrullus fistulosus* (Stocks) Pangalo var. MTNH1, lo que sugiere que con los promedios de temperatura registrados a nivel de campo en el estudio, no representaría las condiciones idóneas para el desarrollo de la plaga, además de lo sustentado por Daane *et al.* (2012) en cuanto a que las fuertes lluvias y las temperaturas frescas de menos de 20°C pueden resultar en una reducción temporal de la población de *M. hirsutus*, sobre todo en invierno y época de lluvias; por su parte, Goldasteh *et al.* (2009), sostienen que las bajas temperaturas (10, 12 y 15°C) causaron mayor mortalidad que las altas temperaturas (32, 35 y 37°C) sobre poblaciones de *P. citri* en *Solenostemon scutellarioides*.

Con respecto a los registros de precipitación pluvial durante 2009 en la entidad (Cuadro 4.6), en municipios ubicados al norte del estado como Acaponeta, Tecuala, Rosamorada y Santiago Ixcuintla (Figura 4.8), se observa que durante la época lluviosa (meses de junio a octubre) se registró un total de 136.98 mm, en comparación con la

época de sequía o de baja precipitación (meses de enero a mayo y noviembre a diciembre), donde se registró una precipitación promedio de 23 mm, por lo que al comparar la presencia del insecto con este factor climático en el periodo, se observa que el promedio de CRH/brote fue de 0.1127, mientras que en el periodo de más alta precipitación el promedio de CRH/brote se incrementó a 0.1955, que significa 1.6 veces más en el periodo de baja precipitación, situación que difiere con CABI (2010) para el pseudococcido *Paracoccus marginatus*, cuya causa de mayor mortalidad aparente para caminantes de primer estadio pueden ser las fuertes lluvias, a lo reportado por Kedar *et al.* (2012), quienes encontraron que las fuertes lluvias tuvieron mucha significancia en la reducción poblacional de las poblaciones del pojo harinoso *P. solenopsis*, lo mismo que a Daane *et al.* (2012) sobre *M. hirsutus* en vid. A diferencia de la zona norte, en cuanto a cantidad de precipitación en el periodo de menor cantidad de lluvia, en la región centro-sur (Figura 4.9) (municipios de San Blas, Tepic, Compostela y Bahía de Banderas), tan solo se registró un promedio de 16.03, lo que equivale a 6.7 mm menos que en la zona norte, y en el mismo periodo de tiempo se tuvo un promedio de 0.1824 CRH/brote, mientras que durante los meses con mayor precipitación, con un promedio mensual de 243.25 mm de precipitación, se cuantificó un promedio de 0.1466 CRH/brote, situación que coincide con la región norte del estado, y que refleja en todo el periodo un efecto no tan significativo del factor precipitación como regulador poblacional del insecto.

Cuadro 4.6 Promedios mensuales de precipitación pluvial (mm) registrados en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponita	0	0	0	0	0.40	24.40	313.30	168.4	55.00	93.40	0	33.80
Tecualt	0.40	0	340.40	1.00	1.40	83.60	222.60	86.40	99.40	96.00	0	36.00
Rosamorada	0.20	0	0	0.60	0	229.80	240.80	139.40	81.00	9.40	2.00	97.20
Santiago Ixc.	0.39	0.20	0	0	0.20	207.00	180.40	292.38	86.02	30.93	1.20	131.40
San Blas	12.80	0	0	0	3.00	160.40	304.40	158.07	137.46	58.69	0	170.48
Tepic	0	0	0	0	2.40	245.80	534.20	486.30	132.30	64.79	0	106.60
Compostela	0.60	0.20	0	0	5.00	312.40	568.40	334.36	210.79	102.50	0.20	111.20
B. Banderas	0	0	0.0	0	0	194.20	278.12	241.80	77.70	262.80	0	36.40

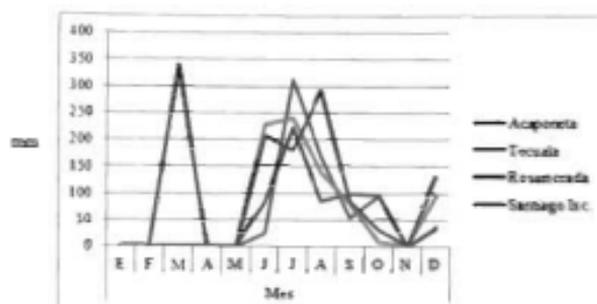


Figura 4.8 Precipitación media mensual (mm) registrada en la región norte de Nayarit. 2009.

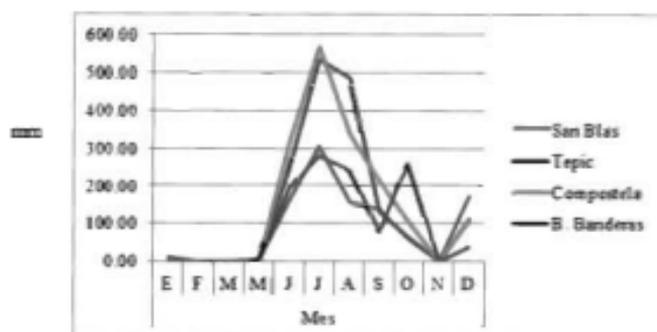


Figura 4.9 Precipitación media mensual (mm) registrada en la región centro-sur de Nayarit. 2009.

En lo que se refiere a la humedad relativa (HR) (Cuadro 4.7), los promedios mensuales registrados de este factor en la región centro sur correspondientes a los municipios de San Blas, Tepic, Compostela y Bahía de Banderas (Figura 4.11), demuestran que durante en los meses lluviosos (junio-octubre) fue de 89.43%, muy similar a lo registrado para la región norte, en los municipios de Acajoneta, Tecuala, Rosamorada y Santiago Ixcuintla (Figura 4.10), que promedió 89.55%, la media de CRH fue de 0.1466 CRH/brote, mayor que en la zona norte para el mismo periodo; por otro lado, la humedad relativa que prevaleció en la región centro sur en el periodo de baja precipitación (enero-mayo y noviembre y diciembre) descendió a 79.08%, y el promedio de CRH/brote ascendió a 0.1943 con respecto al periodo

lluvioso (0.1466 CRH/brote), y se mantuvo similar el promedio a la región norte con 0.1955 CRH/brote. Si se toma en consideración que a 85% de HR en combinación con distintos niveles de temperatura (20, 25, 30 y 35°C) las ninfas del pseudococcido *P. solenopsis* no pudieron completar su desarrollo en estado ninfal y de que las condiciones óptimas para su desarrollo son 35±1°C y 65% de HR (Kumar *et al.*, 2013), podría concluirse que con los datos registrados en ambos factores no se tendrían las condiciones óptimas de desarrollo para *M. hirsutus* en la entidad: no obstante que autores como Mani y Thontadarya (1987a) para *M. hirsutus* y Shreedharan *et al.* (1989) para *Phenacoccus citri*, sostienen que en ambas especies se tuvieron impactos negativos por este factor abiótico sus poblaciones.

Si se considera de que para que *M. hirsutus* complete su ciclo biológico se requieren en promedio entre 77 y 84% de humedad relativa (Martínez, 2007), y en virtud de que los promedios mensuales registrados en el estudio oscilaron entre 48.64% en Tepic (abril) y 94.70% en Bahía de Banderas (septiembre), se presume que durante la mayoría de meses y municipios, y dentro de la temporada no lluviosa (enero a junio y octubre a diciembre) en la entidad, se tienen las condiciones para que el insecto complete su ciclo en función a este factor, no así durante la temporada de lluvias (julio-septiembre), donde los promedios de humedad relativa son más elevados (91.25%), situación aparentemente menos favorable para la biología del insecto, que concuerda con Kedar *et al.* (2012), quienes argumentan que factores climáticos como temperatura y humedad relativa, aparentemente no tuvieron efecto significativo sobre las poblaciones de *P. solenopsis*.

Cuadro 4.7 Promedios mensuales de humedad relativa (%) registrados en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponeta	89.01	83.60	82.72	78.65	80.15	78.03	93.47	94.12	92.21	90.79	80.98	82.85
Tecuala	89.22	85.83	83.98	79.35	83.96	85.18	91.61	91.27	90.45	89.92	83.53	82.72
Rosamorada	89.17	86.51	87.19	80.69	79.32	81.15	91.02	93.68	94.05	93.42	90.85	88.47
Santiago Ixc.	86.38	83.97	82.52	78.87	77.75	81.58	90.80	90.97	88.38	89.07	82.32	87.00
San Blas	86.36	81.50	76.87	72.25	81.10	83.66	89.29	89.51	90.39	89.95	83.58	84.73
Tepic	76.67	80.92	64.78	48.64	61.58	84.85	87.78	89.13	88.46	88.99	74.90	79.82
Compostela	81.93	80.24	77.60	76.97	78.53	84.48	90.15	90.89	91.66	89.52	84.31	85.03
B. Banderas	87.85	85.81	83.49	81.17	81.93	85.96	93.32	92.89	94.70	93.41	88.13	87.74

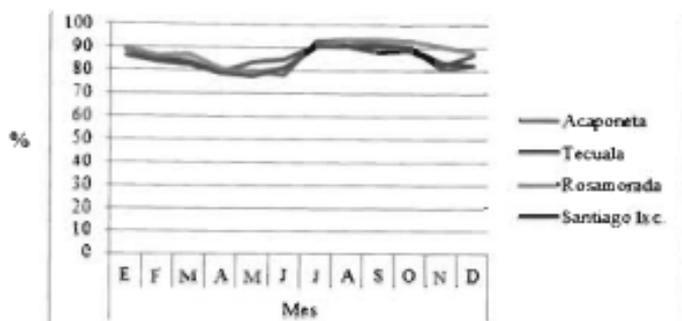


Figura 4.10 Humedad relativa mensual (%) registrada en la región norte de Nayarit, 2009.

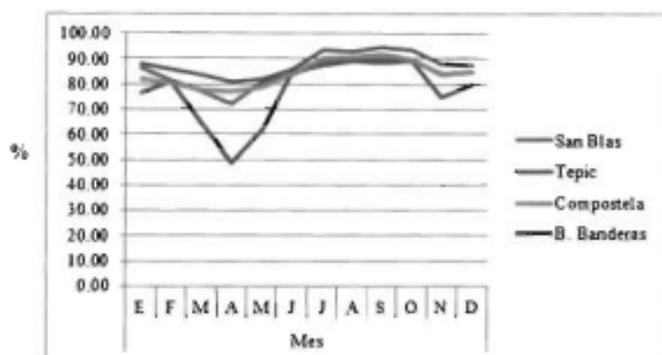


Figura 4.11 Humedad relativa mensual (%) registrada en la región centro-sur de Nayarit, 2009.

Al analizar las regiones en función a los días con lluvia aparente (DLLA), mayores o iguales a 10 mm de precipitación por día (Cuadro 4.8), se observa que solo en el municipio de Tecuala se registraron cuatro días de DLLA en los meses de enero a mayo (Figura 4.12) y el promedio de CRH/brote fue de 0.4095; sin embargo, el municipio aledaño de Acaponeta registra el más alto nivel de CRH de todo el año y de las dos regiones con 0.812 CRH/brote.

En contraste, en la misma figura se observa que durante el mes de noviembre dentro de la región norte no se registró ningún día con lluvia aparente y en diciembre, con un

acumulado de 10 DLLA distribuidos en la zona, el promedio de insectos fue de 0.1102 CRH/brote, caso similar a cuando no hubo registros de DLLA. Para ambos meses (noviembre y diciembre) el promedio de CRH/brote fue de 0.1792, menor que cuando se registraron 4 DLLA al inicio del año.

Para la misma zona norte en los meses de junio a octubre que representa el periodo de alta precipitación se presentaron 82 DLLA y el promedio de insectos fue de 0.1136 CRH/brote, en temporal de altas precipitaciones disminuyen las densidades de población debido a la comparación de información mostrada por los mismos periodos de bajas precipitaciones (enero a mayo) en la misma región que fue 3.6 veces menor y también menor al periodo noviembre diciembre con 1.5 veces.

Cuadro 4.8 Días con lluvia aparente (≥ 10 mm) mensuales registrados en Nayarit, 2009.

Municipio	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acaponeta	0	0	0	0	0	2	7	5	2	2	0	1
Tecuala	0	0	4	0	0	5	7	1	4	3	0	2
Rosamorada	0	0	0	0	0	6	10	5	3	0	0	3
Santiago Inc.	0	0	0	0	0	5	5	8	2	0	0	4
San Blas	0	0	0	0	0	3	5	6	4	2	0	4
Tepic	0	0	0	0	0	5	6	8	3	2	0	1
Compostela	0	0	0	0	0	5	8	11	6	1	0	2
B. Banderas	0	0	0	0	0	3	6	6	3	5	0	2
Total	0	0	4	0	0	34	54	50	27	15	0	19

Para la región centro-sur no se presentaron DLLA en los meses de enero a mayo (Figura 4.13), y los promedios de población de CRH oscilaron entre 0.060 y 0.547 CRH/brote, con un promedio de 0.1934 CRH/brote, situación similar en promedio a lo registrado para la zona norte durante los meses de noviembre y diciembre (0.1792 CRH/brote) y 2.11 veces que el mismo periodo con respecto a la zona norte, situación que supondría que a menor número de DLLA, menor promedio de CRH/brote. Para los meses de noviembre a diciembre se registraron 9 DLLA, y la población del insecto promedió 0.1552 CRH/brote, similar al periodo de enero-mayo para la misma región centro-sur. El periodo lluvioso para la región sur registró 98 DLLA, que representa 16 días más que para la región norte en el mismo periodo; sin embargo, el promedio de cochinillas fue de 0.1466 CRH/brote, lo que representa que a mayor

número de DLLA, el promedio de CRH/brote se ve afectado en dos regiones diferentes en el mismo periodo de tiempo.

En concordancia con lo anterior, autores como James y Fofanah (1992), Singh y Kumar (2012), y Daane *et al.* (2012) observaron una correlación negativa con lluvia y humedad relativa en las poblaciones de *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero sobre yuca, en *P. solenopsis* sobre algodón, y en *M. hirsutus* sobre vid, respectivamente.

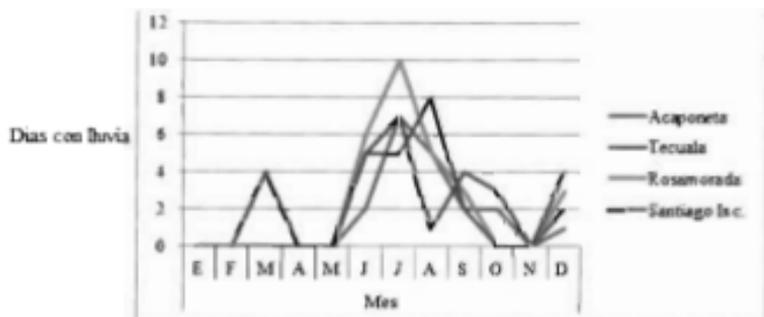


Figura 4.12 Días con lluvia aparente (≥ 10 mm) registrados en la región norte de Nayarit, 2009.

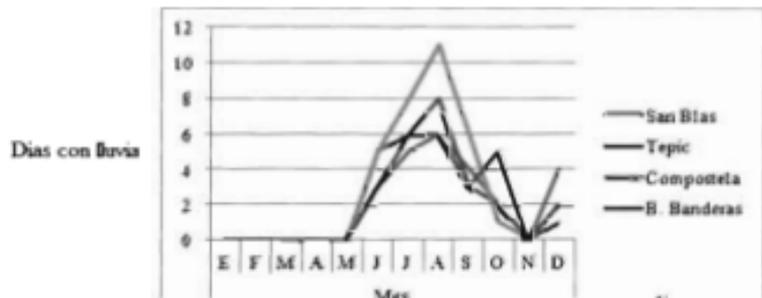


Figura 4.13 Días con lluvia aparente (≥ 10 mm) registrados en la región centro-sur de Nayarit, 2009.

4.5 CONCLUSIONES

- ✓ El análisis de la información sobre la dinámica espacio temporal de la cochinilla rosada del hibisco en Nayarit permite identificar a los diversos factores de riesgo y aquellas áreas con potencial para su dispersión, además de ofrecer elementos que permitan implementar estrategias y acciones tendientes a mitigar los efectos negativos del insecto en la producción y movilización de los productos vegetales registrados como hospedantes de la plaga en la entidad.
- ✓ El insecto plaga estuvo presente durante todo el año en los ocho municipios muestreados. De los 15,069 puntos o sitios de muestreo permanente la CRH estuvo presente en 4,818 de ellos (31.97%), con dominancias relativas en Tecuala (492 puntos: 37.7%), Acaponeta (556 puntos: 36%) y Bahía de Banderas (557 puntos: 35%), con menor incidencia en Tepic (85 puntos: 16.8%), San Blas (291 puntos: 20.4%) y Rosamorada (753 puntos: 31.9%). A nivel mensual, las mayores incidencias globales se registraron a inicios del año: marzo (310), enero (216) y febrero (211), correspondientes al 45.38, 42.51 y 35.70% de puntos infestados, respectivamente, mientras que las menores incidencias correspondieron a mayo (367), diciembre (303), y junio (451), equivalentes al 27.95, 28.39 y 30.24% de puntos con infestación, respectivamente.
- ✓ Los mayores valores porcentuales de puntos con presencia de CRH correspondieron a Acaponeta, Bahía de Banderas y Tecuala, con el 41.96, 37.21 y 37.18%, respectivamente, y los menores a Tepic, San Blas y Compostela, con el 17.42, 24.80 y 31.63%, respectivamente. A nivel mensual, la frecuencia de puntos con mayores valores de afectación entre los municipios reflejó que enero tuvo el mayor número de casos con cuatro municipios (Acaponeta, Santiago Ixcuintla, San Blas y Tepic) y marzo con dos casos (Tecuala y Rosamorada), mientras que los menores casos de puntos con presencia de CRH se registraron en diciembre con tres casos (Rosamorada, Santiago Ixcuintla y San Blas), seguido por septiembre por dos casos (Acaponeta y Tepic); de igual forma, los promedios porcentuales de puntos más elevados se registraron en Acaponeta en enero (81.85%), seguido por Rosamorada en marzo (70.08%) y San Blas en enero (60.71%), respectivamente, y los más bajos en Tepic en septiembre (9.09%), San Blas en diciembre (16.67%) y Bahía de Banderas en

abril (18.85%), respectivamente. En cuanto al número promedio de CRH/brote, los resultados obtenidos son ubicados en un nivel de infestación catalogado como de baja incidencia.

- ✓ La incidencia estacional de la CRH reflejó que las poblaciones del insecto se observaron mes a mes durante todo el año, con el mayor pico poblacional en enero (0.323 CRH/brote) y el más bajo en septiembre y octubre (ambos con 0.1222 CRH/brote). A nivel municipal los mayores promedios de infestación mensual correspondieron a Compostela y Bahía de Banderas (0.2157 y 0.2097 CRH/brote, respectivamente) y los menores a San Blas y Rosamorada (0.1066 y 0.1261 CRH/brote, respectivamente). Con los promedios mensuales de infestación, distribución y fluctuación poblacional por municipio, es posible diseñar programas, estrategias y líneas de acción en el manejo de CRH, sustentados en las condiciones climáticas regionales prevaletentes, en el potencial de invasión de la plaga y en la eficacia de las estrategias de manejo integrado de plagas a implementar.
- ✓ De los ocho municipios muestreados la temperatura máxima osciló entre 26.9 a 29.3°C y la mínima entre los 13.1 y 24.4°C, lo que representa el grado de adaptabilidad a los diferenciales de temperatura de la plaga, además los extremos de temperatura no manifiestan efecto sobre la sobrevivencia y dispersión de CRH. La comparación de promedios de CRH/brote a nivel mensual y municipal en función de los promedios de temperaturas demostró que si se considera que a nivel mensual las mayores incidencias poblacionales correspondieron a enero (0.323 CRH/brote), febrero (0.271 CRH/brote) y marzo (0.175 CRH/brote), y las menores a septiembre y octubre (0.122 CRH/brote) y diciembre (0.129 CRH/brote), mientras que a nivel municipal los mayores promedios del insecto se obtuvieron en Compostela (0.215 CRH/brote), Bahía de Banderas (0.209 CRH/brote) y Acaponeta (0.208 CRH/brote), y los menores en San Blas (0.106 CRH/brote), Rosamorada (0.126 CRH/brote) y Santiago Ixcuintla (0.133 CRH/brote), por lo que se deduce que no existe una influencia tan importante de la temperatura máxima como factor de regulación poblacional en la entidad, toda vez que los mayores promedios de este factor se registraron en febrero (28.73°C), septiembre (28.73°C) y marzo (28.68°C), y las menores en diciembre (27.70°C), noviembre (28.51°C) y junio y octubre (28.35°C).

- ✓ En cuanto a la precipitación pluvial (PP) como factor de regulación de CRH, se refleja que en municipios del norte del estado (Acaponeta, Tecuala, Rosamorada y Santiago Ixcuintla), durante la época lluviosa (junio-octubre) se registró un total de 136.98 mm, en comparación con la época de sequía o de baja precipitación (enero- mayo y noviembre-diciembre), donde se registró una PP promedio de 23 mm, por lo que al comparar la presencia del insecto con este factor climático en el periodo, se observa que el promedio de CRH/brote fue de 0.112, mientras que en el periodo de más alta precipitación el promedio de CRH/brote se incrementó a 0.195, que significa 1.6 veces más en el periodo de baja PP. A diferencia de la zona norte, en cuanto a cantidad de PP en el periodo de menor cantidad de lluvia, en la región centro-sur, tan solo se registró un promedio de 16.03 mm, lo que equivale a 6.7 mm menos que en la zona norte, y en el mismo periodo de tiempo se tuvo un promedio de 0.182 CRH/brote, mientras que durante los meses con mayor precipitación, con un promedio mensual de 243.25 mm de PP, se cuantificó un promedio de 0.146 CRH/brote, situación que coincide con la región norte del estado, y que refleja en todo el periodo un efecto no tan significativo del factor PP como regulador poblacional del insecto.
- ✓ Con respecto al factor humedad relativa (HR), los promedios mensuales registrados en la región centro-sur durante en la época de lluvias fue de 89.43%, muy similar a lo registrado para la región norte, que promedió 89.55%, la media de CRH fue de 0.146 CRH/brote, mayor que en la zona norte para el mismo periodo; de igual manera, la HR que prevaleció en la región centro-sur en el periodo de baja descendió a 79.08%, y el promedio de CRH/brote ascendió a 0.194 con respecto al periodo lluvioso (0.146 CRH/brote), y se mantuvo similar el promedio a la región norte (0.195 CRH/brote). Si se considera de que para que *M. hirsutus* complete su ciclo biológico se requieren en promedio entre 77 y 84% de HR, y en virtud de que los promedios mensuales registrados en el estudio oscilaron entre 48.64% en Tepic (abril) y 94.70% en Bahía de Banderas (septiembre), se presume que durante la mayoría de meses y municipios, y dentro de la temporada no lluviosa en la entidad, se tienen las condiciones para que el insecto complete su ciclo en función a este factor, no así durante la temporada de lluvias, donde los promedios de HR son más elevados (91.25%).

- ✓ Al analizar las regiones en función a los días con lluvia aparente (DLLA), se observa que solo en el municipio de Tecuala se registraron cuatro DLLA en los meses de enero-mayo y el promedio de CRH/brote fue de 0.409; sin embargo, en el municipio vecino (Acaponeta) se registró nivel más alto de CRH en el año y de las dos regiones (0.812 CRH/brote); en contraste, se observó que durante el mes de noviembre dentro de la región norte no se registró ningún DLLA y en diciembre, con un acumulado de 10 DLLA distribuidos en la zona, el promedio de insectos fue de 0.110 CRH/brote, caso similar a cuando no hubo registros de DLLA. Para la misma zona norte en los meses de junio-octubre se presentaron 82 DLLA, con un promedio de 0.113 CRH/brote, en temporal de altas precipitaciones disminuyen las densidades de población debido a la comparación de información mostrada por los mismos periodos de bajas precipitaciones en la misma región que fue 3.6 veces menor y también menor al periodo noviembre diciembre con 1.5 veces. Para la región centro-sur no se presentaron DLLA en los meses de enero-mayo, y los promedios de infestación oscilaron entre 0.060 y 0.547 CRH/brote, con un promedio de 0.193 CRH/brote, situación similar en promedio a lo registrado para la zona norte durante noviembre y diciembre (0.179 CRH/brote) y 2.11 veces que el mismo periodo con respecto a la zona norte, situación que supondría que a menor número de DLLA, menor promedio de CRH/brote. Para los meses de noviembre a diciembre se registraron 9 DLLA, y la población del insecto promedió 0.155 CRH/brote, similar al periodo de enero-mayo para la misma región centro-sur. El periodo lluvioso para la región sur registró 98 DLLA, que representa 16 días más que para la región norte en el mismo periodo; sin embargo, el promedio de cochinillas fue de 0.146 CRH/brote, lo que representa que a mayor número de DLLA, el promedio de CRH/brote se ve afectado en dos regiones diferentes en el mismo periodo de tiempo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES GENERALES

El conocimiento del comportamiento de la CRH, como lo expresa el presente estudio permiten estar en condiciones de estimar el desarrollo y las proporciones de incremento poblacional de esta plaga sobre una amplia gama de factores ambientales o abióticos como temperatura, humedad relativa, días con lluvia aparente y precipitación pluvial, lo que sirve de elemento para determinar el mejor momento de control en la entidad.

Con sustento en la diversidad vegetal, la dinámica estacional de *M. hirsutus*, la distribución y abundancia, así como elementos técnicos permiten pronosticar posibles brotes, basados en las condiciones climáticas prevaletientes en las diversas regiones de la entidad, y pueden ayudar en la toma de decisiones para un programa efectivo de manejo contra la plaga.

El establecimiento de un programa manejo integrado de plagas para contrarrestar el efecto de *M. hirsutus*, integra una gran diversidad de factores técnicos y científicos que se deben estudiar con trabajos o proyectos de investigación sobre este insecto para determinar el efecto de las fluctuaciones de los factores ambientales involucrados en el desarrollo del insecto, así como la variación de daños sobre la diversidad de especies vegetales hospedantes.

Sin embargo, aunque estos resultados sean valiosos como un primer paso para el establecimiento un programa manejo integrado de plagas para contrarrestar el efecto de *M. hirsutus*, se deben seguir desarrollando trabajos o proyectos de investigación sobre este insecto para determinar el efecto de las fluctuaciones de los factores ambientales involucrados en el desarrollo del insecto, así como la variación de daños sobre la diversidad de especies vegetales hospedantes.

La CRH tiene mejor distribución y propagación en áreas marginales y urbanas que en áreas de producción (agrícolas), lo que es debido a la agricultura de traspatio, lo mismo que por la presencia de diversas especies vegetales hospedantes utilizadas con fines ornamentales, tales como *H. rosa-sinensis* (obelisco), *H. tiliaceus* (majagua), *T. catapa* (almendro), *E. cyclocarpum* (parota), *A. muricata* (guanábano), *P. dulce* (guamúchil), y *M. grandiflora* (manto de la virgen), entre otras, las cuales, al ser infestadas por la plaga, y al ser transportadas sin regulación para su movilización (en forma clandestina), representan el principal mecanismo de dispersión. Otra situación que favorece su distribución es debido a la gran densidad y diversidad de especies vegetales no cultivadas o silvestres, como en los casos

de *A. cochliacantha* (concha o huinol), *A. farnesiana* (huizache), *A. hindii* (jarretadera), *M. invisa* (sierrilla), *G. sepium* (catisca o cacahuananchi) y *B. aculeata* (rabo de iguana), entre otras, las cuales al estar infestadas no reciben ninguna perturbación o manejo debido a lo inaccesible de su acceso para el hombre, en virtud de lo accidentado en la topografía del terreno, la presencia de ríos y vegetación selvática, entre otros, lo que si en cambio, facilita su diseminación o dispersión gracias a factores como fuertes vientos y lluvias ocasionados huracanes y ciclones, presencia de una gran diversidad de aves, y a la movilidad de ganado vacuno, ovino y caprino, principalmente; por el contrario, dentro de las áreas agrícolas se tiene una menor distribución de la CRH debido a la gran presión de selección mediante el uso de plaguicidas, o bien, por la liberación periódica e inundativa de enemigos naturales del insecto plaga como *A. kamali* o *C. montrouzieri* en especies vegetales como *M. indica* (mango), *A. carambola* (carambolo), *P. guajava* (guayabo) y *A. muricata* (guanábano) entre otros, además de *E. cyclocarpum* (parota) y *T. grandis* (teca) en área forestal, además de la implementación de medidas legales o regulatorias a la movilización, al momento de ser comercializada la producción.

En cuanto a la mayor cantidad de puntos con presencia de CRH en la entidad, en orden de importancia las mayores infestaciones se observaron sobre las especies *H. rosa-sinensis* (1,907 puntos), *A. cochliacantha* (844 puntos), *H. tiliaceus* (649 puntos) y *A. muricata* (573 puntos). Estos resultados igualmente coinciden en cuanto a su distribución a nivel municipal, toda vez que la especie *H. rosa-sinensis* estuvo dentro de los ocho municipios muestreados, además de que dentro de los municipios de Acaponeta, Tecuala, Rosamorada y Compostela la plaga fue registrada en los 12 meses del año, mostrando diversos niveles de infestación y con dominancias en Santiago Ixcuintla (685 puntos: 31.6%), Acaponeta (342 puntos: 15.8%), y Tecuala (325 puntos: 15%); en cuanto a la especie *A. cochliacantha*, esta fue reportada con presencia y afectación por CRH dentro de 14 municipios, con dominancias en los municipios de Compostela (226 puntos: 26.8%), Bahía de Banderas (194 puntos: 23%) y Rosamorada (89 puntos: 10.5%), en los que estuvo presente durante 12, 11 y 12 meses del año, respectivamente; la especie *H. tiliaceus* mostró presencia de CRH y con diversos niveles infestación y de afectación en 10 de los 13 municipios considerados en el muestreo, con dominancias observadas en cuanto a puntos con presencia del insecto en los municipios de Santiago Ixcuintla (233 puntos: 35.9%), Compostela (139 puntos: 21.4%) y San Blas (104

puntos: 16%), con distribución en 12, 12 y 11 meses del año, respectivamente; la especie *A. muricata* estuvo presente en 13 municipios, con dominancias en Compostela (409 puntos: 71.3%), Bahía de Banderas (40 puntos: 7%) y San Blas (30 puntos: 5.2%), en 11, 10 y 8 meses del año, respectivamente. Dentro de las cuatro especies vegetales, con base en el promedio de CRH/brote registrado en los puntos, municipios y meses del año, el nivel de infestación fue catalogado como de uno o bajo.

Los bajos índices o promedios de infestación de CRH/brote observados dentro de los municipios, sobre las diversas especies hospedantes y dentro de las semanas de muestreo en el periodo estudiado, se considera han sido debidos a las acciones programadas y realizadas oportuna y adecuadamente contra el insecto desde el momento de su reporte de presencia oficial en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit (2004), mediante la puesta en marcha del Plan Emergente de manejo del insecto, operado por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal, coordinado por el gobierno federal a través del SENASICA, con acciones de combates químico, cultural y biológico, dentro de una estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP), además de una eficiente capacitación a personal técnico y divulgación a productores y público en general, sobre la importancia de la plaga y de las acciones a desarrollar para manejar y solucionar adecuadamente el problema. Pese a que desde el momento de su aparición en la entidad el insecto logró dispersarse hacia otras zonas productoras en el municipio y al interior de otros municipios, la densidad poblacional logró reducirse gradualmente en los años subsecuentes gracias al impacto de las acciones, en particular al de los enemigos naturales importados y liberados, primero el del depredador *C. montouzieri* para disminuir las bajas poblaciones iniciales del insecto plaga, y después, del parasitoide *A. kamali* para mantener controlado y en bajos niveles poblacionales a dicha plaga, para el que fue necesario instalar y operar un centro de reproducción masiva en el estado, con capacidad para satisfacer las necesidades de insectos de la región y del país.

CAPÍTULO VII

LITERATURA CITADA

- Amarasekare, K. G.; Chong, J. H.; Epsky, N.D.; and Mannion, C. M. 2008. Effect of Temperature on the Life History of the Mealybug *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *J. Econ. Entomol.*, 101(6): 1798-1804.
- Anónima. 1995. A report submitted to the Research Review Sub-Committee Meeting In Agricultural Entomology and Nematology for 1994-95 Mahatma Phule Krishi Vidhyapeeth. Rahuri (Maharashtra). 20 p.
- Araya, G. J. 2000. La Cochinilla Rosada. Asociación Costarricense de la Orquideología (editor). 14 p. Disponible, en Línea: <http://www.ticorquideas.com/articulo1.htm>. Consulta: 24 de abril de 2010.
- Babu, T.R.; and Hazam, K.M. 1987. Studies on biology, host spectrum and seasonal population fluctuation of the mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) on grapevine. *Indian J. Hort.*, 44(3-4): 284-288.
- Barlett, B. R. 1978. Pseudococcidae. In: Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pest and Weeds: A World Review. In: Clausen, C. P. (Ed.). pp. 137-170. Agriculture Handbook No. 480. USDA, Washington, USA.
- Ben-dov, Y. 1994. A Systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae and Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. Intercept Limited, Andover, UK., 686 p.
- Berg, G. H. 1996. Análisis de riesgo por una vía respecto a *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Cochinilla Rosada). Informe Técnico. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). San Salvador, El Salvador. 32 p.
- Birch, L. C. 1957. The role of weather in determining the distribution and abundance of animals. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 22: 203-218.
- Bogran, C. E. and Ludwig, S. 2007. Pink hibiscus mealybug, a new pest in Texas. Texas Cooperative Extension. Texas A&M University System, E-454.
- Bourchier, R. S.; and Smith, S. M. 1996. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 80: 461-468.
- Brodeur, J.; Boivin, G.; Bourgeois, G.; Cloutier, C.; Doyon, J.; Grenier, P.; and Gagnon, A. 2013. Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. Disponible, en Línea: http://www.ouranos.ca/media/publication/302_RapportBrodeur2013.pdf. Consulta: 09 de noviembre de 2013.

- CABI (CABI International). 2005. Crop Protection Compendium. Global Module. United Kingdom. CD-ROOM.
- CABI (CABI International). 2010. Crop Protection Compendium. CAB International. <http://www.cabi.org/CPC/>.
- CABI (CABI International). 2011. Crop Protection Compendium, *Maconellicoccus hirsutus*. URL: <http://www.cabi.org/cpc/?compid=1&dsid=40171&loadmodule=datasheet&page=868&site=161>.
- Campbell, A.; Frazer, B. D.; Gilbert, N.; Gutierrez, A. P.; and Mackauer, M. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.*, 11: 431-438.
- Cermeli, M.; Morales-V.; Godoy, F.; Romero, R.; y Cárdenas, O. 2002. Presencia de la cochinilla rosada de la cayena *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en Venezuela. *Entomotrópica*, 17(1): 103-105.
- Chandler, L. D.; Meyerdirk, D. E.; Hart, W. G.; and Garcia, R. G. 1980. Laboratory studies of the development of the parasite *Anagyrus pseudococci* (Girault) on insectary-reared *Planococcus citri* (Risso). *Southwest. Entomol.*, 5: 99-103.
- Chavam, J. K.; and Kadam, S. S. 1989. Protease inhibitors. pp. 123-133 *In*: Salunkhe, D. K. and Kadam, S. S. (Eds.). *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization*. Vol I. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Chong, J. H. 2009. First report of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), in South Carolina. *J. Agric. Urban Entomol.*, 26(2): 87-94.
- Chong, J. H.; Roda, A. L.; and Mannion, C. M. 2008. Life History of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. *Environ. Entomol.*, 37(2): 323-332.
- Conradie, W.J. 1985. Nitrogen nutrition of the grapevine (*Vitis vinifera* spp.). PhD Thesis. University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa. 108 p.
- Copland, M. J. W.; Tingle, C. C. D.; Saynor, M.; and Panis, A. 1985. Biology of glasshouse mealybugs and their predators and parasitoids. *In*: Hussey, N.W.; and Scopes, N. (Eds.). *Biological Pest Control*. pp. 82-86. Blandford Press.
- Coto, D.; y Saunders, J. L. 2004. Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Turrialba, Costa Rica. Editorial CATIE. 400 p.
- Daane, K. M.; Almeida, P. R.; Vaughn, A. B.; Walker, T. S. J.; Botton, M.; Fallahzadeh, M.; Mani, M.; Luis Miano, J.L.; Sforza, R.; Walton, V.M.; and Zaviezo, T. 2012. Chapter 12: Biology and Management of mealybugs in Vineyard. pp. 271-307. Disponible en Línea: <http://nature.berkeley.edu/~rodrigoalmeida/Lab%20page/papers/Daane12.pdf>. Consulta: 11 de noviembre de 2013.

- Daane, K. M.; Malakar-Kuenen, R.; Guillén, M.; Bentley, W. J.; Bianchi, M.; and González, D. 2003. Abiotic and biotic refuges hamper biological control of mealybug pests in California vineyards. pp. 389-398. *In*: Van Driesch, R. (Ed.). Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. Honolulu, Hawaii, USA.
- Daane, K. M.; Simc, K. R.; Hogg, B.N.; Cooper, M. L.; Bianchi, M. L.; Rust, M.K.; and Klotz, J. H. 2006. Effects of liquid insecticide baits on Argentine ants in California's coastal vineyards. *Crop Protection*, 25: 592-603.
- Das, G. M.; Mukherjee, T. D.; and Sengupta, N. 1948. Biology of common mealy bug, *F. virgate* (Ckll.) (Coccidae) a pest of jute (*Corchorus olitorius*) in Bengal. *Proc. Zool. Soc. (Bengal)*, 1: 109-115.
- Davies, J. A.; Radcliffe, E. B.; and Ragsdale, D. W. 2006. Effects of high and fluctuating Temperatures on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 35: 1461-1468.
- Dhawan, A. K.; Kamaldeep, S. A.; and Sarika, S. 2009. Distribution of mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cotton with relation to weather factors in south-Western districts of Punjab. *J. Entomol. Res.*, 33: 59-63.
- Eades, A. 1996. The pink mealybug in the Caribbean. *In*: Regional Actions Programmed for Control of the Pink mealybug Fact Sheet (Trinidad). 4 p.
- Echegoyén, R. P.; y González-Hernández, H. 2010. Plan de Contingencia ante un brote de cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*) en un País de la Región del OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). San Salvador, El Salvador. 165 p.
- Elizalde, J. A. 2002. Análisis de Riesgo de Plagas (ARP): Análisis cualitativo, Metodologías y Aplicaciones en México. *En*: NAPPO PRA Simposio. Puerto Vallarta, México. 37 p.
- Ezzat, Y. M. 1958. *Maconellicoccus hirsutus* (Green), a new genus, with redescription of the Species (Homoptera: Pseudococcidae-Coccoidea). *Bull. Soc. Entomol. Egypte*, 42: 377-383.
- Francis-Ellis, D. 1995. Paper on background and status of mealybug *Maconellicoccus hirsutus* in Grenada. Ministry of Agriculture. Granada, 7 p.
- García-Álvarez, N. R.; Urias-López, M. A.; Hernández-Fuentes, L. M.; Osuna-García, J. A.; Medina-Torres, R.; y González-Carrillo, J. 2013. Distribución temporal y potencial reproductivo de la cochinilla rosada del hibisco (Hemiptera: Pseudococcidae) en Nayarit, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(1): 5-16.
- García-Valente, F. 2008. Control biológico de la cochinilla rosada del Hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* Green, en México. Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 142 p.

- Garland, J. A. 1998. Pest Risk Assessment of the pink mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), with particular reference to Canadian greenhouses. PRA 96-21. Canadian Foot Inspection Agency, Ottawa, Ca.
- Ghose, S. K. 1972. Biology of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae: Hemiptera). Indian Agric. Vol. 16, No. 4: 323-332.
- Goldasteh, S.; Talebi, A. A.; Fathipour, Y.; Ostovan, H.; Zamani, A.; and Shoushtari, R.V. 2009. Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae) on coleus [*Solenastemon scutellarioides* (L.) Codd.]. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 61(2): 329-336.
- González-Hernández, H. 2011. Ficha Técnica *Maconellicoccus hirsutus* (Green) Cochinilla Rosada del Hibisco (CRH). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SAGARPA, SENASICA, SINAPEF). México, D.F. 32 p. Disponible, en Línea: <http://www.cesaveson.com/fckeditor/editor/filemanager/connectors/objects/User-Files/file/>. Consulta: 14 de septiembre de 2011.
- González-Hernández, H. 2013. Ficha Técnica Cochinilla Rosada del Hibisco *Maconellicoccus hirsutus*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección General de Sanidad Vegetal (SAGARPA-SENASICA-DGSV). México, D.F. 24 p.
- Goolsby, J. A.; Kirk, A. A.; and Meyerdirk, D. E. 2002. Seasonal abundance and natural enemies of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Australia. Fla. Entomol., 85: 494-498.
- Goyoaga, J. C. 2005. Estudio de factores no nutritivos en *Vicia faba* L. Influencia sobre su valor nutritivo, Tesis Doctor en Ciencias, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. 254 p.
- Granara de Willick, M. C.; y Claps, L. E. 2003. Cochinillas (Hemiptera: Coccoidea) presentes en plantas ornamentales en la Argentina. Neotropical Entomology, 32(4): 625-637.
- Gullan, P. J. 2000. Identification of the immature instars of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) found on citrus in Australia. Australian Journal of Entomology, 39: 160-166.
- Hameed, A.; Asif-Aziz, M.; and Aheer, M. 2012. Impact of Ecological Conditions on Biology of Cotton Mealy Bug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Laboratory. Pakistan J. Zool., 44(3): 685-690.
- Hanchinal, S. G.; Patil, B. V.; Basavagoud, K.; Nagangoud, A.; Biradar, D. P. and Janagoudar, B. S. 2011. Incidence of invasive mealybug (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley) on cotton. Karnataka J. Agric. Sci., 24(2): 143-145.

- Hodges, G. S. 2005. PHM Male identification, quick and dirty mounts 4/15/04. FDACS-DPI. *In: Materials Developed for the Pink Hibiscus Mealybug Workshop*. University of Florida 23-24 of June. USDA-APHIS-NPB-NPDN-IPM. USA. 5 p.
- Hodges, G. S.; and Hodges, A. 2005. Pink Hibiscus Mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. Training Manual, National plant diagnostic Network. USDA-APHIS National IPM, University of Florida. 132 p.
- Hoy, M. A.; Hamon, A.; and Nguyen, R. 2002. Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). University of Florida, Institute Food Agric. Sci. (IFAS) Dept. Entomol. Nematol. Extensión, EENY-029. 6 p. Disponible, en Línea: <http://edis.ifas.ufl.edu/in156>. Consulta: 10 de septiembre de 2010.
- Huffaker, C.; Berryman, A.; and Turchin, P. 1999. Dynamics and regulation of insect populations, pp. 269-305. *In: Huffaker C. B. and Gutiérrez, A. P. (Eds.), Ecological entomology*, 2nd ed. Wiley, New York.
- ICA. 2010. Situación actual de la Cochinilla Rosada del Hibisco Pink Hibiscus Mealybug (*Maconellicoccus hirsutus* Green) (Homóptera: Coccoidea: Pseudococcidae) en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Boletín Epidemiológico. 10 p.
- IICA. 1998. Cochinilla Rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green). La Emergencia, Reproducción y Propagación de la Cochinilla Rosada en Las Américas. San José, Costa Rica. 32 p. Disponible, en Línea: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8395E.PDF>. Consulta: 16 de septiembre de 2013.
- INEGI. 2010. Unidades de Producción y su superficie por Entidad Federativa. Anuario de estadísticas por Entidad Federativa. Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI).
- INIFAP. Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Disponible, en Línea: <http://www.climanayarit.gob.mx/>. Consulta: 10 de diciembre de 2010.
- Isordia-Aquino, N.; Robles-Bermúdez, A.; González-Hernández H.; García-Martínez, O.; Luna-Esquivel, G.; Gómez-Aguilar, J.R.; Álvarez-Bravo, A.; y Santillán-Ortega, C. 2011. Especies ornamentales asociadas a Cochinilla Rosada del Hibisco (Hemiptera: Pseudococcidae) en Nayarit. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Publicación especial, 3: 483-493.
- Isordia-Aquino, N.; Robles-Bermúdez, A.; García-Martínez, O.; Lomeli-Flores, J.R.; Flores-Canales, R.; Gómez-Aguilar, J. R.; y Espino-Alvarez, R. 2012. Especies Forestales y Arbustivas asociadas a *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en el norte de Nayarit, México. Acta Zoológica Mexicana, 28(2): 414-426.

- James, B. B.; and Fofanah, M. 1992. Population growth pattern for *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr. on cassava in Sierra Leone. *Tropical Pest Manage*, 38(1): 89-92.
- Jara, V.; Meza, F. J.; Zaviezo, T.; and Chorbadjian, R. 2012. Climate change impacts on Invasive potential of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in Chile. *Climatic change*, 117(1-2):305-317.
- Juani, O. 2001. Estudio sobre el estado actual de Especies Exóticas. Biblioteca digital andina: Comunidad Andina- Banco Interamericano de Desarrollo. Caracas, Venezuela. 214 p.
- Kairo, M. 1998. Dossier on *Anagyrus kamali* Moursi, an exotic natural enemy for biological control of the hibiscus mealybug in the Caribbean. International Institute of Biological Control. Trinidad. 23 p.
- Kairo, M. T. K.; Pollard, G. V.; Peterkin, D. D.; and López, V. F. 2000. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 241-254.
- Katke, M. 2008. Seasonal incidence, Biology and Management of grape mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera: Pseudococcidae). Thesis MSc, Dharwad University of Agricultural Sciences. Dharwad, estado de Karnataka, India.
- Kedar, S. C.; Saini, R. K.; and Ram, P. 2012. Survival of *Solenopsis* mealybug, *Phenacoccus Solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton in relation to abiotic and biotic factors. *J. Ent. Res.*, 36(4): 315-319.
- Keena, M. A. 2006. Effects of temperature on *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) adult survival, reproduction, and egg hatch. *Environ. Entomol.*, 35: 912-921.
- Koli, H. R. 2003. Seasonal incidence and management of grape mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). M.Sc. (Agri.) Thesis, Mahatma Phule Krishi Vidhyapeeth, Rahuri, Maharashtra (India).
- Kumar, S.; Sidhu, J. K.; Hamm, J. C.; Kular, J. S.; and Mahal, M. S. 2013. Effects of Temperature and Relative humidity on the life table of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. *Florida Entomologist*, 96(1): 19-28.
- Lindquist, R. 1996. Mealybugs. In: flori.ag.ohio.state.edu. 4 p.
- Lot, A.; y Chiang, F. 1986. Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. 12 p.
- Maden, K. 2004. Plant Collection and Herbarium Techniques. *Our Nature*, 2: 53-57.
- Mafi, S. A.; and Radjabi, G. R. 1997. The identification of mealybugs (Pseudococcidae) in Mazandaran province (Iran). M. Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, 112 p.

- Malleshaiah, Rajagopal, B. K.; and Gowda, K. N. M. 2000. Biology of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Crop Res.*, 20(1): 130-133.
- Mani, M. 1986. Distribution, bioecology and management of grape mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) with special reference to its natural enemies. Ph. D. Thesis, Univ. Agric. Sci., Bangalore (India).
- Mani, M. 1989. A review of the pink mealybug – *Maconellicoccus hirsutus* (Green). *Insect Science and its Application* 10(2): 157-167.
- Mani, M.; and Thontadarya, T. S. 1987a. Record of mealybug species on grapevine in Karnataka. *Curr. Sci.*, 56: 1192.
- Mani, M.; and Thontadarya, T. S. 1987b. Population dynamics of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) and its natural enemies in the grapevine ecosystem. *J. Biol. Control*, 2: 93-97.
- Marcano, B. R. 2002. Estudio preliminar sobre la distribución de la Cochinilla Rosada, *Maconellicoccus hirsutus*, en el estado de Aragua. Papeles de Fundacite Aragua. 16 p. Disponible, en Línea: Marcano 02 CRH Venezuela.pdf. Consulta: 20 de enero de 2010.
- Marcano, B. R.; Nienstaedt, B.; Longa, S.; y Malpica, T. 2006. Efecto de la Temperatura sobre el tiempo de desarrollo, fecundidad y fertilidad de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green), (Hemiptera: Pseudococcidae). *Entomotrópica*, 21(1): 19-22.
- Marco, V. 2001. Modelación de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo integrado de Plagas mediante el método de gradodías. *Aracnet (Bol. S.E.A.)*, 7(28): 147-150.
- Martínez, M. A. 2007. La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), un peligro potencial para la agricultura cubana. *Protección Vegetal*, 22(3): 166-182.
- Martínez, M. A.; Blanco, E.; y Suris, M. 2008. Fauna de chinches harinosos (Hemiptera: Pseudococcidae) asociadas a plantas de interés: IV Plantas Ornamentales. *Rev. Protección Vegetal*, 23(1): 48-53.
- Matthew, V. J. 2009. Ecological and behavioral factors associated with monitoring and managing pink Hibiscus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) in the southern US. Thesis Doctor in Philosophy (Ph.D). Virginia Polytechnic Institute and Virginia State University. 146 p.
- Meyerdirk, D. E.; Warkentin, R.; Attavian, B.; Gersabeck, E.; Francis, A.; Adams, M.; and Francis, G. 2003. Manual del proyecto para el control biológico de la cochinilla rosada del hibisco. Traducción al español por el IICA en acuerdo con el USDA, USDA-IICA. San José, Costa Rica. 194 p.

- Michaud, J.P. 2002. Three targets of Classical biological control in the Caribbean: Success, contribution, and failure. In: Van Driesche, R. (ed.). 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. USDA-Forest Service. Honolulu, Hawaii, USA. pp. 335-342.
- Miller, D.R. 1999. Identification of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Pseudococcidae). *Insecta Mundi*, 13: 189-213.
- Mironidis, G. K.; and Savopoulou-Soultani, M. 2008. Development, Survivorship, and Reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under constant and alternating temperatures. *Environmental Entomology*, 37: 16-28.
- Mizzel, R. F.; and Nebeker, T. E. 1978. Estimating the developmental time of the southern pine beetle *Dendroctonus frontalis* as a function of field temperatures. *Environ. Entomol.*, 7: 592-595.
- Mohammad, A. H.; Moussa, S.F.; Abo-Ghalia, A. H.; and Ahmed, S. A. 2010. Efficiency of certain insecticides on the population(s) of the pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) and their natural enemies under the field condition in Ismailia governorate. *Egypt. Acad. J. Biol. Sci.*, 2(2): 11-17.
- Murgueitio, R. E.; Rosales, M.M.; y Gómez, M. E. 1999. Agroforestería para la Producción animal sostenible. la Edición. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 67 p.
- NAPPO. 2006. North American Plant Protection Organization's (NAPPO). Phytosanitary Alert System. Disponible, en Línea: www.pestalert.org/viewNewsAlert.cfm?naid=25. Consulta: 23 de enero de 2011.
- Niebla, R. S.; Jiménez, C.R.; Castellanos, G. L.; y Suárez, P.E. 2010. Pseudococcidos en la Provincia de Cienfuegos y sus hospedantes. *Fitosanidad*, 14(1): 1-10.
- OEPP-EPPO. 2005. Organization Européenne et Méditerranéenne pour la protection des Plantes, European and Mediterranean Plant Protection Organization (OEPP-EPPO). *Maconellicoccus hirsutus*. Data sheets on quarantine pests. OEPP/EPPO. Bulletin, 35: 413-415.
- OEPP-EPPO. 2006. Organization Européenne et Méditerranéenne pour la protection des Plantes, European and Mediterranean Plant Protection Organization (OEPP-EPPO). Diagnostics *Maconellicoccus hirsutus*. OEPP/EPPO. Bulletin, 36: 167-169. Disponible, en Línea: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2338.2006.00921.x/pdf>.
- Ojeda, A. A. 2004. Cómo identificar a la cochinilla rosada (CRH). Ficha Técnica CNRPF-04/19. Centro Nacional de Referencia en Parasitología Forestal. México. 4 p.
- Otero, R. G. 1989. Utilización de medidas legales. In: Andrews, K. y Quezada, J. (Eds.). Manejo Integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Honduras, EAP/Zamorano. pp. 261-266.

- Padilla, M. R. 2000. Bioecología de la cochinilla rosada y su riesgo de ingreso en Honduras. Manejo Integrado de Plagas, 57: 10-22.
- Patil, S.V., Patil, C.D.; Salunkhe, R.B.; Maheshwari, V.L.; and Salunkhe, B.K. 2011. Studies on life cycle of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), on different hosts at different constant temperatures. Crop Protection, 30(12): 1553-1556.
- Ramchandra Rao. 1926. The pollu disease of pepper. J. Madras Agric. Univ., 1: 6.
- Rawat, R. R. and Modi, B. N. 1969. Record of some predaceous beetle of coccids, aphids and mite pests from Madhya Pradesh. Indian J. Agric. Sci., 39(11): 1057-1060.
- Reed, C. 2009. Import risk analysis: table grapes (*Vitis vinifera*) from China. ISBN 978-0-478-35725-7, PP 81-90.
- Reddy, G.V.P.; Muniappan, R.; Cruz, Z.T.; Naz, F.; Bamba, J. P.; and Tenorio, J. 2009. Present status of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Mariana Islands and its Control by two fortuitously introduced natural enemies. J. Econ. Entomol., 102(4): 1431-1439.
- Rivas, F. E.; Díaz, P. Y.; Borruel, A. G.; y Perovan, G. J. L. 2009. Notas: Principios y Componentes de un Sistema de Vigilancia Fitosanitaria. En: Temas de Ciencia y Tecnología, 13(38): 39-48. Disponible, en Línea: 2NOTAS 38-3.pdf-Adobe Reader. Consulta: 15 de abril de 2011.
- Roltsch, W. J.; Meyerdirk, D.E.; and Warkentin, R. 2000. Pink hibiscus mealybug biological control in Imperial Valley. pp.14-18. In: Woods, D. M. (Ed.). Biological Control Program. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, California, USA.
- Roltsch, W. J., Meyerdirk, D.E.; Warkentin, R.; Andress,E.R.; and Carrera, K. 2006. Classical biological control of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in southern California. Biological Control, 37: 155-166.
- SAGARPA. 2007. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Acuerdo por el que se instrumenta el Dispositivo Nacional de Emergencia en los términos del Artículo 46 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, con el objeto de controlar y mitigar el riesgo de dispersión de la cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*) en México. Diario Oficial de la Federación (DOF). Primera Sección. pp. 72-80.
- SAGARPA-SENASICA-DGSV. 2008. Apéndice Técnico-Operativo de la Campaña contra cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección General de Sanidad Vegetal (SAGARPA, SENASICA, DGSV). Clave: MP-DPF-CRH, Versión 1. México, D.F. 36 p.

- SAGARPA-SENASICA-SINADEF. 2011. Reporte Epidemiológico No.2. Cochinilla Rosada del Hibisco. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SAGARPA-SENASICA-SINADEF). 15 p.
- SAGARPA-SENASICA-SINADEF. 2012. Climatología Fitosanitaria. Boletín Climático Fitosanitario No. 23. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SAGARPA-SENASICA-SINADEF). Disponible, en Línea: http://portal.sinavef.gob.mx/documentos/BoletinClimatico/BOLETIN_0712.pdf. Consulta: 13 de diciembre de 2013.
- Sagarra, L. A. ; and Peterkin, D.D. 1999. Invasion of the Caribbean by the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae). *Phytoprotection*, 80: 103-113.
- Sagarra, L. A.; Peterkin, D.D.; Vincent, C.; and Stewart, R.K. 2000. Immune response of the Hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), to oviposition of the parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae). *Journal of Insect Physiology*, 46: 647-653.
- Sagarra, L. A.; Vincent, C.; Peters, N. F.; and Stewart, R.K. 2000b. Effect of host density, temperature, and photoperiod on the fitness of *Anagyrus kamali*, a parasitoid of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96: 141-147.
- Sahoo, A. K.; Ghoosh, A.B.; Mandal, S.K.; and Maiti, D.K. 1999. Study on the Biology of the mealybug, *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae). *J. Interacademia*, 3(1): 41-48.
- Samuthiravelu, P.; Ravikumar, J.; S. M. H. Qadri. S.M.H; Hemanthkumar, L.; and Jayaraj, S. 2010. Influence of abiotic factors on population dynamics of leaf webber *Diaphania pulverulentalis* and its natural enemies in mulberry. *Journal of Biopesticides*, 3(1 Special Issue) 037 - 042 (2010)
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 5121 p.
- ScaleNet. 2011. Catalogue Query Results. *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Disponible, en Línea: <http://www.sel.harc.usda.gov/catalogs/pseudoco/Maconellicoccushirsutus.htm>. Consulta: 03 de marzo de 2012.
- SENASICA. 2013. Cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Disponible, en línea: <http://www.senasica.gob.mx/?id=4180>. Consulta: 12 de diciembre de 2013.

- Serrano, M. S.; Lapointe, S.L.; and Meyerdirk, D. E. 2001. Attraction of males by virgin females of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Environmental Entomology*, 30(2): 339-345.
- Serrano, M.S. and Lapointe, S.L. 2002. Evaluation of host plants and a meridic diet for rearing *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and its parasitoid *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Florida Entomologist*, 85(3):417-425.
- Shreedharan, S.; Secmanthini, R.; and Thunburaj, S. 1989. Association of weather factors with the population dynamics of green bug and mealybug in mandarin orange in Shevroy hills of Tamil Nadu. *South Indian Hort.*, 37(5): 267-269.
- Shrewsbury, P.M.; Bejleri, K.; and Lea-Cox, J.D. 2006. Integrating cultural management practices and biological control to suppress citrus mealybug. *Int. Soc. Hort. Sci.*, 60 p.
- SIAP. 1999. Cierre de producción agrícola por estado. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP). Disponible, en Línea: <http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com-wrapper&view=wrapper&Itemid=351>. Consulta: 15 de noviembre de 2013.
- SINAVEF. 2011a. Reporte Epidemiológico, Cochinilla Rosada del Hibisco. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (SAGARPA, SENASICA, SINAVEF, UASLP). 15 p.
- SINAVEF. 2011b. El Cambio Climático y su influencia en las Plagas Agrícolas. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SINAVEF-SENASICA-SAGARPA). pp. 22-38.
- SINAVEF. 2013. Análisis Espacio-Temporal de Plagas. No. 005, Cochinilla Rosada del Hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SINAVEF-SENASICA-SAGARPA). 10 p. Disponible, en línea: <http://portal.sinavef.gob.mx/EpidemiologiaFitosanitariaCRH.html>.
- Singh, A.; and Kumar, D. 2012. Population dynamics, biology of *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) and its natural enemies in Vadodara, Gujarat. *Recent Research in Science and Technology*, 4(11): 22-27. Disponible, en Línea: <http://recent-science.com/>. Consulta: 03 de marzo de 2013.
- SAF (Sistema de Alerta Fitosanitaria). 2004. Detección de la cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green), en el municipio de Bahía de Banderas, estado de Nayarit, México. Noticias sobre brotes de plagas del Sistema de Alerta Fitosanitaria de la NAPPO, 8 de marzo de 2004. Disponible, en Línea: <http://www.pestalert.org/viewArchNewsStory.cmf?nid=297>. Consulta: 17 de abril de 2008.

- Sousa, L. D.; Santa Cecilia, L.; and Concalves, G.R. 1999. Occurrence of white mealy bug, *Pseudaulacapsis pentagona* in relation to peach tree phenology in Cladas, Minas, Gerais. *Revista Ceres*, 46(267): 265-269.
- Stibick, J. N. L. 1997. New pest response guidelines, pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. USDA. Marketing and Regulatory Programs, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine (USDA-APHIS-PPQ).
- Suresh, S.; and Chandra, K. P. 2008. Seasonal Incidence of economically important coccid pests in Tamil Nadu. Proceedings of the XI International Symposium on Scale Insect Studies, Tamil Nadu, India. pp. 285-291.
- Tanga, Mbi. C. 2012. Bioecology of the mango mealybug, *Rastrococcus iceryoides* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) and its associated natural enemies in Kenya and Tanzania. Ph D Thesis, University of Pretoria, South Africa. Disponible, en Línea: <http://upctd.up.ac.za/thesis/available/etd-05022013-154507/>. Consulta: 10 de noviembre de 2013.
- Tanwar, R.; Jeyakumar, P.; and Monga, D. 2007. Mealybug and their management. Technical Bulletin 19, New Delhi. 20 p.
- Triplehorn, A. C. and Johnson, F. N. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. 7th edition, Thomson brooks/cole. United States of America. 864 p.
- USDA. 1998. 1998. *M. hirsutus* (Green): simulation of potential geographical distribution using CLIMEX simulation model, Internal Document, United States Department Agriculture (USDA).
- USDA. 2001. Biological control of pink hibiscus mealybug Project Manual. United States Department Agriculture (USDA). 194 p.
- Urbina, N. 1998. La cochinilla rosada. Una plaga de extrema importancia cuarentenaria para Honduras. *Revista Agricultura, Transformación y Negocios*. CINAH (4): 14-15.
- Vargas, R. I.; Walsh, W. A.; Kanehisa, D. T.; Jang, E. B.; and Armstrong, J.W. 1997. Demography of four Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 90:162-168.
- Vázquez, L. L.; Navarro, A.; y Blanco, E. 2002. Riesgos de la Cochinilla Rosada (*Maconellicoccus hirsutus*) para Cuba. *Boletín INISAV*. La Habana, Cuba. 41 p.
- Vitullo, J.M. 2009. Ecological and behavioral factors associated with Monitoring and managing pink hibiscus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Southern U.S. PhD Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, USA. 146 p.
- Wallner, W. E. 1987. Factors affecting insect population dynamics: Differences between outbreak and non-outbreak species. *Ann. Rev. Entomol.*, 32: 317-340.

- Walton, V. M. 2003. Development of an integrated pest management system for vine mealybug, *Planococcus ficus* (Signoret), in vineyards in the western Cape Province, South Africa. PhD Thesis. University of Stellenbosch. Stellenbosch, South Africa. 96 p.
- Watson, G.; and Chandler, L. R. 2000. Identificación de las Cochinillas o Piojos harinosos de importancia en el Caribe. Commonwealth Science Council-CAB Internacional. Edición Española. 44 p.
- Williams, D. J. 1996. A brief account of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*, a pest of agriculture and horticulture, with descriptions of two related species from southern Asia. Bull. Ent. Res., 86: 617-628.
- Yocum, G.; Joplin, K.; and Denlinger, D. 1991. Expression of heat shock proteins in response to high and low temperature extremes in diapausing pharate larvae of the gypsy moth, *Lymantria dispar*. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 18: 239-249.
- Zamani, A. A.; Talebi, A. A.; Fathipour, Y.; and Baniameri, V. 2006. Effect of temperature on biology and population growth parameters of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera, Aphididae) on greenhouse cucumber. J. Appl. Entomol., 453-460.
- Ziska, L. H.; Blumenthal, D. M.; Teal, P. E.; Runion, G. B.; Hunt Jr., E. R.; and Diaz-Soltero, H. 2010. Invasive species and climate change: An agronomic perspective. Climate Change, 105: 13-42.