

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DISTRIBUCIÓN Y GRADO DE ESTABLECIMIENTO DE COCHINILLA ROSADA DEL
HIBISCO (*Maconellicoccus hirsutus* (GREEN)) EN EL ESTADO DE NAYARIT**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

PAOLA BRISEÑO FIERRO

TUTOR: DR. JOSÉ IRÁN BOJÓRQUEZ SERRANO

XALISCO, NAYARIT; JUNIO DE 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERAS
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/172/12

Xalisco, Nayarit, 21 de junio de 2012

Ing. Alfredo González Jáuregui
Director de Administración Escolar
Presente.

Con base al oficio de fecha 18 de junio de 2012, enviado por los CC. Dr. José Irán Bojórquez Serrano, Dr. Agustín Robles Bermúdez, Dra. Susana María Lorena Marcelino Flores, Dr. Fernando Flores Vichez y Dr. Oyolsi Nájera González, donde se nos indica que el trabajo de tesis titulado "Distribución y grado de establecimiento de cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus Hirsutus* (GREEN) en el estado de Nayarit". cumple con lo establecido en forma y contenido, 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 a la C. Paola Briseño Fierro, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría en el Área de Ciencias Ambientales.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

"Por lo Nuestro a lo Universitario"



Dr. J. Diego García Paredes
COORDINADOR DEL POSGRADO EN
CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

C.c.p.-Minutario.
C.c.p.-Expediente.

JDGP/inf.

Tepic, Nayarit a 18 de junio de 2012.

DR. J. DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL POSGRADO CBAP
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
P R E S E N T E.

Los suscritos C. Dr. José Irán Bojórquez Serrano, Dr. Agustín Robles Bermúdez, Dra. Susana Marcelaño Flores, Dr. Fernando Flores Vilchez y Dr. Oyolsi Nájera González, integrantes del consejo tutelar para revisar, ordenar y asesorar la tesis de Maestría en Ciencias del Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, titulada "**Distribución y grado de establecimiento de cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus Hirsutus (GREEN)*) en el estado de Nayarit**".

Que presenta ante el honorable jurado calificador la C.

PAOLA BRISEÑO FIERRO

Comparecemos para manifestar que después de revisar su presentación y contenido no existe inconveniente para continuar con los trámites legales de este proceso de obtención de grado de Maestría en el área de Ciencias Ambientales, por estar de acuerdo en los aspectos de forma y contenido.

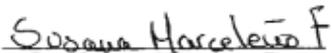
ATENTAMENTE
CONSEJO TUTELAR



Dr. José Irán Bojórquez Serrano
Director y tutor



Dr. Agustín Robles Bermúdez
Asesor



Dra. Susana Marcelaño Flores
Asesor



Dr. Fernando Flores Vilchez
Asesor



Dr. Oyolsi Nájera González
Asesor

DEDICATORIA

Hace más de 2 años que inicie esta "aventura", un camino que estuvo lleno de aprendizaje, risas, preocupaciones, buenas compañías pero sobre todo excelentes amigos.

No me alcanzarían las palabras para dar gracias a mis dos grandes pilares, mis padres, Guillermina y Miguel Ángel; a mis hermanos, Angel y Wendy, quienes le agregan ese toque especial a mi vida; a mi pequeño sobrino Oscar Tadeo por ser el sol que ilumina mis días.

GRACIAS a mi amigo Enrique Mora Aguirre por ser la persona que tuvo palabras de aliento para no darme por vencida.

A mis amigos Juanjo, Yushet, Yazmin, Alejandra e Imelda por estar ahí, apoyándome.

GRACIAS Dios por permitirme llegar a este día y agregar un logro más a mi vida.

AGRADECIMIENTO

Proyecto FOMIX Nayarit 2007/CO4/81795, Tecnología para el Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibisco (Maconellicoccus hirsutus Green) en Nayarit.

Este trabajo no sería posible sin la ayuda de mis maestros: Dr. José Irán Bojórquez, Dr. Oyolsi Nájera, Dr. Fernando Flores, Dr. Marcial y al Dr. Agustín.

Particularmente, mi agradecimiento a una persona que si antes la admiraba por su trabajo hoy por hoy puedo decir que el respeto y admiración se logran trabajando... Dra. Susana para usted, mi GRAN reconocimiento por la CALIDAD de persona y maestra que es.

ÍNDICE

INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE GRAFICAS.....	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. HIPÓTESIS.....	4
3. OBJETIVOS	4
a. Objetivo general.....	4
b. Objetivos específicos	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Cochinilla rosada (<i>Maconellicoccus Hirsutus</i> (Green))	5
4.1.1 Origen de la especie.....	5
4.1.2 Ubicación taxonómica.....	5
4.1.3 Biología de la especie.....	5
4.1.4 Distribución geográfica.....	7
4.1.5 Hospederos y daños ocasionados.....	8
4.1.6 Formas de dispersión	10
4.2 Estudios para distribución espacial y temporal de insectos	11
4.3 Los Sistemas de Información Geográfica como herramientas.....	11
4.3.1 Aplicación de los SIG en manejo de plagas.....	12
4.4 Uso de modelos predictivos de distribución de insectos.....	13
4.5 Área de estudio: Nayarit.....	15
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
6.1 Incidencia espacial y temporal de CRH.....	20
6.1.1 Distribución y nivel de incidencia de CRH en Nayarit durante 2009.....	20
6.1.2 Distribución y nivel de incidencia de CRH en Nayarit durante 2010.....	22
6.1.3 Análisis comparativo de la presencia y distribución de CRH en Nayarit, 2009-2010	25
6.2 Condiciones ambientales en que ocurrieron los diferentes niveles de infestación en el año 2009	28
6.3 Probabilidad de ocurrencia de CHR a partir del modelo de regresión logística.	32
7. CONCLUSIONES	38
8. LITERATURA CITADA.....	39
ANEXOS.....	47

LISTA DE CUADROS

1. Rangos para establecer nivel de probabilidad.....	19
2. Estaciones usadas para describir las condiciones ambientales de las infestaciones de CRH en 2009, Nayarit.....	29
3. Promedio de temperatura por regiones ecológicas y estaciones climáticas en relación con infestación alta de CRH en 2009, Nayarit.....	30
4. Promedio de temperatura por regiones ecológicas y estaciones climáticas en relación con infestación media de CRH en 2009, Nayarit.....	31
5. Promedio de temperatura por regiones ecológicas y estaciones climáticas en relación con infestación baja de CRH en 2009, Nayarit.....	32
6. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la zona norte.....	34
7. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la zona sur.....	35
8. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la zona centro.....	36
9. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la Sierra.....	36
10. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística para Nayarit.....	36

LISTA DE FIGURAS

1. Ejidos muestreados en Nayarit por la campaña contra CRH, 2009.....	20
2. Niveles de infestación de CRH en ejidos de Nayarit, 2009.....	21
3. Ejidos muestreados en Nayarit para detectar CRH, 2010.....	23
4. Niveles de infestación de CRH en ejidos de Nayarit en 2010.....	24
5. Probabilidad de ocurrencia de CRH mediante el modelo de regresión logística.....	33

LISTA DE GRÁFICAS

1. Porcentaje correspondiente al tipo de área de muestro, Nayarit 2009.....	26
2. Porcentaje correspondiente al tipo de área de muestro, Nayarit 2010.....	26
3. Comparación de los hospederos muestreados en 2009 y 2010 en Nayarit.....	27

1. INTRODUCCIÓN

La cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)) es una plaga nativa del sur de Asia o Australia (Roltsch *et al.*, 2000). Se localiza en regiones tropicales y subtropicales del mundo (Sagarra y Peterkin, 1999). Esta plaga es altamente polífaga; el impacto que provoca, radica en el daño directo que ocasiona en las plantas que parasita, y por su importancia cuarentenaria afecta las exportaciones y la movilización comercial de los productos agrícolas (Cermeli *et al.*, 2002; Zhang *et al.*, 2004). Su rango de hospederos comprende al menos 300 especies de vegetales como hortalizas, ornamentales, frutales, forestales y plantas silvestres (Padilla, 2000; Meyerdirk *et al.*, 2003).

Esta plaga es capaz de causar importantes pérdidas económicas en la agricultura, en cultivos de interés agrícola, la silvicultura, el turismo, parques y reservas naturales (IICA, 1998). En Granada, las pérdidas relacionadas con la agricultura por concepto de cultivos afectados, ascendió a más de 3.6 millones de dólares (USD), equivalentes al 7.5 % del aporte del sector agropecuario al producto interno bruto (Kairo *et al.*, 2000).

En México, se implementó un plan de contingencia contra la cochinilla rosada del hibisco (CRH) con una inversión federal de 4.4 millones USD para los años 2004-2005. Actualmente, seis estados se encuentran bajo control oficial contra la plaga con un presupuesto federal y estatal cercano a 2.5 millones USD (SIAP-SAGARPA, 2009).

CABI (2005) menciona que en Egipto, la plaga, no permitió el crecimiento de las plantas de algodón; en la India el 90% de racimos de uva fueron destruidos debido a las altas infestaciones del insecto, lo que provocó que no fueran aptos para consumo o comercialización; también las plantas ornamentales importantes para la industria turística y árboles forestales tales como *Hibiscus elatus* (majagua) y *Tectona grandis* (teca) han resultado afectadas en el Caribe y en México. En Nayarit, la presencia de la CRH en mango limitó la producción y comercialización del fruto causando importantes pérdidas a los productores (Rosas *et al.*, 2011).

CRH se encuentra distribuida en Asia, África, Oceanía, Centro América y el Caribe, Norte América, Sur América y Oceanía (EPPO, 2005; CABI, 2005). En México, se detectó por primera vez en Mexicali, Baja California en 1999 (Roltsch *et al.*, 2000). En el año 2004 en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit se registraron infestaciones en el cultivo de teca (*Tectonia grandis*) y en arbustos silvestres del género *Acacia* (SENASICA, 2010); posteriormente se dispersó hacia los municipios de Compostela, Ruiz, Santiago Ixcuintla, Tuxpan, Rosamorada, Tecuala, Acaponeta, Huajicori, San Blas, El Nayar y Tepic (SINAVEF, 2010).

Esta plaga pasa por tres estados, huevo, ninfa y adulto; con instares ninfales intermedios (Meyerdirk *et al.*, 2001) los huevos son diminutos, cilíndricos u ovalados, depositados en un "ovisaco", el cual se forma con los filamentos de cera pegajosos, elásticos y blancos, secretados por glándulas del abdomen del insecto. De los huevos emergen ninfas móviles, que se cubren de un polvillo blanco (CABI, 2005). El ciclo biológico se desarrolla entre 24-26 días en la región de origen de la plaga y se estima que en el Caribe es menor (20-24 días). Pueden tener de 10 a 15 generaciones por año, aun cuando varían las condiciones ambientales. El desarrollo es diferente para ambos sexos, con una duración mayor para las hembras, la cual puede llegar a depositar hasta 600 huevos, bajo condiciones normales pone 200-300, otros autores notifican que la hembra puede ovipositar entre 150 a 600 huevecillos en un periodo de aproximadamente una semana, eclosionan en 6 o 9 días, lo que incrementa rápidamente su población (Martínez, 2007).

M. hirsutus no posee gran movilidad por sí misma, los juveniles rastreadores y los machos pueden migrar por medio de corrientes de aire. Las hembras, los juveniles rastreadores y las ninfas son móviles y pueden caminar de hospedante a hospedante (principalmente cuando están en contacto) en el área infestada. Los machos adultos son atraídos por las hembras a través del viento y permanecen dentro del área infestada (Meyerdirk *et al.*, 2001). El primer estadio, no puede desplazarse a distancias largas, pero está adaptado para ser transportado por agua, viento y animales (incluso al hombre), especialmente cuando estos últimos rozan las plantas infestadas; también se

reporta el transporte por ninfas de otras especies de piojos harinosos (*Ferrisia virgata*) (CABI, 2005).

Marcano *et al.* (2006), determinaron que a 15°C los huevecillos no eclosionan; pero a partir de 20°C el desarrollo ascendía conforme incrementan las temperaturas a 35°C. Por otro lado, Chong *et al.* (2008) establecieron que el rango para el desarrollo de CRH está entre los 14.5°C y 35°C; con preferencia entre 25 y 27°C y con una humedad relativa de 65±2, para completar su ciclo de vida en 29 días; mientras que, Patil *et al.* (2011) concluyeron que a 38°C y una humedad relativa de 70 ± 5% el desarrollo y la supervivencia de *M. hirsutus* son más favorables.

Existen estudios dirigidos a conocer la distribución espacial y multitemporal de insectos con diferentes técnicas (Pérez *et al.*, 2010; Ferguson *et al.*, 2003; Jiménez *et al.*, 2006; Tannure y Mazza, 2004), que incluyen los sistemas de información geográfica (Vargas *et al.*, 2005), con aplicaciones en regiones de Venezuela (Vallenilla, 2005) y Colombia (ICA, 2010).

En el estado de Nayarit, se presentó por primera vez CRH en la costa sur en el año 2004 y posteriormente se extendió hacia los municipios costeros del norte. En esta región la temperatura promedio de los meses de junio a octubre oscilan entre 25 y 27 grados centígrados, con humedad relativa superior al 65% durante todo el año, lo que puede favorecer el desarrollo de CRH.

Considerando que Nayarit está ubicado dentro de la zona de alta vulnerabilidad, es decir, la costa del Pacífico, que es en donde se han observado las condiciones climáticas ambientales que permiten el desarrollo generacional del insecto, siendo además en donde se han detectado los brotes de CRH (SINAVEF, 2010) este trabajo está enfocado a estudiar la distribución espacial de CRH a escala ejidal y el grado de establecimiento de la plaga e identificar las condiciones ambientales en que ocurrieron los niveles de mayor infestación y mediante un modelo de regresión logística establecer relaciones de probabilidad en la ocurrencia de *M. hirsutus* en función de las variables ambientales.

2. HIPÓTESIS

En función de las condiciones de temperatura y de humedad del estado de Nayarit, CRH mantendrá un comportamiento creciente en su distribución, con mayor incidencia en primavera y verano. El comportamiento multianual estará con una tendencia a reducir los niveles de incidencia y a concentrarse en hospederos de las áreas urbana y marginal. La probabilidad de ocurrencia de la presencia de la plaga estará en dependencia de mayores valores de temperatura y precipitación pluvial.

3. OBJETIVOS

a. Objetivo general

1. Determinar el comportamiento espacial y temporal de CRH y su probabilidad de ocurrencia bajo las condiciones ambientales del estado de Nayarit.

b. Objetivos específicos

1. Analizar la incidencia de CRH en Nayarit durante los años 2009 y 2010.
2. Identificar las condiciones ambientales en que ocurrieron los diferentes niveles de infestación en el año 2009.
3. Pronosticar la probabilidad de ocurrencia de CHR a partir de un modelo de regresión logística.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Cochinilla rosada (*Maconellicoccus Hirsutus* (Green))

4.1.1 Origen de la especie

Cochinillas es el nombre común por el cual se conocen a más de 600,000 especies de organismos principalmente tropicales y subtropicales, que se encuentran distribuidas en cuatro familias de insectos: Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae y Margarodidae (Padilla, 2000). La familia Pseudococcidae se ha caracterizado por incluir diversos géneros que causan importantes daños económicos a gran variedad de cultivos, además por su importancia cuarentenaria y los problemas que esto acarrea a las exportaciones y comercio de productos agrícolas (Mani y Krishnamoorthy, 2001). Dentro de esta familia, sobresale la Cochinilla Rosada del Hibisco, *Maconellicoccus hirsutus*, es además de las especies de este género la única de distribución mundial (Meyerdirk *et al.* 2003).

4.1.2 Ubicación taxonómica

La especie *Maconellicoccus hirsutus* (Green) se encuentra clasificada taxonómicamente dentro del Phylum: Arthropoda, Clase: Insecta, Orden: Hemiptera, Familia: Pseudococcidae, Género: *Maconellicoccus*, Especie: *hirsutus* (Green) (Martínez, 2007).

4.1.3 Biología de la especie

En esta especie se observa un claro dimorfismo sexual entre los individuos; las hembras son ápteras, ovaladas y cuerpo blando pequeño; mientras que los machos son alados, de coloración grisácea y presentan dos filamentos caudales recubiertos de cera (Martínez, 2007). Los adultos miden de 2 a 3 mm de largo; poseen estados de huevo, ninfa y adulto; con estados intermedios (instares ninfales) (Meyerdirk *et al.*, 2001); se reproduce en forma sexual, asexual por partenogénesis y en algunas especies por ambos métodos (Martínez, 2007).

La mayor parte de cochinillas son ovíparas y se congregan en grupos para ovipositar, los huevos son diminutos, cilíndricos u ovalados, depositados en un saco afieltrado llamado "ovisaco", el cual se forma con los filamentos de cera pegajosos, elásticos y blancos, secretados por glándulas del abdomen del insecto. Estos son depositados sobre el hospedante, en algunas ocasiones visibles en grandes cantidades (Meyerdirk, 1998).

M. hirsutus produce un promedio de 178 huevos (con un máximo de 280 huevos) durante su vida (Persad y Khan, 2002), aunque también hay reportes en donde una hembra adulta de esta especie puede llegar a ovipositar hasta 600 huevecillos (aproximadamente en una semana); estos son anaranjados con pigmentación rosada (Mani, 1989) y conforme alcanzan la madurez cambian a un color rosado; eclosionan en 6 o 9 días (Ghose, 1972; Martínez, 2007); de los huevos emergen ninfas móviles, que se cubren de un polvillo blanco (CABI, 2005).

El ciclo biológico de *M. hirsutus* dura entre 25 y 30 días (DGSV, SENASICA, SAGARPA, 2008), en la región de origen es de 24 a 26 y en el Caribe es de 20-24 días (Martínez, 2007). Pueden tener de 10 a 15 generaciones por año, aún cuando varía con las condiciones ambientales (Marcano *et al.*, 2006).

Marcano *et al.* (2006) determinó que el rango de temperatura para el desarrollo de CRH es de 20 a 35°C, mientras que Chong *et al.* (2008) indica que el límite inferior para el desarrollo de CRH es de 14.5°C y el límite superior es de 35°C; con preferencia de un rango entre 25 y 27°C y con una humedad relativa (HR) de 65±2, para completar su ciclo de vida en 29 días. Mientras que Patil *et al.* (2011) realizaron estudios sobre el desarrollo de CRH con cinco temperaturas constantes (25, 29, 35, 38, 42 °C), determinaron que a 38 °C y una humedad relativa de 70 ± 5% el desarrollo y la supervivencia de *M. hirsutus* era la más favorable.

Matthew (2009), señala que existe influencia de los regímenes climáticos estacionales sobre las poblaciones de cochinilla rosada, muestran densidades bajas durante la temporada de lluvias y el invierno y alcanzan su máximo nivel durante los meses de

verano, las hembras se mantienen inactivas en las partes protegidas de las plantas o hibernado en la etapa de huevo durante las estaciones más frescas, con una correlación positiva de las máximas temperaturas sobre las poblaciones del insecto, y una correlación negativa de la humedad relativa, lo que hace suponer que la plaga puede adaptarse a un clima más fresco por la movilidad de las ninfas "caminantes", de trasladarse a lugares protegidos, y las hembras adultas por la elección de lugares protegidos a la posición de los sacos de huevos (ovisacos).

4.1.4 Distribución geográfica

M. hirsutus es nativa del sur de Asia (Kairo *et al.*, 2000), fue originalmente descrita como *Phenacoccus hirsutus* (Green, 1908) en la India, de donde se dispersó a todo el sureste asiático y parte de China.

En Australia se conoce desde 1959 (Williams, 1985) y en el hemisferio occidental es introducida en Hawai en 1983 (Beardsley, 1985); a partir de la década de los 90's llegó al área del Caribe en el continente americano (Cermeli *et al.*, 2002). Posteriormente se distribuyó en la isla caribeña de Granada en 1994 (Michaud y Evans, 2000; Roltsch *et al.*, 2000), de donde se expandió a Trinidad y Tobago, y a más de 27 islas de esa región; en América del sur se localizó en la costa de Guyana (USDA-APHIS, 1998; Etienne, 1999).

En 1997 se registró en Puerto Rico (Michaud y Evans, 2000) y en 1999 en Venezuela (Kairo *et al.*, 2000; Cermeli *et al.*, 2002), Belice (May y Zetina, 2003), México y California, EUA (Roltsch *et al.*, 2000). En junio de 2002 se reportó en Florida (SAF, 2002) y durante 2006 en Gran Caimán (Piro, 2006).

En México, se detectó por primera vez en 1999 en Mexicali, Baja California (Roltsch *et al.*, 2000), y actualmente está presente en los estados de Nayarit (2004); Jalisco (Puerto Vallarta, Cihuatlán, Tomatlán y La Huerta) (2004); Oaxaca (Chahuities y San Pedro Tapanatepec) (2006); Quintana Roo (Othon Pompello Blanco) (2006); Guerrero

(Acapulco) (2008); Chiapas (Arriaga) (2008); Sinaloa (Escuinapa) (2009) y Colima (Manzanillo) (2009) (SENASICA, 2010).

En el estado de Nayarit se detecta en el 2004 brotes de cochinilla rosada en el municipio de Bahía de Banderas (SAF, 2002), en el cultivo de teca (*Tectonia grandis*) y en arbustos silvestres del género *Acacia*, atribuyéndose el origen del brote a la introducción de productos ornamentales infestados ingresados por la zona de equipajes de turistas del aeropuerto de Puerto Vallarta, Jalisco (SENASICA, 2010).

Su distribución se presentó de la siguiente manera: en abril del 2005 en Las Varas municipio de Compostela, principalmente en el cultivo de guanábano, agostaderos y mango; en mayo del 2006 en los municipios de Ruíz, Santiago y Tuxpan, posteriormente, en los municipios de Rosamorada, Tecuala y en la región del Resbalón, municipio de Acaponeta. De la misma manera en diciembre del mismo año se detectó la plaga en la zona urbana del municipio de Huajicori (CESAVENAY, 2009); y en febrero del 2007 se expande al municipio de San Blas, y en diciembre del 2008 en los municipios de El Nayar y Tepic, uno en zona urbana y otro en área marginal en ambos municipios (SENASICA, 2010).

4.1.5 Hospederos y daños ocasionados

La cochinilla rosada, aún cuando tiene preferencia por las Malváceas, particularmente del género *Hibiscus* (de allí que también se le conozca como cochinilla rosada del hibisco o de la cayena), es un insecto polífago; ataca más de 300 géneros de plantas en 70 familias diferentes como hortalizas, ornamentales, árboles (frutales y forestales) y plantas silvestres (Padilla, 2000; Ojasti, 2001; Meyerdirk, 2001; Meyerdirk *et al.*, 2003).

Algunas de las plantas de preferencia por CRH son obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), guanábana (*Annona muricata*), teca (*Tectonia grandis*), acacia (*Acacia*) (Santiago *et al.*, 2008); En el Manual Técnico-Operativo contra la CRH en México (DGSV, SENASICA, SAGARPA, 2008) se incluyen otros hospedantes importantes como: amaranto (*Amaranthus retroflexus*), yaca (*Arthrocarpus heterophyllus*), nanche (*Byrsonima*

crassifolia), mango (*Mangifera indica*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y guayabo (*Psidium guajava*).

Yáñez (2010), durante el periodo de marzo a junio de 2009, realizó un recorrido en diversas localidades de los municipios en donde se encontraba presente la plaga, se recolectó 85 especies silvestres de plantas hospederas de CRH, destacó que casi el 50% de las especies pertenecen a la familia Leguminosae, predominó la preferencia de la plaga sobre los árboles. Del total de hospederas, 34 especies resultaron ser comunes en los municipios muestreados, en su mayoría fueron malezas y otras especies asociadas a la vegetación secundaria. De acuerdo a la incidencia de hospederas por municipio, la cochinilla rosada demuestra tendencias de dispersión sobre zonas de clima cálido subhúmedo, el mayor número de especies fueron localizadas dentro de la provincia llanura costera del pacífico además del municipio de Bahía de Banderas. Al compararse los resultados obtenidos en Nayarit con los de otros países de América, se observó que 11 especies silvestres coinciden como hospederas de la cochinilla rosada, y por lo menos tres se comparten con las encontradas en Asia y Australia. Del total de especies encontradas, 70 de ellas se registran por primera vez como hospederas de la Cochinilla Rosada del Hibisco.

Isiordia *et al.* (2011) estudiaron la diversidad de especies ornamentales susceptibles al ataque de cochinilla rosada así como también determinaron la incidencia y nivel de infestación del insecto en el estado de Nayarit; concluyen que la plaga se detectó en 2 435 sitios en niveles bajo (25.7%), medio (0.9%) y alto (0.1%); las especies vegetales identificadas con mayor incidencia fueron *Hibiscus rosa-sinensis* L. (37.4%), *H. tiliaceus arruda* (29%) y *H. mutabilis* L. (14.4%) siendo Acaponeta (59.3%), Santiago Ixcuintla (44.2%) y Rosamorada (37.5%) los municipios con mayor asociación plaga-hospedante; además encontraron que las especies *Montonoa grandiflora ex DC* y *Solandra sp.*, son por primera vez reportados como hospedantes de *M. hirsutus*, ambos en nivel bajo.

El daño que origina a las plantas que infesta es debido a que extraen la savia e inyectan saliva tóxica en las plantas, ocasionan síntomas que van desde malformaciones en flores, frutos, hojas y tallos, hasta la muerte, incluso de árboles adultos (Cermeli *et al.*, 2002, Meyerdirk *et al.*, 2000). Si infesta a frutos recién formados, éstos se degeneran y tienen un desarrollo significativamente menor en comparación con frutos sanos; cuando las infestaciones son altas, les impide alcanzar su madurez fisiológica. En frutos más desarrollados, el daño es ocasionado por la excreción de mielecilla por parte del insecto dando lugar al crecimiento de fumagina, que además de obstaculizar la fotosíntesis, evitan su comercialización (Cermeli *et al.*, 2002).

En las hojas nuevas de las plantas atacadas el crecimiento se detiene; en hojas desarrolladas, la CRH provoca arrugamiento y finalmente se secan y caen, caso similar ocurre con la inflorescencia. En los tallos, la CRH produce deformaciones en las yemas terminales y axilares, mismas que provocan acortamientos entre los nudos (Cermeli *et al.*, 2002).

4.1.6 Formas de dispersión

M. hirsutus no posee gran movilidad por sí misma, los juveniles rastreadores y los machos pueden migrar por medio de corrientes de aire. Las hembras, los juveniles rastreadores y las ninfas son móviles y pueden caminar de hospedante a hospedante (principalmente cuando están en contacto) en el área infestada. Los machos adultos son atraídos por las hembras a través del viento y permanecen dentro del área infestada (Meyerdirk *et al.* 2001)

El primer estadio, no puede desplazarse a distancias largas, pero está adaptado para ser transportado por agua, viento y animales (incluye al hombre), especialmente cuando estos últimos rozan las plantas infestadas; también se ha reportado el transporte por ninfas de otras especies de piojos harinosos (*Ferrisia virgata*) (CABI, 2005).

4.2 Estudios para distribución espacial y temporal de insectos

Existen estudios dirigidos a conocer la distribución espacial y multitemporal de algún insecto en particular, usando diferentes técnicas, tales como, el método de análisis espacial mediante índice de distancia (Sadie) (Pérez *et al.*, 2010; Ferguson *et al.*, 2003); relación entre la varianza y la media muestral (ID) y la regresión de Iwao (Jiménez *et al.*, 2006); técnicas geoestadística usando software Gslib 90 (Tannure y Mazza, 2004), así como, sistema de información geográfica (SIG) generando mapas de isolinias de daños aplican el método de interpolación de Kringing o de extensión de geoestadística del programa ArcGIS (Vargas *et al.*, 2005).

En el caso específico de cochinilla rosada la información en este tema es escasa y de manera muy general se hace referencia. Vallenilla (2005), diseñó un programa de rastreo semanal estableciendo rutas en zonas consideradas de alto riesgo de diseminación (oriente de Venezuela) y se identificaron hospederos de la plaga. Para la evaluación de focos se seleccionó un número variable de plantas y determinó los niveles de infestación. En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 2010, realizó inspecciones sobre hospederos preferenciales (georreferenciados), de la plaga y áreas representativas de cada zona, teniendo en cuenta pisos térmicos previamente definidos (ICA, 2010).

4.3 Los Sistemas de Información Geográfica como herramientas para análisis de distribución

Un sistema de información geográfica (SIG o por sus siglas en inglés GIS [Geographic Information System]) se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos (Flores, 2002).

En sus inicios los SIG fueron dirigidos a manejo de información ambiental pero con el paso del tiempo se han ido adaptando a las nuevas circunstancias tecnológicas,

surgiendo así nuevas posibilidades de manipulación y análisis de la información en otras disciplinas (cambios de uso de suelos, ordenamiento territorial, recursos naturales, evaluación de riesgos, impacto ambiental y manejo de plagas).

4.3.1 Aplicación de los SIG en manejo de plagas

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Buenos Aires, Argentina, realizó un estudio en predios (Sangrador y Aurora Celeste) de Forestal Bosques del Plata, en la zona de Corrientes, usando SIG y GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global) en el manejo integrado de hormigas cortadoras (*Acromyrmex spp.*) en plantaciones, durante el periodo de noviembre 2001 a junio 2002; se realizó un censo de hormigueros y cada uno de estos se georreferenciaron. Con la información que se obtuvo se construyó una planilla para el registro de tales observaciones, en función del color de las hormigas (coloradas o negras), y el tamaño de los hormigueros en pequeño, mediano y grande. Se construyeron mapas de distribución, permitiendo visualizar la colocación de hormigueros, además de que se observó cómo fue la diseminación de las hormigas antes y después de plantar, en el periodo antes mencionado.

En el Laboratorio de Ecología de Insectos del INTA de Bariloche, Argentina, se usó un SIG para la estimación de dispersión de la avispa *Sirex noctilio* (Hymenoptera) dentro de una plantación de pinos, a escala local. Primeramente, se realizó un censo de árboles en una superficie de 95 ha de una forestación de *Pinus spp.*, del total de los árboles, se identificaron y ubicaron mediante GPS aquellos atacados por la plaga en 3 años sucesivos. Paralelamente al censo, se diseñó un Sistema de Información Geográfica, con la información de cobertura digital de la distribución de los lotes forestales y una base de datos sobre el ataque (georreferenciación y edad de ataque de cada árbol). A partir de esto se estimó la distancia de dispersión como la proporción de árboles con ataque obteniendo que aproximadamente el 45% de los árboles atacados en los años 1 y 0, se hallan dentro de una vecindad de 30 m, de radio, pese a la capacidad potencial de vuelo de la avispa.

La precisión de los resultados para determinar la dispersión de un insecto depende del área estudiada (tamaño), de la capacidad o daño que este puede ocasionar, pero sobre todo del conocimiento previo sobre el potencial de dispersión del insecto estudiado. El desarrollo de un SIG, permite además: (a) calcular patrones de distribución, (b) estudiar la dinámica espacio-temporal (c) calibrar métodos de muestreo y (d) estimar el avance y dispersión de especies invasores y/o de importancia económica tanto a escala local como regional (Villacide *et al.*, 2002).

4.4 Uso de modelos predictivos de distribución de insectos

El modelo de regresión logística es una de las herramientas estadísticas con capacidad para el análisis de datos en investigación, en la mayoría de los casos, epidemiológica; el objetivo principal de esta técnica fue el de modelar cómo influye en la probabilidad de la aparición de un suceso, habitualmente dicotómico, la presencia o no en función de diversos factores (variables ambientales) y el valor o nivel de los mismos (Tu, 1996).

Estos modelos se usan para determinar la probabilidad de ocurrencia de enfermedades o plagas en distintas ramas del conocimiento, para comparar la eficacia de diferentes tratamientos en los grados de infestación (Baron y Téllez, 1995, Boggio, 1997), así como para evaluar productos químicos como los insecticidas en el control de diversas plagas (Miller y Miller, 1993).

Leung *et al.* (2000) usaron el modelo de regresión logística para determinar qué factores están relacionados con la aparición de enfermedades en los camarones, la ocurrencia de la enfermedad, se usaron dos variables 0 y 1, donde 1 fue la enfermedad de la pérdida de 220% a cualquier cultivo y 0 fue la pérdida de <20%. La regresión logística se realizó para cada de tres niveles de intensidad del cultivo del camarón, es decir, amplia, semi-intensivo e intensivo, el resultado arrojó que los tres modelos son estadísticamente significativa ($p= 0,0000$), lo que implica que existe una relación significativa entre el registro de las probabilidades de una ocurrencia de la enfermedad con la exposición de motivos variables.

Corsin *et al.*, (2001) en un estudio para determinar los factores de riesgos asociados al virus del síndrome de la mancha blanca en una granja de camarón, emplearon modelos de regresión uni y multivariados, 158 variables fueron utilizadas con un valor de $p \leq 0,10$; obtuvieron entre otros resultados que la ubicación del estanque, tamaño pequeño del camarón, fecha de almacenamiento, entre otros son considerados como un factor riesgo para la enfermedad.

Fonseca *et al.* (2009) utilizaron un modelo de regresión logística en la secuencia de arribo de coleópteros a *Pinus montezumae* afectados por incendios para conocer si existían relación entre las evidencias externas de los daños ocasionados por el fuego y la colonización de dichos insectos; determinan que al aumentar la altura de quemado del fuste, disminuye la proporción de galerías, mientras que al incrementarse la longitud de la copa viva aumenta el número de galerías de coleópteros descortezadores y barrenadores de la madera.

En 2011 Garrido *et al.*, usaron un modelo de regresión logística múltiple para determinar los efectos de la humedad del suelo y la temperatura de la virulencia de los hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) contra la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*); para lo cual concluyen que existe una relación directa entre la temperatura y la mortalidad de pupas para *M. anisopliae* mientras que *B. bassiana* muestra una relación parabólica con la humedad y para ambos hongos la micosis se observó a bajas temperaturas (15 a 20.1 °C).

Otro análisis aplicando un modelo de regresión logística se realizó para predecir el parasitismo en las larvas del gusano rojo del maguey *Comadia redtenbacheri* (Lepidoptera: Cossidae). Las variables que eran más significativas en la generación del modelo fueron peso de las larvas y la posición de la lesión en las larvas causadas por el parasitoide. Obtuvieron que existe una mayor posibilidad de que una pequeña larva con una lesión ventral o lateral, o con ambas lesiones, sea parasitada (Zetina *et al.*, 2011).

No obstante lo anterior, no se encontró en las bases de datos consultadas, literatura alguna que aborde de manera específica la probabilidad de ocurrencia de la presencia de la plaga de CRH en función de variables ambientales.

4.5 Área de estudio: Nayarit

El Estado de Nayarit está ubicado en el occidente de la República Mexicana entre las coordenadas geográficas: al norte 23° 05' de latitud norte; al sur 20° 36' de latitud norte; al este 103° 43' de longitud oeste; al oeste 105° 46' de longitud oeste. Limita al norte con los estados de Durango y Sinaloa, al este con los estados de Jalisco, Durango y Zacatecas, al sur con Jalisco y el Océano Pacífico y al oeste con el Océano Pacífico (DOE, 2012).

Está conformado por 20 municipios: Acaponeta, Ahuacatlán, Amatlán de Cañas, Compostela, Huajicori, Ixtlán del Río, Jala, Xalisco, Del Nayar, Rosamorada, Ruiz, San Blas, San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tepic, Tuxpan, La Yesca y Bahía de Banderas (INEGI, 2012).

En 2011, el estado estaba conformado por cinco regiones (DOE, 2011) pero en 2012 se reorganiza y los municipios son agrupados en seis zonas con criterios geográfico-administrativos (DOE, 2012), las cuales son:

1. Centro: Tepic y Xalisco, corresponden al 7.7% de superficie estatal.
2. Costa norte: San Blas, Santiago Ixcuintla y Tecuala, 13.1% de superficie.
3. Costa sur: Bahía de Banderas y Compostela, 9.5% de la superficie del estado.
4. Norte: Acaponeta, Rosamorada, Ruiz y Tuxpan, correspondientes al 14.7%.
5. Sierra: Del Nayar, Huajicori y La Yesca, con el 42% de superficie estatal.
6. Sur: Ahuacatlán, Amatlán de Cañas, Ixtlán del Río, Jala, San Pedro Lagunillas y Santa María del Oro con el 13%.

Fisiografía. Está conformado por cuatro regiones fisiográficas: Sierra Madre Occidental, Llanura Costera del Pacífico, Eje Neo volcánico, Sierra Madre del Sur.

Las elevaciones más importantes son: Cerro el Vigía (2,760 msnm); Sierra El Pinabete (2,500 msnm); Cerro Dolores (2,460 msnm); Sierra Los Huicholes (2,400 msnm); Sierra Pajaritos (2,360 msnm); Volcán Sangangüey (2,340 msnm); El volcán del Ceboruco (2,280 msnm).

Hidrología. Cuenta con 8 cuencas principales que bañan el 100 por ciento del territorio estatal: Río Acaponeta, Río San Pedro, Río Santiago – Aguamilpa, Río Huicicila – San Blas, Río Bolaños, Río Ameca – Atenguillo, Río Ameca – Ixtapa y Río Huaynamota.

Los cuerpos de agua dulce y salobre, más importantes con que cuenta el Estado son: presa de Aguamilpa, presa El Cajón, presa San Rafael, presa Amado Nervo, Laguna de Agua Brava, laguna de Santa María del Oro, laguna de Tepetitlic, laguna de San Pedro Lagunillas.

Clima. Nayarit presenta variedad de climas, las temperaturas más bajas son de clima templado y se registran al noroeste de la capital Tepic y el clima tropical se presenta en toda la costa del pacífico, clasificándose de la siguiente forma: cálido subhúmedo (65% de la superficie estatal), semicálido subhúmedo (33%) y templado (2%).

En la llanura costera se presentan lluvias de importancia durante gran parte del año, con precipitaciones que fluctúan entre los 900 y 1 500 mm anuales; esto sucede en un 55% del territorio del estado, mientras que el 45% restante presenta un clima semicálido subhúmedo y templado. La temperatura media anual en la entidad es de 21 grados centígrados y la precipitación media anual es de 1 150 mm.

La agricultura se desarrolla en 370 mil hectáreas; por sus condiciones agroclimatológicas, se produce una gran variedad de frutas, hortalizas (sandía, chile, jitomate, melón) y diversos granos básicos en donde la producción anual de estos productos llega actualmente a un volumen de 326 mil toneladas.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Se usó como base los criterios mencionados del manual técnico-operativo de la campaña contra la cochinilla rosada del hibisco (DGSV, SENASICA, SAGARPA, 2008), en el que se realizó un muestreo directo, el cual, permitió evaluar los índices de presencia de la plaga en un momento y lugar determinado; contando los diferentes estadios del insecto, ya sea en brotes y/o frutos; se realizó en forma periódica tanto en el área agrícola, urbana, marginal, forestal y viveros; y se establecieron niveles de infestación, en base al promedio de número de individuos por brote, los cuales fueron: nulo (0 CRH), bajo ($>0 \leq 10$ CRH), medio ($>10 \leq 20$ CRH) y alto (>20 CRH).

Para analizar la incidencia espacial y temporal de CRH durante 2009 y 2010 se utilizaron los registros del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nayarit (CESAVENAY) de los muestreos que se hicieron en la campaña contra cochinilla rosada, la información fue capturada, analizada y organizada en una base de datos en el programa de Excel versión 2007. La base se estructuró, de lo general a lo particular, se empezó con el nombre del estado, clave del estado, ejido, clave del ejido, localidad, clave de la localidad, área muestreada, semana, inicio y final del muestreo, ubicación geográfica, altitud, hospedero y nivel de infestación.

La información de cada localidad se agrupó por ejidos, lo cual permitió identificar la presencia de CRH por el área, localidad y ejido muestreado, el hospedante (s) y el nivel de infestación, asimismo, con el sistema de información geográfica Arcview 3.2, se cruzaron los datos cada localidad de muestreo y el mapa de tenencia de tierra a escala ejidal de la Secretaría de la Reforma Agraria para obtener un mapa de incidencia, presencia y ausencia a nivel ejidal.

Se analizó el comportamiento de la presencia de CRH en el estado de Nayarit desde el punto de vista espacial a nivel de localidades y ejidos muestreados, asimismo, la presencia por tipo de área y nivel de infestación, hospederos más frecuentes y las semanas de muestreo en que tuvo mayor presencia la plaga. Por otra parte, se analizaron los datos en función de los niveles de incidencia con relación a las 50

semanas de muestreo para identificar los periodos de tiempo con las mayores incidencias por ejido y municipio.

Se seleccionó una localidad y ejido por cada municipio con presencia de CRH, considerando que se hayan presentado los tres niveles de infestación. Por ejemplo, en el caso de Acaponeta se eligió la localidad y ejido del mismo nombre con un total de 24 semanas muestreadas distribuidas en todo el año, fueron las semanas 13, 15 y 24 donde se registraron los niveles altos; la 18, 20, 23, 24, 30 y 33 los valores medios.

Con la información sobre la distribución de CRH en Nayarit en el año 2009, se procedió a hacer un análisis comparado con 2010, para conocer si la distribución de la plaga se mantuvo o se dispersó hacia otros municipios, los niveles de infestación incrementaron o disminuyeron; así como saber si hubo nuevas plantas con presencia del insecto diferentes a las muestreadas en 2009.

Para identificar las condiciones ambientales en que ocurrieron los diferentes niveles de infestación, se usó como base el 2009, se tuvieron en cuenta las localidades de muestreo de CRH que presentan estaciones meteorológicas con datos diarios del Sistema Estatal de Monitoreo Agro-climático (INIFAP-SAGARPA, 2011). Se relacionaron los datos de presencia y niveles de infestación de CRH durante las 50 semanas de muestreo durante el año, con los promedios semanales de temperatura máxima, mínima y promedio y de humedad relativa (Anexo 1 y 2). De esa manera, se identificaron los intervalos climáticos en que ocurrieron los diferentes niveles de infestación en las regiones del estado de Nayarit.

Con base en los datos de presencia y niveles de incidencia de la CRH en las diferentes localidades de Nayarit, se utilizó el modelo de regresión logística utilizando el programa Statistica 6.0 para predecir la probabilidad de presencia u ausencia en función de las variables ambientales (predictoras), tales como la temperatura promedio, precipitación y humedad relativa (datos que se obtuvieron del sistema estatal de monitoreo agro-climático del año 2009). Asimismo, con este modelo se establecieron las relaciones de

dichas variables que influyeron en la probabilidad de la presencia de CRH en el estado de Nayarit. El tamaño de la muestra para construir el modelo fue de 711 datos.

El modelo es:

$$P = 1/(1+\exp[-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)])$$

P es la probabilidad de que se produzca el resultado (presencia o ausencia)

β_0 es el intercepto;

β_1, \dots, β_n son los coeficientes de asociados a cada variable predictiva X_1, \dots, X_n .

Una vez determinadas las relaciones con respecto a la probabilidad de la presencia u ausencia de la CRH, se establecieron varios escenarios en función de las variables ambientales que integraron el modelo, utilizando los valores máximos y mínimos de las variables ambientales (variables predictoras) para cada zona analizada y un análisis general en el que se integraron todas las zonas estudiadas.

Para establecer los niveles de probabilidad se sustentó, como lo muestra el cuadro 1, en el valor de P, con nivel de significancia es de 0.05.

Cuadro 1. Rangos para establecer nivel de probabilidad.

Probabilidad de ocurrencia (p)	Nivel de probabilidad
$P \leq 0.1$	Muy baja
$0.1 > P > 0.2$	Baja
$0.2 > P > 0.3$	Media
$0.3 > P > 0.4$	Alta
$P \geq 0.5$	Muy alta

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Incidencia espacial y temporal de CRH

6.1.1 Distribución y nivel de incidencia de CRH en Nayarit durante 2009

El esfuerzo de muestreo de CRH en el año 2009 abarcó a 16 de los 20 municipios del estado de Nayarit (Acaponeta, Ahuacatlán, Amatlán de Cañas, Bahía de Banderas, Compostela, El Nayar, Huajicori, Ixtlán del Río, Rosamorada, Ruiz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tepic, Tuxpan y Xalisco), en un total de 334 localidades que implicaron 223 ejidos (Figura 1).

De los 223 ejidos muestreados, 188 resultaron positivos con algún nivel de incidencia; de estos, 37 presentaron niveles altos de infestación, en 102 medios y los 49 restantes valores bajos (Figura 2).

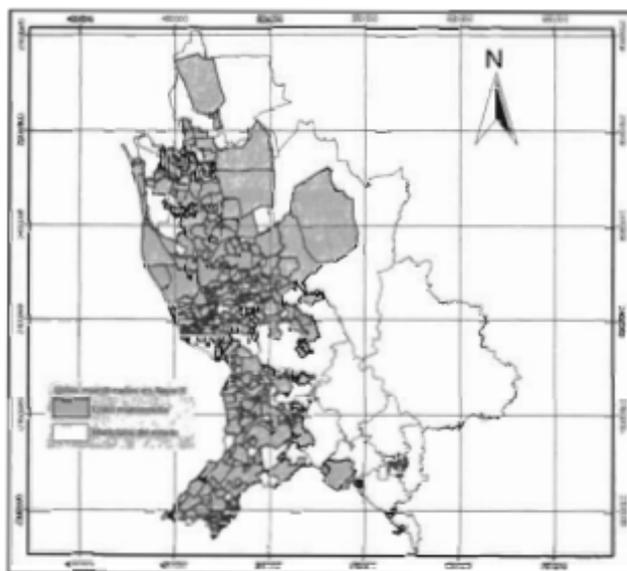


Figura 1. Ejidos muestreados en Nayarit por la campaña contra CRH, 2009.

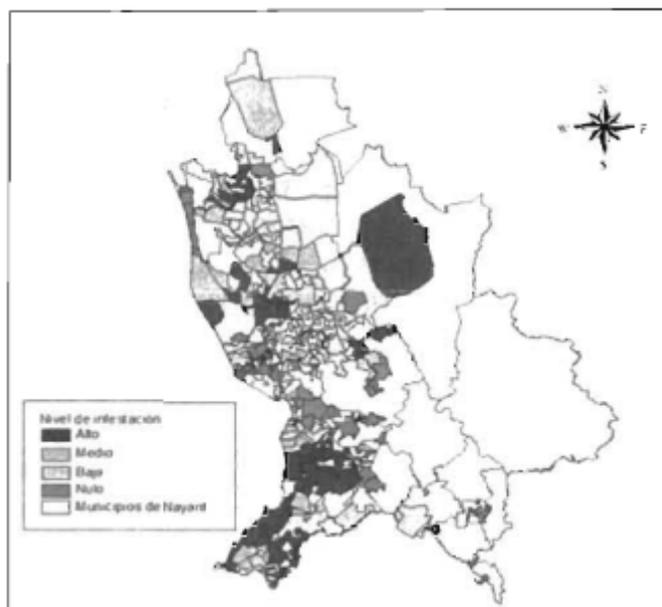


Figura 2. Niveles de infestación de CRH en ejidos de Nayarit, 2009.

Por tipo de área de muestreo, la urbana resultó ser la más frecuente en la presencia de CRH con un 60%, seguida de la marginal (33%); mientras que la agrícola, forestal y viveros, en conjunto obtuvieron el 7%.

Por nivel de infestación y tipo de área de muestreo, la urbana presentó mayor frecuencia del nivel bajo con un 94%, seguido del nivel medio (5%) y el alto con 1%. Por su parte, el área marginal presentó el mismo patrón con 88% de nivel bajo de infestación, 10% medio y 2% el alto.

El total de hospederos de CRH registrados en 2009 fueron 73, siendo los más frecuentes obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) con un 33.97%, seguido de huinol (*Acacia cymbispina*) con 13.88%, algodón (*Gossypium hirsutum*) (9.16), majahua (*Hibiscus pernambucensis*) (8.93), guanábano (*Artocarpus muricata*) (7.97), coatante (*Mimosa pigra*)

(4.35), parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (3.38), capiro (*Albizia lebbbeck*) (2.15), rabo de iguana (*Pisonia sp.*) (2.05) y sierrilla (*Mimosa invisa*) con 2%.

En todos los hospedantes resultó como más frecuente el nivel bajo de infestación, en obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) con el 98.33%, huinol (*Acacia cymbispina*) (98.38), algodón (*Gossypium hirsutum*) (97.87), majahua (*Hibiscus pernambucensis*) (97.31), guanábano (*Annona muricata*) (97.75), coatante (*Mimosa pigra*) (93.47) parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (88.5), capiro (*Albizia lebbbeck*) (93.75), rabo de iguana (*Pisonia sp.*) (93.43) y sierrilla (*Mimosa invisa*) (80.59).

Los niveles altos de CRH se presentaron con mayor frecuencia en sierrilla (*Mimosa invisa*) y parota (*Enterolobium cyclocarpum*) con el 15.91%, seguido de obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) (13.64), guanábano (*Annona muricata*) con 11.36%, rabo de iguana (*Pisonia sp.*) y coatante (*Mimosa pigra*) (9.09) y majahua (*Hibiscus pernambucensis*) y algodón (*Gossypium hirsutum*) (5.68%), huinol (*Acacia cymbispina*) (3.41) y capiro (*Albizia lebbbeck*) con el 1.14%.

El número de ejidos que presentaron incidencia alta de CRH fueron 37, por semana de muestreo la mayor incidencia ocurrió en la semana 15 (6 al 12 abril) con cinco ejidos, seguido de las semanas 13 (23 al 29 de marzo), 18 (4 al 10 de mayo), 25 (15 al 21 de junio) y 49 (30 de noviembre al 6 de diciembre) con frecuencia de cuatro ejidos. Mientras que las semanas 10 (2 al 8 de marzo), 16 (13 al 19 de abril), 24 (8 al 14 de junio), 40 (28 de septiembre al 4 de octubre) el nivel de incidencia ocurrió en tres ejidos.

6.1.2 Distribución y nivel de incidencia de CRH en Nayarit durante 2010

En 2010, la presencia de CRH abarcó a 16 de los 20 municipios del estado de Nayarit (Acaponeta, Ahuacatlán, Amatlán de Cañas, Bahía de Banderas, Compostela, El Nayar, Huajicori, Rosamorada, Ruiz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tepic, Tuxpan, Xalisco), en un total de 356 localidades que implicaron 214 ejidos (Figura 3).

De los 214 ejidos muestreados, 180 resultaron con presencia de CRH en algún nivel de incidencia; mientras que en 34 de ellos no se registró CRH. De los 180 ejidos con

presencia en seis presentaron niveles medios de infestación, y los 174 restantes valores bajos (Figura 4).

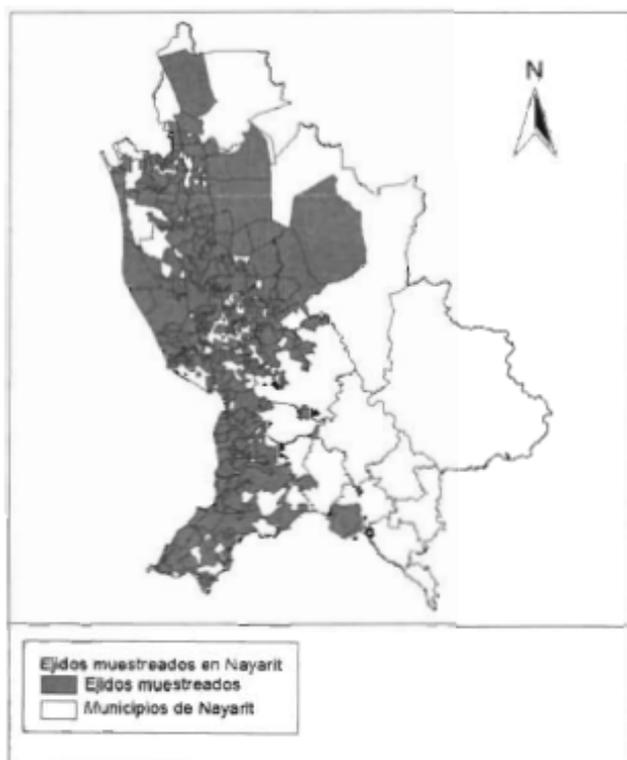


Figura 3. Ejidos muestreados en Nayarit para detectar CRH, 2010.

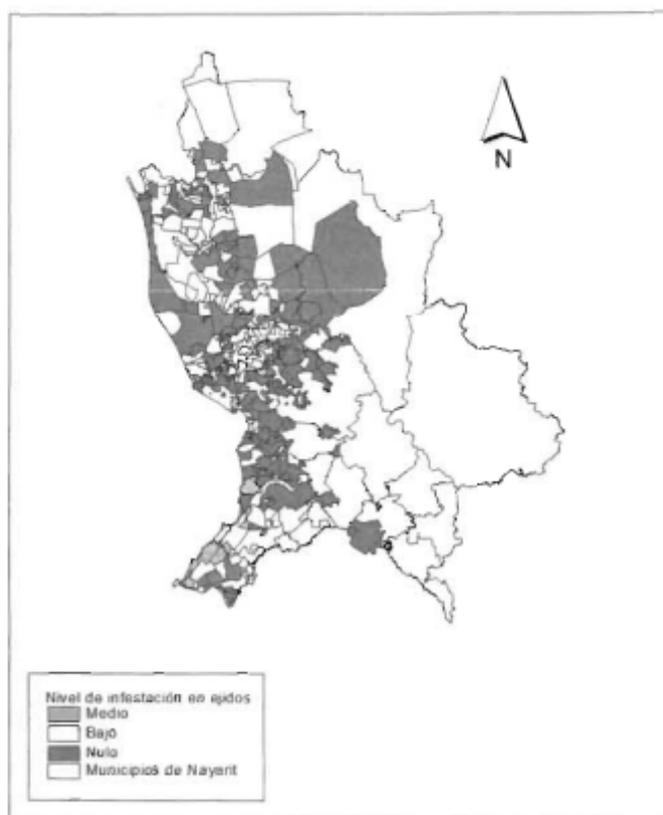


Figura 4. Niveles de infestación de CRH en ejidos de Nayarit en 2010.

Por tipo área de muestreo, la urbana resultó ser la más frecuente en la presencia de CRH con un 57.90%, seguida de la marginal (31.59%); mientras que la agrícola, forestal y viveros, en conjunto obtuvieron el 10.51%.

Por nivel de infestación y tipo de área de muestreo, la marginal presentó un 31.39% en el nivel bajo y en el nivel medio el 0.20%; la urbana representó el 57.90% únicamente

en el nivel bajo, la agrícola representó el 9.51% en nivel bajo y el 0.03% en nivel medio; la forestal estuvo representado por el 0.40% en nivel bajo y viveros con el 0.57% en el nivel bajo.

El total de hospederos de CRH registrados en 2010 fue de 40, siendo los más frecuentes obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) con un 39.50%, seguido de huinol (*Acacia cymbispina*) con 15.90%, majahua (*Hibiscus pernambucensis*) (15.67%), guanábano (*Annona muricata*) (9.90%), sierrilla (*Mimosa invisa*) con 4.47%, coatante (*Mimosa pigra*) (3.50%) y parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (3.10).

Del total de hospedantes mencionados; el nivel bajo de infestación fue el más frecuente; obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) con un 40%, huinol (*Acacia cymbispina*) (16.20%), majahua (*Hibiscus pernambucensis*) (15.97%), guanábano (*Annona muricata*) (10.09%), sierrilla (*Mimosa invisa*) (4.55%), coatante (*Mimosa pigra*) (3.56%), parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (3.16%), capiro (*Albizia lebbbeck*) (1.42%) y mango (*Mangifera indica L.*) (1.29%).

No se registró ningún nivel alto de CRH en este año muestreado; mientras que, el nivel medio, se registró siete veces, distribuido en: majahua (*Hibiscus pernambucensis*) (42.86%), huinol (*Acacia cymbispina*) (28.57%), sierrilla (*Mimosa invisa*) y mango (*Mangifera indica L.*), ambos con 14.29%.

El número de ejidos que presentaron incidencia media de CRH fueron seis; por semana de muestreo la mayor incidencia ocurrió en la semana 10 (8 al 14 de marzo), 23 (7 al 13 de junio), 25 (21 al 27 de junio) y 31 (2 al 8 de agosto).

6.1.3 Análisis comparativo de la presencia y distribución de CRH en Nayarit, 2009-2010

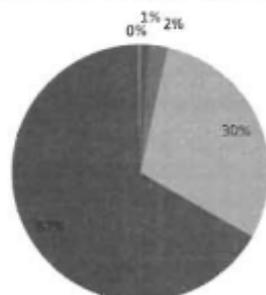
Para este análisis comparativo, se tomó como base el año 2009, se analizaron las semanas en donde se registró la mayor cantidad de ejidos con infestaciones altas de CRH; las cuales fueron: 15 (6 al 12 abril), 13 (23 al 29 de marzo), 18 (4 al 10 de mayo),

25 (15 al 21 de junio) y 49 (30 de noviembre al 6 de diciembre); así como también para el 2010.

En 2009, fueron 137 localidades muestreadas, pertenecientes a 107 ejidos diferentes de 12 municipios de Nayarit; mientras que en 2010, el total de localidades fue de 147 distribuidas en 105 ejidos de 13 municipios del estado.

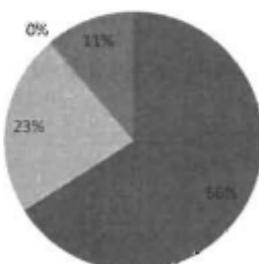
El área de muestreo es similar, en las áreas urbana y marginal, con un 67 y 30% en 2009; y en el caso del 2010 corresponde a un 66 y 23%; mientras que en la agrícola representó un 1% en 2009, se incrementó, en el año posterior a 11%, lo que indica un mayor esfuerzo de muestreo para esta zona (Gráfica 1 y 2).

■ Agrícola ■ Forestal ■ Marginal ■ Urbana ■ Vivero



Gráfica 1. Porcentaje correspondiente al tipo de área de muestro, Nayarit 2009.

■ Urbana ■ Marginal ■ Vivero ■ Agrícola



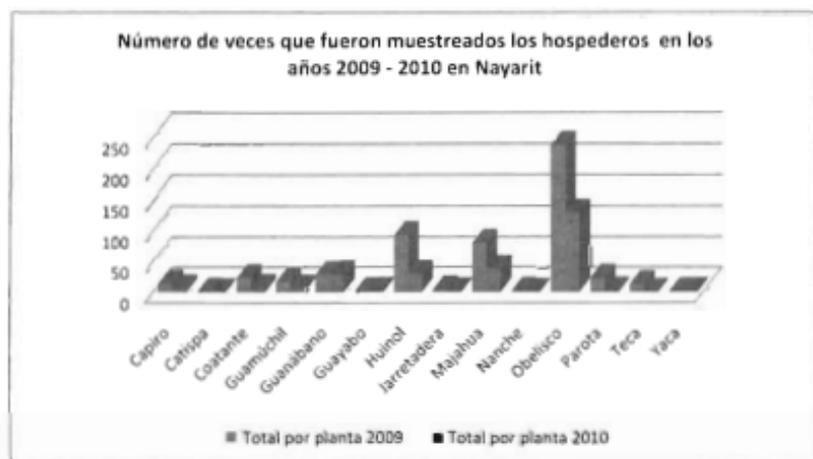
Gráfica 2. Porcentaje correspondiente al tipo de área de muestro, Nayarit 2010.

Los niveles de infestación por tipo de área en 2009 se concentraron en las áreas marginal y urbana; resalta que fue en la primera en donde se obtuvo un 6.97% en infestaciones altas, 8.96% infestaciones de nivel medio y en el nivel bajo un 84.08%; para la segunda, el nivel alto correspondió al 2.46%, el nivel medio con 7.38% y el nivel bajo con un 90.16%.

En 2010, el área urbana representó el 66.02% en nivel bajo, la marginal con el 22.27% en nivel bajo y 0.39% nivel medio, estuvo representado por niveles de infestación bajo y el área agrícola 10.94% en nivel bajo.

Se encontraron similitudes con Martínez (2007) respecto a que es el área urbana en donde se encuentra con más frecuencia CRH, sobre todo por la agricultura de traspatio.

El total de hospederos en 2009 fue de 38 y en 2010 de 22, de los cuales 14 (capiro (*Albizia lebbbeck* L.), catisca (*Gliciridia sepium*), coatante (*Mimosa pigra*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), guanábano (*Annona muricata*), guayabo (*Psidium guajava*), huinol (*Acacia cymbispina*), jarretadera (*Acacia hindsii*), majahua (*Hibiscus pernambucensis*), nanche (*Byrsonima crassifolia*), obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), teca (*Tectona grandis*), yaca (*Artocarpus heterophyllus*)) se muestrearon en ambos años.



Gráfica 3. Comparación de los hospederos muestreados en 2009 y 2010 en Nayarit.

Fuente: Elaboración propia, con base a los resultados obtenidos durante la campaña de CRH realizados por el CESAVENAY.

En la comparación entre las plantas muestreadas en los años 2009 y 2010, muestra que en el primer año, el número de muestreos por planta fue mayor que el año posterior, el obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) en 2009, representó el 50% en nivel alto, 40.74% en nivel medio y 44.20% en nivel bajo y en 2010, el 51.60% únicamente en nivel bajo, fue el hospedero más frecuente por CRH.

Los niveles de infestación de majahua (*Hibiscus pernambucensis*) se distribuyeron de la siguiente manera: nivel alto en un 8.33%, nivel medio en 14.82% y nivel bajo en 15%; para el huinol (*Acacia cymbispina*) fue 8.33% nivel alto, 11.11% nivel medio y 17.80% nivel bajo.

Con relación con los hospedantes de CRH identificados en Nayarit, se encontraron algunas similitudes con el trabajo de Vallenilla (2005), tales como: cayena (*Hibiscus rosa-sinensis*), anón (*Annona squamosa*), guanábana (*Annona muricata*), flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), cacao (*Theobroma cacao*), pimentón (*Capsicum annum*), y malva (*Sida urens*). En tanto los niveles de infestación registrados no son comparables dado los diferentes criterios utilizados en el muestreo.

Por otro lado, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 2010, también realizó monitoreo periódico que fueron divididos por áreas (huertos, predios, forestal, vías públicas) en donde los hospederos de preferencia por CRH fueron georreferenciados. De las 13 especies de plantas que resultaron de preferencia de CRH, cinco (aguacate (*Persea americana*), hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), teca (*Tectona grandis*), guayaba (*Psidium guajava*) y guanábana (*Annona muricata*)) concuerdan con los muestreados en 2009 y 2010.

6.2 Condiciones ambientales en que ocurrieron los diferentes niveles de infestación en el año 2009.

De las 334 localidades muestreadas en el año 2009, en 44 se registraron los niveles más altos de infestación, de las cuales 33 se localizaron en sitios donde se cuenta con

estación climatológica; sin embargo, sólo 14 sitios presentaron datos suficientes para el análisis (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estaciones usadas para describir las condiciones ambientales de las infestaciones de CRH en 2009, Nayarit.

Estación SEMAC	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Municipio
Aeropista	22° 28' 46.9"	105° 24' 12.3"	15	Acaponeta
Rosamorada	22° 05' 41.4"	105° 13' 00.4"	25	Rosamorada
INIFAP	21° 49' 27.1"	105° 11' 02.1"	10	Santiago Ixcuintla
Amapa	21° 48' 43.6"	105° 13' 56.1"	31	Santiago Ixcuintla
Las Palmas	21° 36' 18.2"	105° 08' 35.6"	186	San Blas
Las Varas	21° 11' 30.3"	105° 08' 50.9"	14	Compostela
Ixtapa	21° 18' 02.3"	105° 11' 29.6"	20	Compostela
El Capomo	21° 6' 55.9"	105° 9' 21.5"	40	Compostela
Monteón	20° 58' 24.6"	105° 18' 20.9"	21	Compostela
San Juan de Abajo	20° 50' 14.9"	105° 12' 40.8"	70	Bahía de Banderas
Valle de Banderas	20° 47' 03.8"	105° 14' 31.0"	62	Bahía de Banderas
Huajicori	22° 38' 11.2"	105° 19' 49.8"	75	Huajicori
Universidad Autónoma de Nayarit	21° 29' 17.3"	104° 53' 24.2"	935	Tepic
Mesa del Nayar	22° 12' 49.1"	104° 38' 49.9"	1403	El Nayar

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del Sistema Estatal de Monitoreo Agro-climático de Nayarit, INIFAP-SAGARPA, 2009.

Se agrupó la información que se obtuvo de las estaciones climáticas por regiones ecológicas (costa norte, costa sur, centro, y sierra) y se analizaron los intervalos de temperatura promedio (T_{prom}), máxima (T_{max}) y mínima (T_{min}) y humedad relativa (Hr), en las semanas en que se registraron los niveles altos de infestación.

En un total de siete localidades que presentaron nivel alto de CRH, el promedio de temperatura registrado fue de 22.93°C, con un intervalo de 28.68 a 19.15°C la temperatura máxima y mínima, respectivamente. El promedio de humedad relativa fue de 72.03%.

Existen diferencias en las condiciones que prevalecieron entre las regiones, en la costa norte y sur, la temperatura promedio fue de 24°C, con un rango entre 21 y 28°C;

mientras que en la región centro el promedio fue de 21.7°C y en la sierra 20.3°C, lo cual muestra que la temperatura promedio en que ocurren los niveles altos de incidencia de CRH es muy variable, al identificarse valores entre 20.4°C en Mesa del Nayar (Sierra) y 26.8°C en Acaponeta (Costa norte).

Por otra parte, la temperatura máxima en que ocurrieron los niveles altos de CRH osciló entre 28.03 y 29.14°C en las diferentes regiones. Asimismo, la temperatura mínima guarda mucha relación con la temperatura promedio entre las regiones, dado que en la costa norte y sur osciló entre 21.4 y 22.5°C, en contraste con estas, la región centro registró 14.61°C, mientras que en la sierra fue de 16.91°C (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de temperatura por regiones ecológicas y estaciones climáticas en relación con infestación alta de CRH en 2009, Nayarit.

Región	Estaciones Climáticas	Tprom	Tmax	Tmin	Hr	Prec
Costa Norte	Acaponeta	26.83	28.41	25.61	73.86	0.00
	Rosamorada	21.41	28.03	17.19	87.39	0.00
	Promedio	24.12	28.22	21.40	80.62	
Costa Sur	Las Varas	24.78	28.48	22.34	87.54	288.60
	Valle de Banderas	25.02	29.14	22.75	86.51	81.00
	Promedio	24.90	28.81	22.54	87.03	
Centro	Tepic	21.71	29.13	16.91	71.71	30.00
	Huajicori	20.34	28.88	15.56	73.60	0.00
Sierra	Mesa del Nayar	20.43	28.71	13.67	23.63	0.00
	Promedio	20.38	28.80	14.61	48.61	

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

El nivel de infestación medio se presentó en un total de 10 localidades, el promedio de temperatura registrado fue de 23.64°C, con un rango de 28.32 a 20.34°C la temperatura máxima y mínima, respectivamente. El promedio de humedad relativa fue de 80.83%.

Las condiciones que prevalecieron entre las regiones costa norte y sur estuvieron, en promedio, de 24°C, con un rango entre 22.29 y 25.71°C; mientras que en la región centro el promedio fue de 19.09°C y en la sierra 22.29°C.

Por otra parte, la temperatura máxima en que ocurrieron estos niveles, oscilaron entre 27.84 y 29.66°C. Asimismo, la temperatura mínima entre las regiones, fue variable; la región costa norte y sur registraron temperaturas de 21.18 a 22.44°C, mientras que, en la región centro hubo mínimas de 11.37°C y la región sierra con 18.25°C (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de temperatura por regiones ecológicas y estaciones climáticas en relación con infestación media de CRH en 2009, Nayarit.

Región	Estación Climáticas	Temp	Tmax	Tmin	Hr	Prec
Costa Norte	Acaponeta	24.18	28.67	21.21	85.66	119.80
	Rosamorada	25.31	27.84	23.66	89.74	254.80
	Promedio	24.75	28.25	22.44	87.70	
Centro	Tepic	19.09	28.84	11.37	59.66	0.00
	Las Varas	25.71	28.54	23.59	82.24	108.80
	Ixtapa	24.19	28.89	21.34	93.07	232.40
Costa Sur	El Capomo	23.47	28.73	20.10	82.40	0.00
	El Monteón	22.81	28.75	16.81	78.25	0.00
	San Juan de Abajo	25.08	28.46	23.10	91.97	201.20
	Valle de Banderas	24.78	28.86	22.14	87.96	163.40
	Promedio	24.34	28.70	21.18	85.98	
Sierra	Mesa del Nayar	22.29	29.66	18.25	76.01	12.20

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

La presencia de CRH en nivel bajo, en las 14 localidades, se registró en una temperatura promedio de 23.24°C, entre un rango de 28.35 a 20.06°C, máxima y mínima respectivamente, con una humedad relativa de 85.02%.

Los rangos de temperaturas en las tres regiones fueron similares entre sí; la temperatura promedio estuvo en un rango de 22.51 a 23.53°C, las máximas con 28.25 a 28.63°C y las mínimas entre 18.79 y 20.20°C (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de temperatura por regiones ecológicas y estaciones climáticas en relación con infestación baja de CRH en 2009, Nayarit.

Región	Estaciones Climáticas	Tprom	Tmax	Tmin	Hr	Prec
Costa Norte	Acaponeta	23.10	28.64	20.06	85.98	473.00
	Rosamorada	23.13	27.26	20.59	89.03	171.20
	INIFAP	24.08	28.49	21.28	85.20	170.40
	Pozo de Ibarra	23.46	28.78	20.50	84.79	228.50
	Amapa	21.51	27.59	17.56	83.18	13.40
	Las Palmas	23.85	28.73	21.21	89.02	435.20
	Promedio	23.19	28.25	20.20	86.20	
Costa Sur	Las Varas	24.39	28.82	21.64	87.03	165.60
	Ixtapa	22.74	28.51	18.71	86.17	221.80
	El Capomo	22.83	28.38	19.03	86.21	109.80
	Monteón	22.93	27.31	19.91	88.08	147.40
	San Juan de Abajo	22.95	28.30	19.65	81.56	0.00
	Valle de Banderas	25.37	28.76	23.14	91.90	72.20
	Promedio	23.53	28.35	20.35	86.83	
Sierra	Huajicori	23.56	28.60	20.80	84.53	445.60
	Mesa del Nayar	21.46	28.65	16.79	67.65	118.40
	Promedio	22.51	28.63	18.79	76.09	

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

6.3 Probabilidad de ocurrencia de CHR a partir del modelo de regresión logística.

El modelo de regresión logística describió de manera satisfactoria la probabilidad de presencia o ausencia de la CRH con un nivel de significación menor a 0.05 cuando se combinaron las variables de la temperatura promedio y precipitación de todo el estado, representado por las estaciones climatológicas (Figura 5). Las variables como humedad relativa, latitud y longitud no resultaron ser significativas.

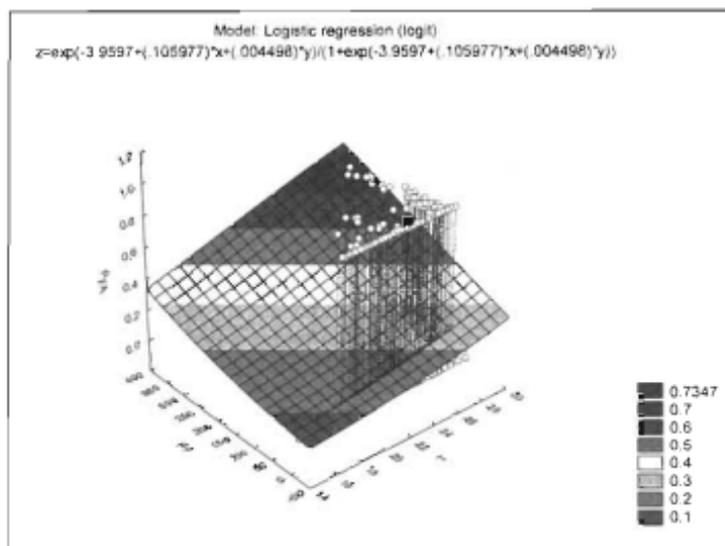


Figura 5. Probabilidad de ocurrencia de CRH mediante el modelo de regresión logística. P es la probabilidad de ocurrencia de la plaga, T es la temperatura promedio y Pt es la precipitación.

En general, la mayor probabilidad de la presencia de la plaga (alta) se manifestó a las más altas temperaturas y a las mayores precipitaciones. Las probabilidades medias generalmente se pronosticaron a temperaturas máximas y precipitaciones bajas o con combinaciones de temperaturas bajas y altas precipitaciones. La probabilidad de baja presencia considerado por el modelo como ausente se pronosticaron con combinaciones de bajas temperaturas y con las precipitaciones más bajas o con precipitación ausente (Cuadro 6, 7, 8, y 9).

Cabe destacar que la más alta probabilidad de presencia de la CRH se manifiesta en la zona sur representada en la estación climatológica Compostela (Las Varas) (Cuadro 7) seguido de Rosamorada (Cuadro 6), después Huajicori (Cuadro 6) y San Blas (Las Palmas) (Cuadro 6). Las zonas con menores probabilidades de presencia de CRH fueron Tepic (Cuadro 8) y El Nayar (Cuadro 9).

Por otro lado, cuando se consideran las temperaturas máximas y mínimas de todas las estaciones meteorológicas analizadas (Cuadro 10) se aprecia que combinaciones de temperaturas promedios máximas y las mayores precipitaciones la probabilidad de presencia de la CRH resulta ser muy alta, combinaciones de temperaturas máximas con precipitación mínima o precipitación máximas con temperaturas promedios mínima, resulta en una probabilidad mediana de presencia de la plaga. Por último, combinaciones de temperaturas promedios mínimas y precipitación mínimas resultan en muy baja probabilidad de presencia considerándose como ausente.

Cuadro 6. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la zona norte.

Estación	Combinación	T / Pp	P	Nivel de Probabilidad
Acaponeta	Tmax-Ppmax	26.83 / 135	0.375398178	Alta
	Tmax-Ppmin	26.83 / 0	0.246687631	Media
	Tmin-Ppmax	18.06 / 135	0.114479952	Baja
	Tmin-ppmin	18.06 / 0	0.191770706	Baja
Rosamorada	Tmax-Ppmax	26.44 / 214.40	0.451820721	Alta
	Tmax-Ppmin	26.44 / 0	0.23908762	Media
	Tmin-Ppmax	17.23 / 214.40	0.236969766	Media
	Tmin-ppmin	17.23 / 0	0.105860815	Baja
Santiago INIFAP	Tmax-Ppmax	26.77 / 148.40	0.388122162	Alta
	Tmax-Ppmin	26.77 / 0	0.245507895	Media
	Tmin-Ppmax	19.01 / 148.40	0.217960051	Media
	Tmin-ppmin	19.01 / 0	0.125088894	Baja
Santiago Amapa	Tmax-Ppmax	26.40/ 140.40	0.370421734	Alta
	Tmax-Ppmin	26.40/ 0	0.238317279	Media
	Tmin-Ppmax	18.51/ 140.40	0.203175142	Media
	Tmin-ppmin	18.51/0	0.119404055	Baja
Las Palmas San Blas	Tmax-Ppmax	25.71 / 197.40	0.414074648	Alta
	Tmax-Ppmin	25.71 / 0	0.225298548	Media
	Tmin-Ppmax	19.81 / 197.40	0.274400313	Media
	Tmin-ppmin	19.81 / 0	0.134666267	Baja

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

Cuadro 7. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la zona sur.

Estación	Combinación	T / Pp	P	Nivel de Probabilidad
Compostela Las Varas	Tmax-Ppmax	26.36 / 338.20	0.587843426	Muy alta
	Tmax-Ppmin	26.36 / 0	0.237548646	Media
	Tmin-Ppmax	20.30 / 338.20	0.42869848	Alta
	Tmin-ppmin	20.30 / 0	0.140833196	Baja
Compostela Ixtapa	Tmax-Ppmax	25.97 / 185.40	0.407679123	Alta
	Tmax-Ppmin	25.97 / 0	0.230144173	Media
	Tmin-Ppmax	19.36 / 185.40	0.2546287	Media
	Tmin-ppmin	19.36 / 0	0.129205114	Baja
Compostela El Capomo	Tmax-Ppmax	28.08 / 86.40	0.35542919	Alta
	Tmax-Ppmin	28.08 / 0	0.272121429	Media
	Tmin-Ppmax	17.08 / 86.40	0.146664435	Baja
	Tmin-ppmin	17.08 / 0	0.104365538	Baja
Compostela El Monteón	Tmax-Ppmax	26.24 / 109.20	0.334544487	Media
	Tmax-Ppmin	26.24 / 0	0.235253002	Media
	Tmin-Ppmax	20.16 / 109.20	0.208821782	Media
	Tmin-ppmin	20.16 / 0	0.139047506	Baja
Bahía de Banderas San Juan de Abajo	Tmax-Ppmax	25.88 / 152.40	0.37015777	Alta
	Tmax-Ppmin	25.88 / 0	0.228458614	Media
	Tmin-Ppmax	19.26 / 152.40	0.225637954	Media
	Tmin-ppmin	19.26 / 0	0.128017433	Baja
Bahía de Banderas Valle de Bahía de Banderas	Tmax-Ppmax	25.90 / 161.60	0.380355661	Alta
	Tmax-Ppmin	25.90 / 0	0.22883243	Media
	Tmin-Ppmax	20.03 / 161.60	0.247847792	Media
	Tmin-ppmin	20.03 / 0	0.137406402	Baja

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

Cuadro 8. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la zona centro.

Estación	Combinación	T / Pp	P	Nivel de Probabilidad
Tepic UAN	Tmax-Ppmax	23.46 / 186.00	0.345954065	Media
	Tmax-Ppmin	23.46 / 0	0.186411278	Baja
	Tmin-Ppmax	14.70 / 186.00	0.172897442	Baja
	Tmin-ppmin	14.70 / 0	0.083031117	Baja

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

Cuadro 9. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística de la Sierra.

Estación	Combinación	T / Pp	P	Nivel de Probabilidad
Huaquicori	Tmax-Ppmax	26.40 / 189.80	0.423552499	Alta
	Tmax-Ppmin	26.40 / 0	0.238317279	Media
	Tmin-Ppmax	18.20 / 189.80	0.23555274	Media
	Tmin-ppmin	18.20 / 0	0.115992645	Baja
El Nayar Mesa del Nayar	Tmax-Ppmax	22.69 / 108.60	0.256046575	Media
	Tmax-Ppmin	22.69 / 0	0.174350621	Baja
	Tmin-Ppmax	17.59 / 108.60	0.166991384	Baja
	Tmin-ppmin	17.59 / 0	0.109526719	Baja

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

Cuadro 10. Probabilidad de presencia o ausencia de la cochinilla rosada utilizando el modelo de regresión logística para Nayarit.

Estación	Combinación	T / Pp	P	Nivel de probabilidad
Completo	Tmax-Ppmax	28.08/338.2	0.6311929	Muy alta
	Tmax-Ppmin	28.08/0	0.27212143	Media
	Tmin-Ppmax	14.7/338.2	0.29304631	Media
	Tmin-ppmin	14.7/0	0.08303112	Muy baja

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de las estaciones climatológicas INIFAP-SAGARPA 2009.

El modelo predictivo establece que con una combinación de máximas temperaturas y mayores precipitaciones existe la mayor probabilidad de ocurrencia de la presencia de

la CRH, lo cual en términos de temperatura coincide con Chong *et al.*, (2008), en donde describe que entre 25 y 27 °C CRH tiene un desarrollo óptimo, lo cual puede ser la razón del incremento del insecto; y en términos de precipitación coincide con Samuthiravelu *et al.*, (2010) quienes encontraron una correlación positiva a mayor precipitación y mayor humedad relativa.

Los modelos de regresión son herramientas predictivas y no explicativas (Ruiz, *et al.* 2010). Sin embargo, los resultados en términos explicativos de las relaciones encontradas muestran consistencia por lo declarado por otros autores como Chong *et al.*, 2008) y Samuthiravelu *et al.*, (2010) y lo contenido en la base datos con la que se construyó el modelo. No obstante, es necesario que cuando se trabaje con modelos de regresión logística, se tenga especial cuidado con la explicación de las relaciones encontradas con las variables predictoras (Leung *et al.*, 2000), sobre todo cuando existe multicolinealidad.

Desde la perspectiva de lo que predice el modelo, la mayor probabilidad de presencia de la CRH se presenta a mayores temperaturas. Esto tiene serias implicaciones si se considera que la temperatura a consecuencia del cambio climático, se está incrementando (Bojórquez *et al.*, 2011) puesto que se esperaría que la probabilidad de la presencia de la plaga se incremente bajo esas condiciones de mayores temperaturas. Todavía se aprecia más complicado si se considera que la precipitación en la zona estudiada se mantiene (Bojórquez *et al.*, 2011), por lo que es necesario que se apliquen algunas medidas de control biológico para contrarrestar los efectos de la plaga CRH.

7. CONCLUSIONES

Los primeros registros de cochinilla rosada del hibisco (CRH) en el estado de Nayarit ocurrieron en el año 2004. Geográficamente para el 2009 se extendió a 16 de los 20 municipios de la entidad; por nivel de incidencia, la plaga se presentó en 37 ejidos con niveles altos de infestación, en 102 con niveles medios y en 49 con valores bajos, siendo una plaga predominantemente localizada en zonas urbanas y marginales, con hospedantes preferentes obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), majahua (*Hibiscus pernambucensis*), huinol (*Acacia Cymbispina*) y guanábano (*Annona muricata*).

La mayor incidencia de CRH durante el año 2009 ocurrió a partir del inicio de la primavera cuando se incrementan las temperaturas; asimismo, en el verano con el inicio del temporal de lluvias.

Al comparar la distribución de CRH durante los años 2009 y 2010 el comportamiento fue muy similar, sin embargo, se registraron niveles de infestación más bajos en 2010, los datos sugieren que la plaga se está marginando a las zonas urbanas y reduciendo su presencia.

Las condiciones ambientales en que ocurrió la presencia de CRH en Nayarit fueron muy variables, con rangos de temperatura promedio de 14.6°C en la región sierra, 16.9°C en el Centro, 21.4°C en la costa norte y 22.5°C en la costa sur; siempre con humedad relativa superior al 70%.

Las predicciones establecidas con el modelo de regresión logística señalan que la mayor probabilidad de que se presente la plaga ocurre al incrementarse las temperaturas, asimismo, con la mayor humedad en el ambiente.

Por lo anterior, se confirma que a partir de las condiciones de temperatura y de humedad del estado de Nayarit y de los resultados de la probabilidad de ocurrencia, CRH mantendrá un comportamiento creciente en su distribución, con mayor incidencia durante primavera y verano, con tendencia a reducir los niveles de incidencia y a concentrarse en hospederos de las áreas urbana y marginal.

8. LITERATURA CITADA

- Barón, L. F. y Téllez, M. F. 1995. Identificación de factores de riesgo. p. 50-57. In: Apuntes de Bioestadística. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Beardsley, J. W. 1985. Notes and exhibitions. *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Proceedings of the Hawaiian Entomological Society 25: 27.
- Boggio, G. 1997. Modelo de regresión logística aplicado a un estudio sobre enfermedad de Chagas. *Cadernos de Saúde Pública* 3:389-396.
- Bojórquez, S. J. I., González, D. J. L., Álvarez, B. A. y Marceleño, F. S. 2011. Informe técnico final del proyecto "Impacto y estrategias de mitigación del cambio climático en el estado de Nayarit". Proyecto FOMIX: Nayarit 2008-04-109589. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit.
- CESAVERNAY (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del estado de Nayarit). 2009. ¿Qué es la Cochinilla Rosada del Hibiscus (*Maconellicoccus hirsutus* GREEN)? [En línea]. Disponible en http://cesavenay.org.mx/?page_id=45 (Revisado el 25 de marzo de 2010).
- CABI (Crop Protection Compendium). 2005. Global Module. CAB International. United Kingdom.
- Cermeli, M., Morales, P. 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.
- Chong, J. H., A. L. Roda, and C. M. Mannion. 2008. Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. *Environmental Entomology*, 37: 323-332.
- Corsin, F., Turnbull, J.F., Hao, N.V., Mohan, C.V., Phi, T.T., Phuoc, L.H., Tinh, N.T.N. and Morgan, K.L. 2001. Risk factors associated with white spot syndrome virus
-

infection in a Vietnamese rice-shrimp farming system. *Diseases in Aquatic Organisms* 47, 1-12.

DGSV-SAGARPA-SENASICA (Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2008. Manual Técnico-Operativo de la Campaña contra Cochinilla Rosada del Hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)). Apéndice Técnico; 36 pp.

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2005. *Maconellicoccus hirsutus*. Data sheets on quarantine pests. Bulletin; 35: 413-415.

Etienne, J. 1999. Controle biologique de la cochenille de l'hibiscus, en Guadeloupe. Folleto. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Guadeloupe.

Ezzat, Y. M. 1958. *Maconellicoccus hirsutus* (Green), a new genus, with redescription of the species [Homoptera: Pseudococcidae-Coccoidea]. *Bulletin of the Entomological Society of Egypt* 42: 377-383.

Ferguson, A. W., Klukowski, Z., Walczak, B., Clark, S. J., Muggleston, M. A., Perry, J. N., Williams, J. H. 2003. Spatial distribution of pest insects in oilseed rape: Implications for integrated pest management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95:509-521.

Fonseca, G. J., de los Santos, P. H. M., Llanderal, C. C., Cibrián, T. D., Rodríguez, T. D. A., y Vargas, H. J. 2008. *Ips* e insectos barrenadores en árboles de *Pinus montezumae* dañados por incendios forestales. *Madera y Bosques* 14: 69-80.

Garrido, J. I., Valverde, G. P., Quesada, M. E. 2011. Use of a multiple logistic regression model to determine the effects of soil moisture and temperature on the virulence of entomopathogenic fungi against pre-imaginal Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Biological Control*. Volume 59, Issue 3. p. 366-372.

- Ghose, S. K. 1972. Biology of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae, Hemiptera). Indian Agriculture 16:323-332.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1998. La emergencia, reproducción y propagación de la cochinilla rosada en las Américas. San José, Costa Rica.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2010. Situación actual de la cochinilla rosada del hibisco Pink Hibiscus Mealybug (*Maconellococcus Hirsutus* Green) (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae en Colombia. Boletín epidemiológico.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2012. Nayarit. [En línea]. Disponible en http://mapserver.inegi.qob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/na_y_geo.cfm (revisado el 15 de marzo de 2012).
- INIFAP-SAGARPA (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Red de Estaciones Agroclimáticas de Nayarit. Datos históricos.
- Isiordia, A. N., Robles, B. A., González H. H., García M. O., Luna, E. G., Gómez, A. J. R., Álvarez, B. A., Santillán, O. C. 2011. Especies ornamentales asociadas a cochinilla rosada del hibisco (hemiptera: pseudococcidae) en Nayarit. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 483-493.
- Jiménez, F. J., Villagrán, M. y Ocete, M. E. 2006. Distribución espacial y temporal de *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepodiptera: Tortricidae) en un encinar del suroeste de España. Boletín Sanidad Vegetal Plagas 32:13-20.
- 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: 24-254.
- Leung, P.S., Tram, L.T., Fast, A.W. 2000. A logistic regresión of risk factors for disease occurrence on Asian shrimp farms. *Diseases of Aquatic Organisms* 41:65-76.
- Mani, M. 1989. A review of the Pink Mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green). *Insect Sci Applic.* Vol. 10, No. 2; pp 157-167.
- Mani, M. and Krishnamoorthy, A. 2001. Suppression of *Maconellicoccus hirsutus* on guava. *Journal Insect Environment* 2001 Vol. 6 No. 4 pp. 152.
- Marcano, R., Nienstaedt, B., Longa, S., Malpica, T. 2006. Efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo, fecundidad y fertilidad de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green), (Hemiptera: Pseudococcidae). *Entomotropica* 21:19-22.
- Martinez, R. M. 2007. La cochinilla rosada del Hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), un peligro potencial para la agricultura cubana. *Revista Protección Vegetal* 22:166-182.
- Misra, C. 1920. Some pest of cotton in North Bihar. Report of the Proceedings of the Third Entomological Meeting 2:547-561.
- Matthew, V. J. 2009. Ecological and behavioral factors associated with monitoring and managing pink hibiscus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) in the southern US. Thesis Philosophy Doctor. Virginia Polytechnic Institute and Virginia State University. p. 146.
- May, J. J., and H. Zetina. 2003. Pink hibiscus mealybug. Programme in Belice, 2003. *In* NAPPO Annual Report 2002 – 2003, NAPPO. New Orleans.
- Meyerdirk D, Warkentin R, Atavian B, Gersabeck E, Francis A, Adam M, Francis G. 1998. Biological control of pink hibiscus mealybug. Project Manual. Animal and Plant Health Inspection (APHIS), USDA, EUA.

- Meyerdirk, D.; Warkenin, R.; Attavian, B.; Gersabeck, E.; Francia, A.; Adams, M. y Francis, E. 2000. Manual del Proyecto para el Control. Revista Protección Vegetal Vol. 22 No. 3 p. 182.
- Meyerdirk, D. E., R. Warkentin, B. Attavian, E. Gersabeck, A. Francis, M. Adams, and G. Francis. 2001. Biological control Pink Hibiscus Mealybug project manual. USDA.
- Meyerdirk, D. E., R. Warkentin, B. Attavian, E. Gersabeck, A. Francis, M. Adams, G. Francis. 2003. Manual del proyecto para el control biológico de la cochinilla rosada del hibisco. Trad. IICA. 2ed. San José, Costa Rica. USDA – IICA. P. irr. Archivo PHM_Espanol.pdf.
- Michaud, J. P., and G. A. Evans. 2000. Current status of pink hibiscus mealybug in Puerto Rico including a key to parasitoid species. Florida Entomologist.
- Miller, J. C., Miller, J. N. 1993. Estadística para Química Analítica. 2ª Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, España. p.147.
- Misra, C. S., 1920. Turka, disease of mulberry. Proc. 3rd Ento. Meeting, Pusa, 1919, 25: 609-618.
- Ojasti, J. 2001. Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. Biblioteca digital andina, Caracas, Venezuela.
- Padilla, M.R. 2000. Bioecología de la cochinilla rosada y su riesgo de ingreso en Honduras. Revista Manejo Integrado de Plagas; no. 57, 5p.
- Patil, S. V., Patil C. D., Salunkhe, R. V., Maheshwari, V. L. y Salunke, B. K. 2011. Studies on life cycle of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), on different hosts at different constant temperatures. Crop Protection 30:1553-1556.
- Pérez, Argüelles y Aguilera. 2010. Distribución espacial de *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de papa. Revista Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria.

- Persad, A., y A. Khan. 2002. Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*, and *Anagyrus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* *Scymnus coccivora*. *BioControl* 47: 137-149.
- DOE (Diario Oficial Estatal). 2011. Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011. Tepic, Nayarit.
- DOE (Diario Oficial Estatal). 2012. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017. Tepic, Nayarit.
- Pioro, B. 2006. Mealybug invades Grand Cayman. *Caymanian Compass*, Cayman FreePress. [En línea]. Disponible en <http://www.caycompass.com/cgi-bin/CFPnews.cgi?ID=1014261#commnts> (revisado el 26 de mayo de 2010).
- Roltsch, W. J., D. E. Meyertdirk, and R. Wajkentin. 2000. Pink hibiscus mealybug biological control in Imperial Valley. In: Woods, D. M. (Ed.). *Biological Control Program*. California Department of Food and Agriculture, Plants Health and Pest Prevention Services.
- Rosas, G., Ninfa, M., Parra, B. y Gaspar M. 2011. Incidencia de la cochinilla rosada del hibisco en cultivares de mango de Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, Agosto-Sin mes, 407-418.
- Ruiz, V. J. M. J., Hernández, L. A., Gómez, M. V. M. y Magallón, F. 2010. Dynamics of intensive production of shrimp *Litopenaeus vannamei* affected by white spot disease. *Aquaculture* 300: 113-119.
- SAF (Sistema de Alerta Fitosanitaria). 2002. La cochinilla rosada (CR) en Florida (EU). Noticias sobre brotes de plagas del Sistema de Alerta Fitosanitaria de la NAPPO.
- Sagarra, L. A., and D. D. Peterkin. 1999. Invasion of the Caribbean by the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae).
- Samuthiravelu, P., Ravikumar, J., Qadri, M. S. H., Hemanthkumar, L. and Jayarac, S. 2010. Influence of abiotic factors on population dynamics of leaf webber *Diaphania pulverulentalis* and its natural enemies in mulberry. *J. Biopesticides*. 3(1):37-42.
-

- Santiago-Islas, T., A. Zamora-Cruz, E. A. Fuentes-Temblador, L. Valencia-Luna, y H. C. Arredondo-Bernal. 2008. Cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). In: H. C. Arredondo-Bernal, y L. A. Rodríguez del Bosque (eds). Casos de Control Biológico en México. 1ª edición. Mundi Prensa México. México, D. F. p. 177-190
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2010. Cochinilla Rosada. Sanidad Vegetal. Campañas y Programas Fitosanitarios [En línea]. Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/?id=1525> (revisado el 24 de junio de 2010).
- SIAP-SAGARPA (Sistema de Información Agrícola y Pecuaria - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. SAGARPA. [En línea]. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/SIAP.2011> (revisado el 8 de junio de 2012).
- SINAVEF (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria). 2010. Reporte Epidemiológico cochinilla rosada del hibisco [En línea]. Disponible en http://portal.sinavef.gob.mx/documentos/BoletinesVarios/4_2_5RE_CRH001.pdf (revisado el 18 de noviembre de 2011).
- Tannure y Mazza. 2004. Caracterización geoestadística de la distribución espacial de *Alabama argillacea* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del algodónero (2004). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Noroeste.
- Tu, J. V. 1996. Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes. *Journal of Clinical Epidemiology* 49:225-1231.
- USDA, 1999. The pink hibiscus mealybug. Pest Alert 81-35-005, p. 2.

- USDA - APHIS. 1998. Pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green). International Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico.
- Vargas, Obando y Gómez. 2005. Diagnóstico de la situación de *Diatraea spp* en el valle del río Cauca. Carta Trimestral, Año 27, Nos. 3 y 4, Cenicafsa, Cali.
- Vallenilla. 2005. Distribución y fluctuación poblacional de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* Green, en el Oriente de Venezuela durante el periodo enero-diciembre de 2004. Entomotropica; Vol. 20(2): 127-204.
- Williams, D. 1985. Australian mealybugs. London, British Museum. 431 pp.
- Yañez, L. J. 2010. Plantas silvestres hospederas de la cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) en Nayarit. Tesis de licenciatura. Unidad Académica de Agricultura, Xalisco, Nayarit.
- Zhang, A., D. Amalin, S. Shirali, M.S. Serrano, R.A. Franqui, J.E. Oliver, J.A. Klun, J.A. Aldrich, D. E. Meyerdirk, and S.L. Lapointe. Sex pheromone of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*, contains an usual cyclobutanoid monoterpene. Proceedings of the National Academy of Sciences. USA 2004;101: 9601-9606.
- Zetina, D.H., Llanderal, C. C., de los Santos, P. H. M. 2011. Logistic regression analysis to predict parasitism in larvae of *Comadia redtenbacheri* (Lepidoptera: Cossidae). Entomotropica 26(1): 1-6.

ANEXOS

Las condiciones ambientales de Nayarit

A continuación se describen las condiciones ambientales que prevalecieron en el año 2009 de las estaciones climatológicas en el estado de Nayarit del Sistema Estatal de Monitoreo Agro-climático (INIFAP-SAGARPA, 2011), agrupadas cada una en la región que le corresponde, estas son las que estuvieron dentro de los muestreos de CRH.

En la región norte se encuentran los municipios de Acaponeta, Rosamorada, Santiago Ixcuintla y San Blas, los datos de las estaciones climatológicas que se usaron fueron las localizadas en la cabecera municipal de Acaponeta (Figura 1) y Rosamorada (Figura 2), INIFAP (Figura 3), Amapa (Figura 4) y Las Palmas (Figura 5), respectivamente.

Los incrementos en las temperaturas se observan a partir de la semana 23 (1 de junio de 2009) en las cinco estaciones mencionadas. Acaponeta, Rosamorada, INIFAP y Amapa tienen temperaturas de 25 y 26°C y Las Palmas de 24 y 25°C, en el periodo de incremento citado.

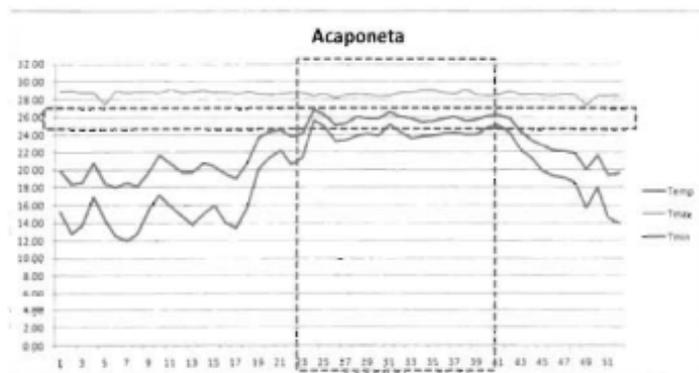


Figura 1. Incrementos de la temperatura de la estación "Acaponeta" en Acaponeta, Nayarit, 2009.

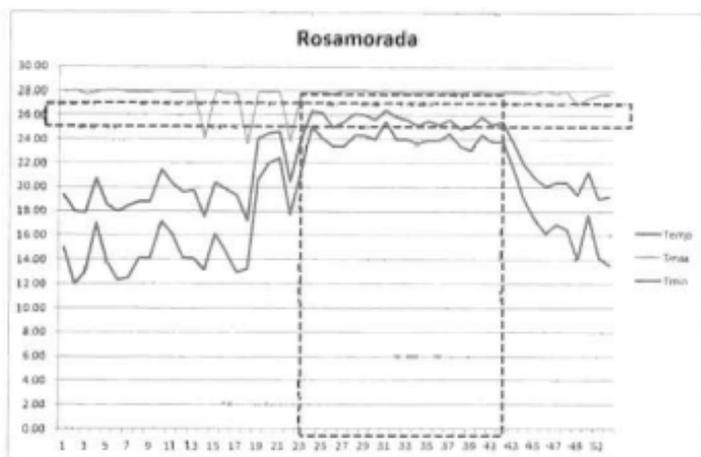


Figura 2. Incrementos de la temperatura de la estación "CBTA" en Rosamorada, Nayarit, 2009.



Figura 3. Incrementos de la temperatura de la estación INIFAP, Santiago Ixcuintla, Nayarit, 2009.



Figura 4. Incrementos de la temperatura en la estación Amapa, Santiago Ixcuintla, Nayarit, 2009.

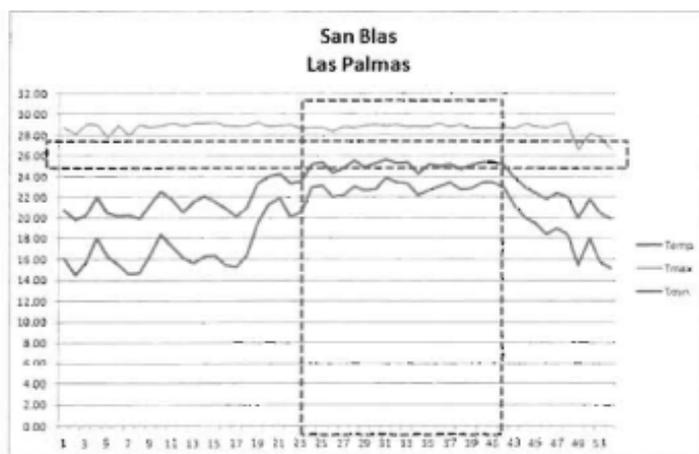


Figura 5. Incrementos de la temperatura de la estación Las Palmas, San Blas, Nayarit, 2009.

Tepic (Figura 6) representa la región centro, con incrementos en temperatura promedio de 22 y 23°C a partir de la fecha 1 de junio y hasta el 11 de octubre.

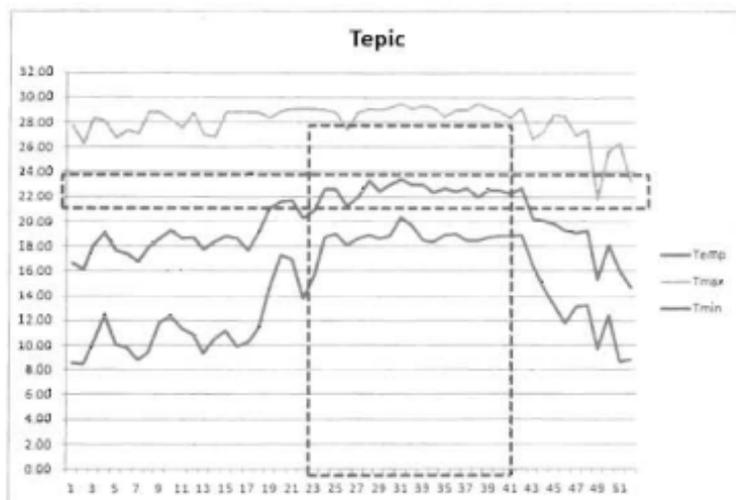


Figura 6. Incrementos de la temperatura de la estación en la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), Tepic, Nayarit, 2009.

Los municipios de Compostela y Bahía de Banderas forman la región Sur, de los cuales se usaron los datos de las estaciones climáticas de las localidades de Las Varas (Figura 7), Ixtapa (Figura 8), El Capomo (Figura 9), Monteón (Figura 10), San Juan de Abajo (Figura 11) y Valle de Banderas (Figura 12). Estas estaciones mantienen una temperatura promedio de 25 ° a 26°C.

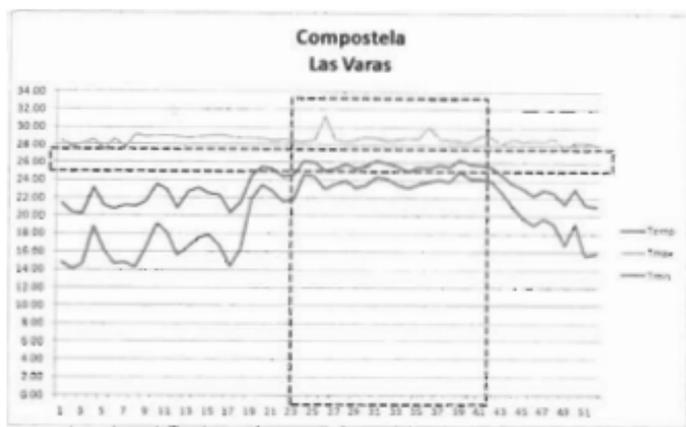


Figura 7. Incrementos de la temperatura de la estación Las Varas, Compostela, Nayarit, 2009.

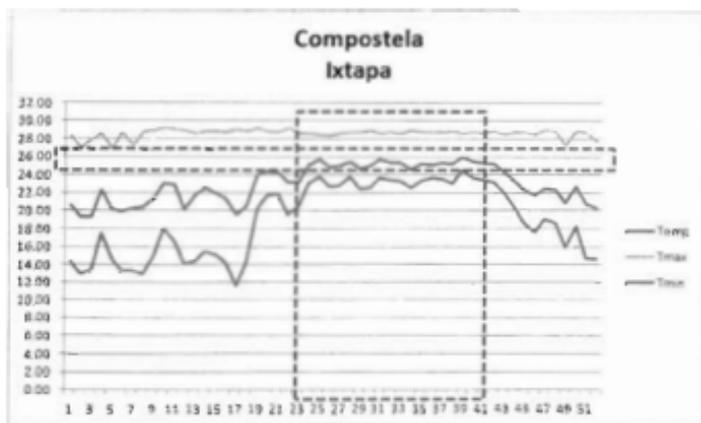


Figura 8. Incrementos de la temperatura de la estación Ixtapa, Compostela, Nayarit, 2009.

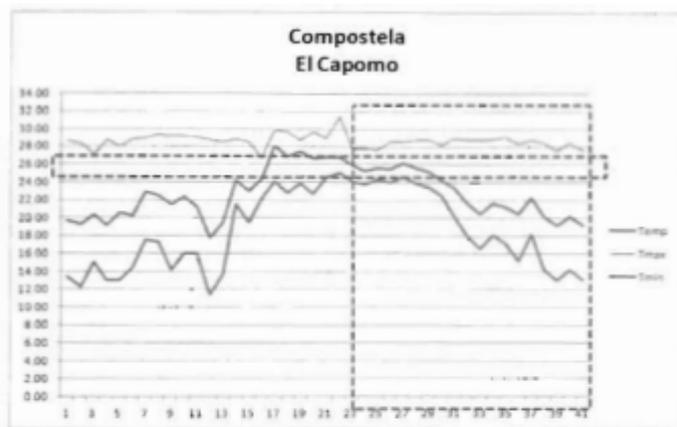


Figura 9. Incrementos de la temperatura en la estación El Capomo, Compostela, Nayarit, 2009.

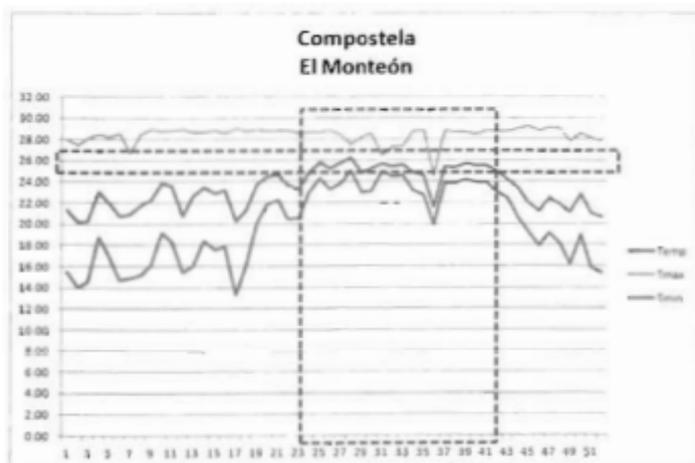


Figura 10. Incrementos de la temperatura en la estación El Monteón, Compostela, Nayarit, 2009.

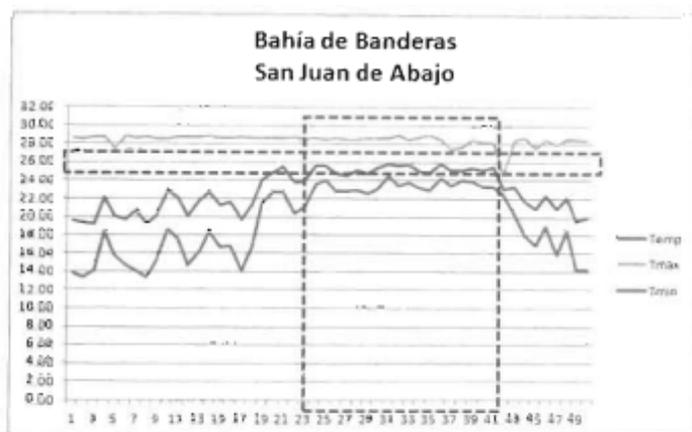


Figura 11. Incrementos de la temperatura de la estación San Juan de Abajo, Bahía de Banderas, Nayarit, 2009.

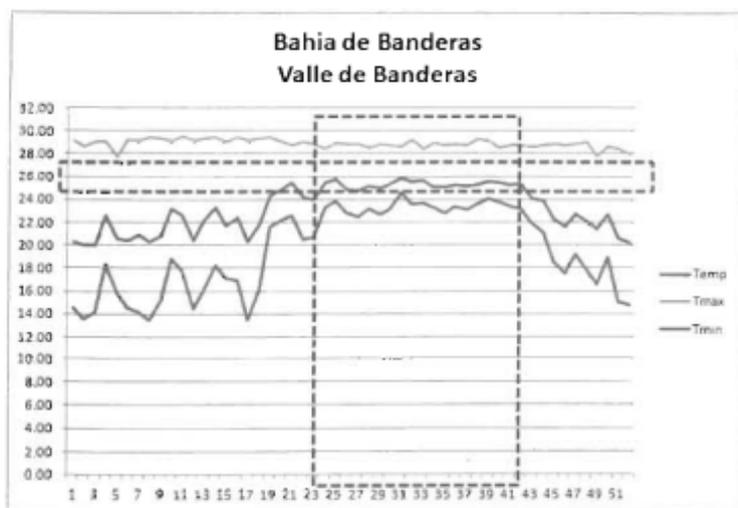


Figura 12. Incrementos de la temperatura de la estación Valle de Banderas, Bahía de Banderas, Nayarit, 2009.

La región Sierra está representada por los municipios de Huajicori (Figura 13) y El Nayar en la localidad Mesa del Nayar (Figura 14). La primera, mantiene una temperatura promedio de 26°C, mientras que la segunda registra 21 y 22°C.

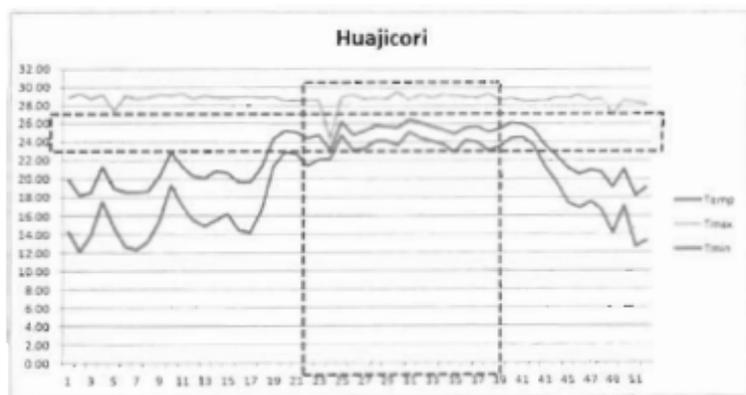


Figura 13. Incrementos de la temperatura de la estación Huajicori, Huajicori, Nayarit, 2009.

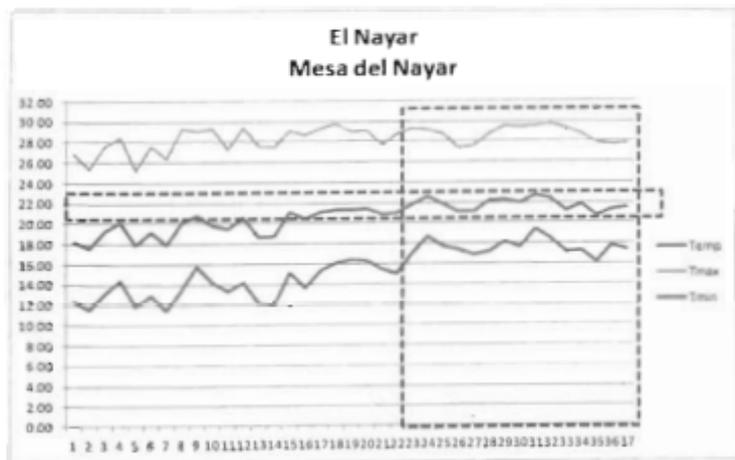


Figura 14. Incrementos de la temperatura de la estación Mesa del Nayar, El Nayar, Nayarit, 2009.

De acuerdo a los rangos de temperatura encontrados por Chong *et al.* (2008) y a los resultados que obtuvo Marcano *et al.*, 2006, las condiciones en el estado de Nayarit son ideales para la presencia y desarrollo de CRH con mayor probabilidad a partir de la semana 23, que corresponde a partir del 1 de junio concluyendo el 11 de octubre (semana 41).

Anexo 2. Condiciones ambientales y niveles de infestación de CRH en Nayarit

La campaña de muestro contra CRH se lleva a cabo desde 2004 en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit; recorriendo zonas urbanas, marginales, agrícolas, forestales y viveros (SAGARPA/SENASICA, 2008) con el fin de evitar que esta se disperse a más lugares; siendo así, las condiciones ambientales bajo las cuales se llevaron estos muestreos en 2009 fueron como se describen a continuación.

En la estación del municipio de Acaponeta, el cuadro 2, muestra los tres niveles de infestación (bajo, medio y alto) (SAGARPA/SENASICA, 2008) en un rango de temperatura de 23 a 26 °C, para bajo y medio hubo una precipitación de hasta 135 mm con una humedad relativa de 85% mientras que para alto la precipitación fue nula con 73%, lo anterior con mayor presencia en el área urbana (Figura 15 y 16).

Cuadro 1. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH en la estación climática Acaponeta en Acaponeta, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	23.10	28.64	20.06	0 - 135	85.98
Medio	24.18	28.67	21.21	0 - 87.60	85.66
Alto	26.83	28.41	25.61	0	73.86

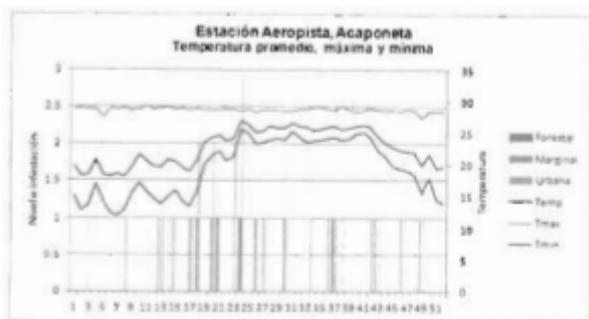


Figura 15. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Acaponeta en Acaponeta, 2009.



Figura 16. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Acaponeta en Acaponeta, 2009.

El nivel de intensidad bajo y medio tuvo una temperatura promedio de 23°C y una humedad relativa de 84 y 62% respectivamente; en contraparte a esto el nivel alto se registró dentro de una máxima de 28°C sin precipitación aparente con 73% (Figura 17 y 18), datos de la estación climática de Huajicori en 2009 (cuadro 3).

Cuadro 2. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH en la estación climática Huajicori en Huajicori, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Minima		
Bajo	23.56	28.60	20.80	0 - 168.00	84.53
Medio	23.10	24.30	22.20	0	62.16
Alto	20.34	28.88	15.56	0	73.60

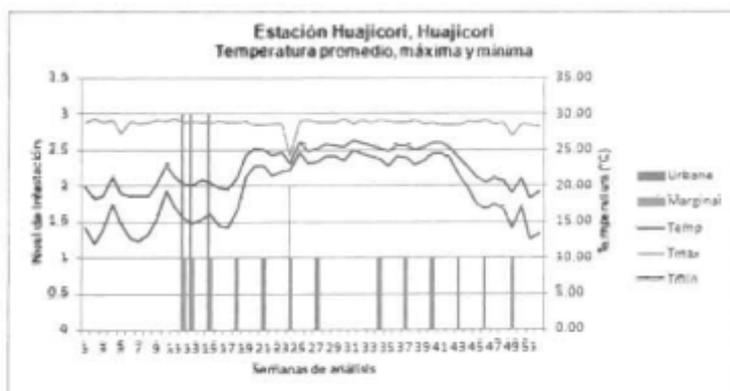


Figura 17. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Huajicori en Huajicori, 2009.

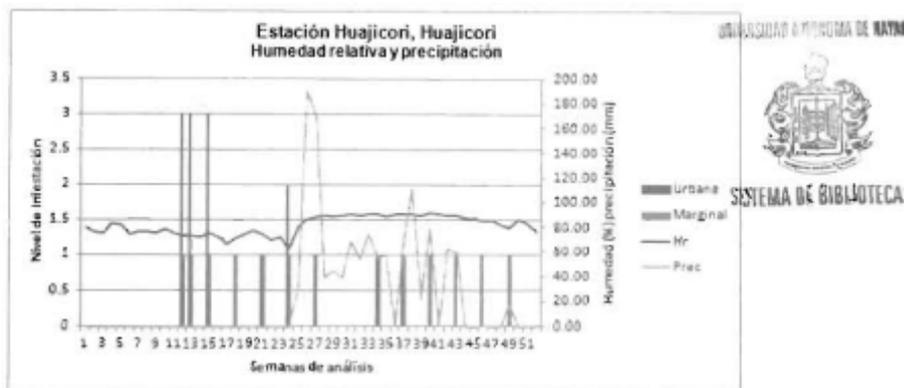


Figura 18. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Huajicori en Huajicori, 2009.

En la estación climática de Rosamorada, los niveles bajo, medio y alto, se registraron con temperaturas promedio de 23, 25 y 21 °C, con una humedad relativa de 89% (bajo y medio) y 87 en nivel alto (cuadro 4), en el área urbana se registraron los niveles altos y la agrícola y marginal con infestaciones bajas (Figura 19 y 20).

Cuadro 3. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática CBTA en Rosamorada, 2009.

Intensidad	Temperatura °C			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	23.13	27.26	20.59	0 - 59.60	89.03
Medio	25.31	27.84	23.66	40.40 - 214.40	89.74
Alto	21.41	28.03	17.19	0	87.39



Figura 19. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática CBTA en Rosamorada, 2009

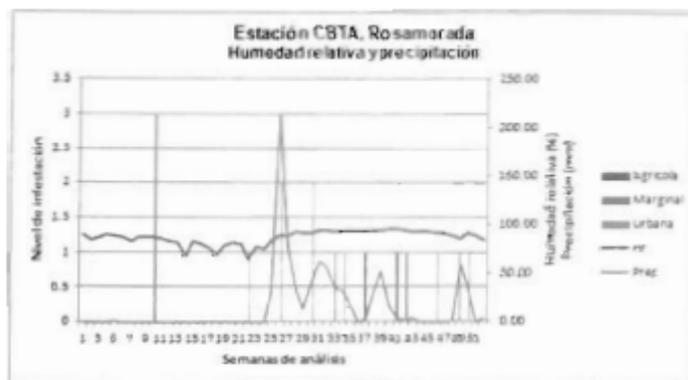


Figura 20. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática CBTA en Rosamorada, 2009.

Las estaciones climáticas en el municipio de Santiago Ixcuintla registraron la presencia de CRH en nivel bajo. La estación INIFAP con una máxima de 28°C, mínima de 21°C y en promedio 24°C, precipitación de 92 mm y 70% (cuadro 5), las áreas marginal y

urbanas con muestreos que indicaron la presencia de *M. hirsutus* en intensidad baja (Figura 21 y 22).

Cuadro 4. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática INIFAP en Santiago Ixcuintla, 2009.

Intensidad	Temperatura °C			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	24.08	28.49	21.28	0 - 92.80	70.85

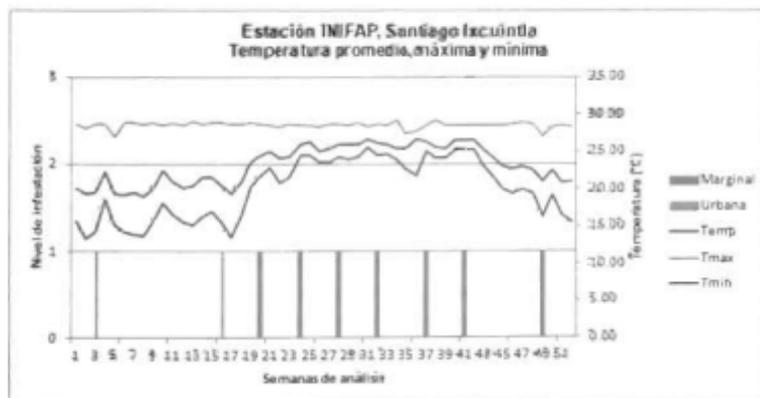


Figura 21. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática INIFAP en Santiago Ixcuintla, 2009

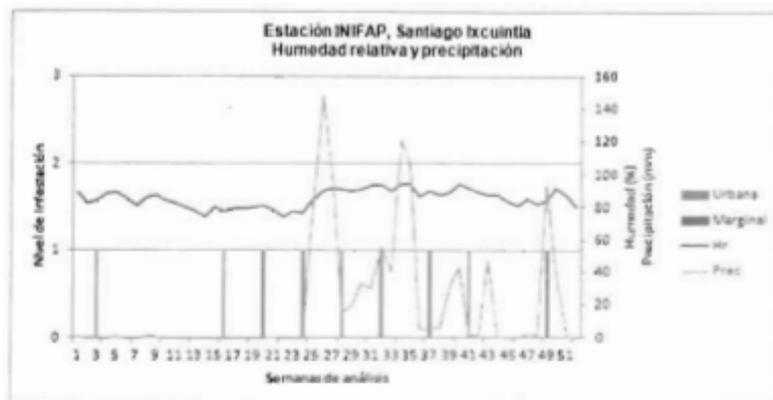


Figura 22. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática INIFAP en Santiago Ixcuintla, 2009

En la localidad de Pozo de Ibarra se registró una temperatura promedio de 23°C, precipitación de 140 mm con 84% (cuadro 6) las mismas condiciones para las áreas urbana, agrícola y marginal (Figura 23 y 24).

Cuadro 5. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática Pozo de Ibarra en Santiago Ixcuintla, 2009.

Intensidad	Temperatura °C			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	23,46	28,78	20,50	0 - 140,00	84,79

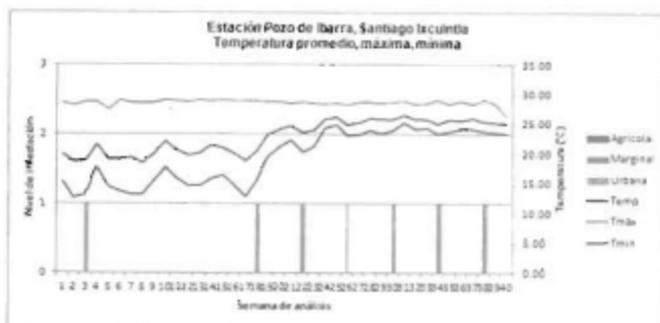


Figura 23. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Pozo de Ibarra en Santiago Ixcuintla, 2009.

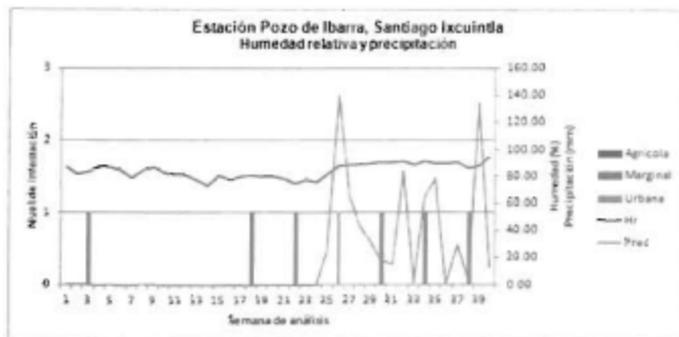


Figura 24. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Pozo de Ibarra en Santiago Ixcuintla, 2009.

Temperatura promedio de 21°C, precipitación 13 mm y humedad relativa de 83% fueron las condiciones que se registraron durante el muestreo en esta localidad (cuadro 7), las infestaciones de CRH se mantuvieron bajas tanto en urbana como en marginal (cuadro 25 y 26).

Cuadro 8. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática Amapa en Santiago Ixcuintla, 2009.

Intensidad	Temperatura °C			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	21.51	27.88	17.56	0 - 13.40	83.18



Figura 25. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Amapa en Santiago Ixcuintla, 2009.

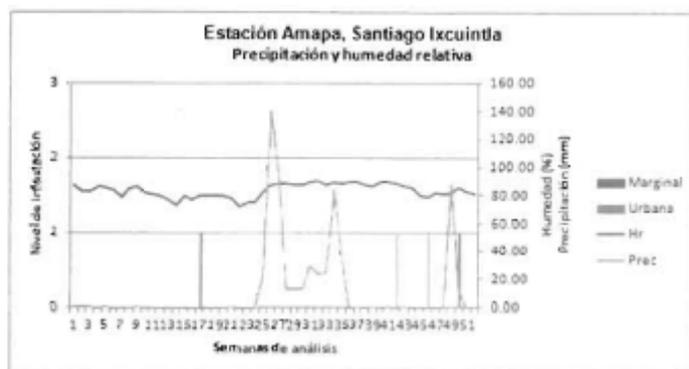


Figura 26. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Amapa en Santiago Ixcuintla, 2009.

La estación climática ubicada en Las Palmas, registró 23°C, 197 mm y 89% (cuadro 8), intensidad de la plaga en nivel bajo en áreas agrícolas y urbanas (Figura 27 y 28).

Cuadro 7. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática Las Palmas en San Blas, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	23.85	28.73	21.21	0 - 197.40	89.02

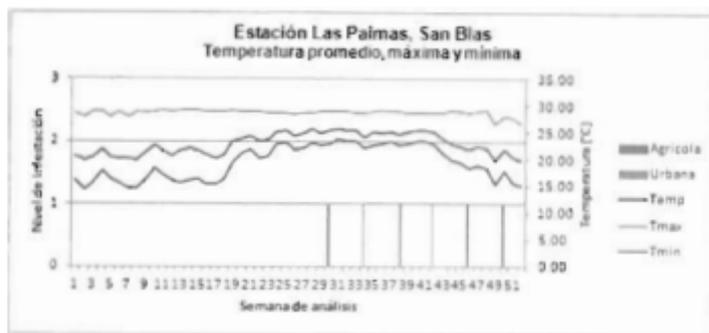


Figura 27. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Las Palmas en San Blas, 2009.

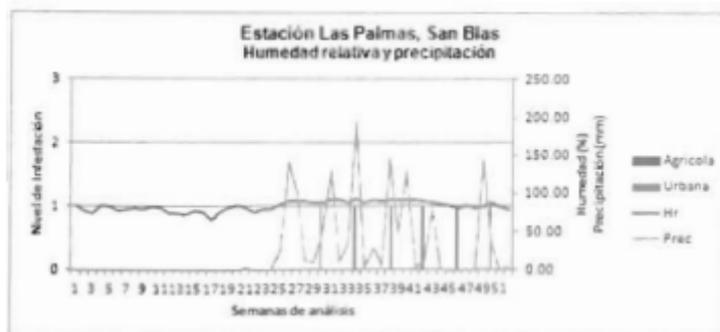


Figura 28. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Las Palmas en San Blas, 2009.

Las estaciones climáticas en el municipio de Compostela en donde se muestreo fueron: Las Varas, Ixtapa, El Capomo y El Monteón. La primera, dentro de sus monitoreos registro temperaturas de 24°C en promedio, con una precipitación mayor a los 81 mm y una humedad relativa de 82 (nivel medio) a 87 (bajo y alto) (cuadro 9). Niveles de infestación alto en área marginal y urbana (Figura 29 y 30).

Cuadro 8. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática Las Varas en Compostela, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	24.39	28.82	21.64	0 - 67.40	87.03
Medio	25.71	28.54	23.59	4.80 - 104.00	82.24
Alto	24.78	28.48	22.34	0 - 81.80	87.54

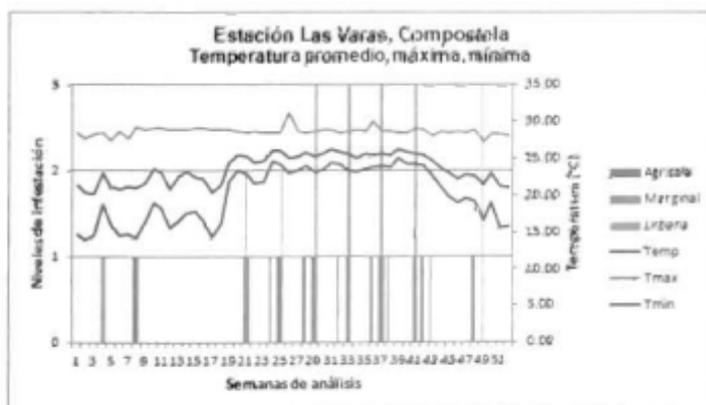


Figura 29. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Las Varas en Compostela, 2009.

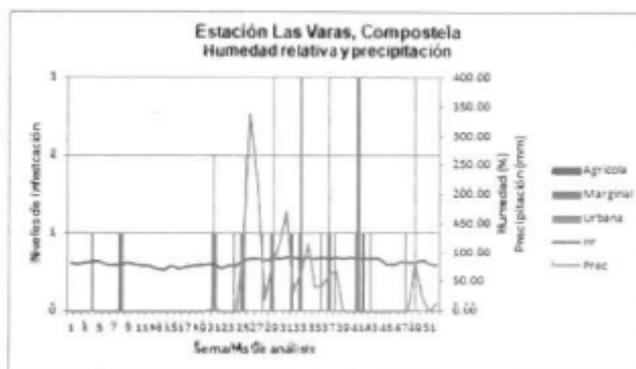


Figura 30. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Las Varas en Compostela, 2009.

En esta estación climática (Ixtapa) se registraron niveles bajos y medios; con temperaturas promedio de 22 a 24°C, con precipitaciones menores a 185 mm y humedad relativa de 86 y 93% (cuadro 10) en donde las áreas muestreadas fueron la agrícola, urbana y marginal (Figura 31 y 32).

Cuadro 9. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática Ixtapa en Compostela, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	22.74	28.51	18.71	0 - 172.80	86.17
Medio	24.19	28.89	21.34	15.20 - 185.40	93.07

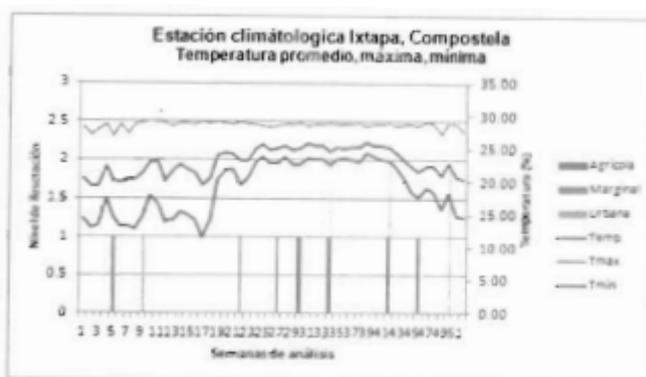


Figura 31. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Ixtapa en Compostela, 2009.

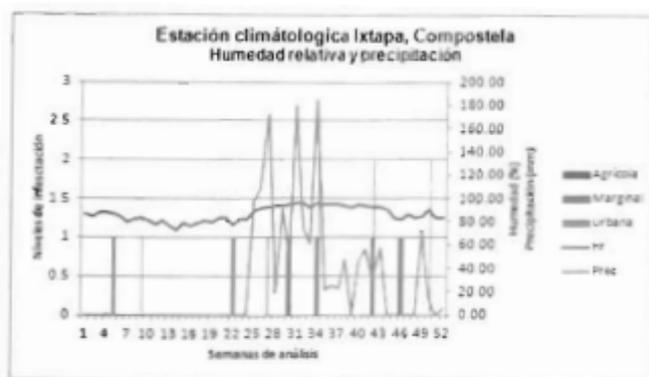


Figura 32. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Ixtapa en Compostela, 2009.

Las condiciones ambientales en que se registró la presencia de CRH en la estación El Capomo fue de 22°C, precipitación de 66 mm y 86% (nivel bajo) para el nivel medio fue

de 23°C, precipitación nula y 82% (cuadro 11). El área marginal tuvo mayor presencia del insecto con respecto a la urbana y agrícola (Figura 33 y 34).

Cuadro 10. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática El Capomo en Compostela, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Minima		
Bajo	22.83	28.38	19.03	0 - 66.00	86.21
Medio	23.47	28.73	20.10	0	82.4

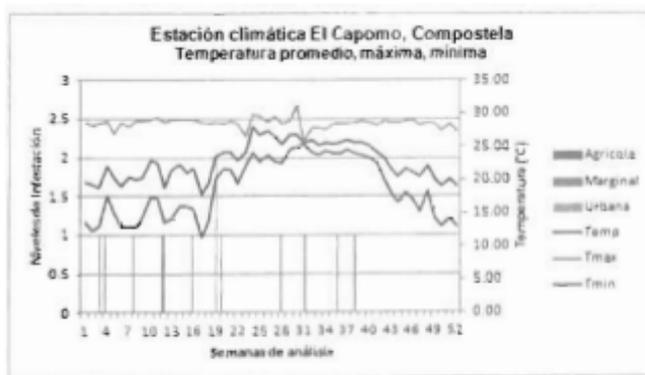


Figura 33. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática El Capomo en Compostela, 2009.

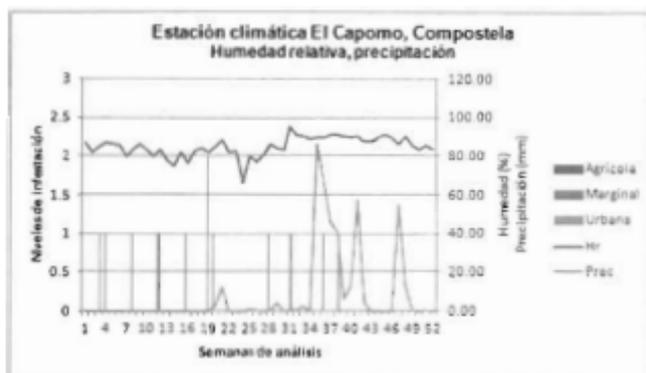


Figura 34. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática El Capomo en Compostela, 2009.

Nivel de infestación bajo con 22°C, precipitación de 80.60 mm y 88% y nivel medio con 22°C, precipitación nula y 78% son las condiciones ambientales que se registraron en la estación climatológica de El Monteón (cuadro 12); y fue en el área urbana donde los niveles de infestación de la plaga llegó a nivel medio (Figura 35 y 36).

Cuadro 11. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática El Monteón en Compostela, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Minima		
Bajo	22.93	27.31	19.91	0 - 80.60	88.08
Medio	22.81	28.75	16.81	0	78.25

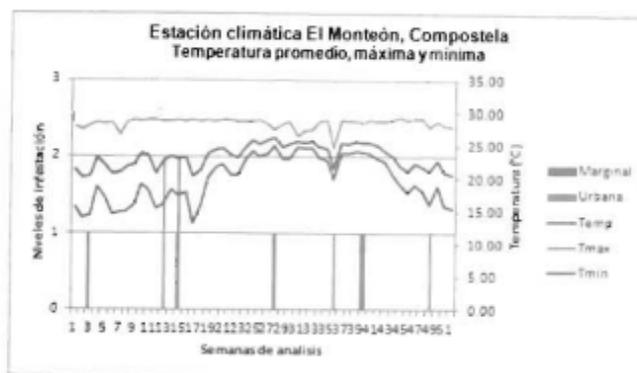


Figura 35. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática El Monteón en Compostela, 2009.

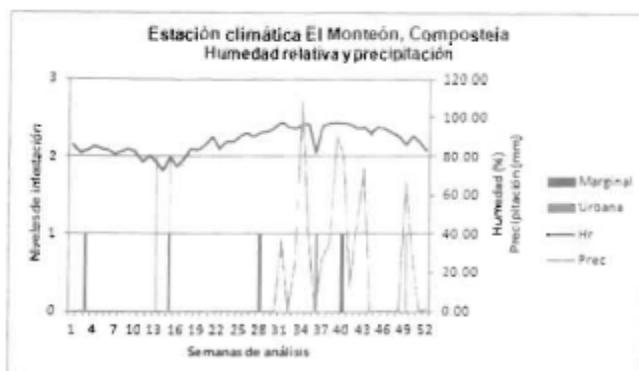


Figura 36. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática El Monteón en Compostela, 2009.

El municipio de Bahía de Banderas estuvo representado por dos estaciones climáticas (en los muestreos de CRH) la primera en la localidad de San José del Valle y la otra en Valle de Banderas.

Niveles de infestación medio en el área agrícola y bajo en la zona marginal (Figura 37 y 38) con condiciones ambientales similares, temperatura media de 22.95°C precipitación de 0 a 36.20 mm y humedad relativa entre 81 y 91% (cuadro 13) es lo que se registro en la estación climatológica de San Juan de Abajo durante los muestreos en el municipio de Bahía de Banderas en 2009.

Cuadro 12. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática San Juan de Abajo, Bahía de Banderas, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	22.95	28.30	19.65	0	81.56
Medio	22.95	28.30	19.65	36.20 - 11.20	91.97

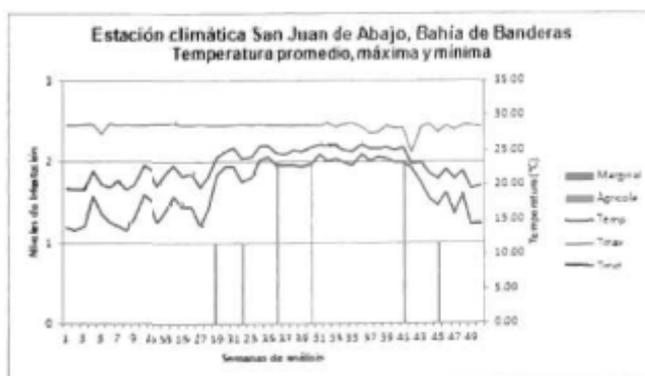


Figura 37. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática San Juan de Abajo, Bahía de Banderas, 2009.

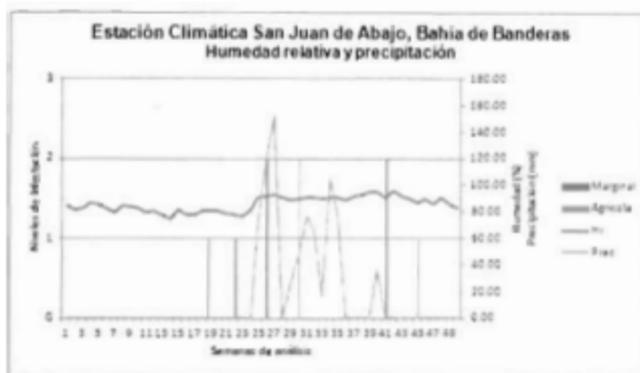


Figura 38. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática San Juan de Abajo, Bahía de Banderas, 2009.

Los registros mostraron que en Valle de Banderas las condiciones cuando se presentaron los niveles de infestación de CRH: bajo, medios y altos; con temperatura promedio de 25°C, un rango de precipitación de 0 a 120.40 mm y 86.51 a 91.90% (cuadro 14), el área marginal tuvo infestaciones altas y la urbana registro presencia de CRH en nivel medio (Figura 39 y 40).

Cuadro 13. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática Valle de Banderas, Bahía de Banderas, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	25.37	28.76	23.14	72.2	86.51
Medio	25.33	26.74	23.21	0 - 120.40	93.16
Alto	25.02	29.24	22.75	40.5	91.90



Figura 39. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Valle de Banderas, Bahía de Banderas, 2009.

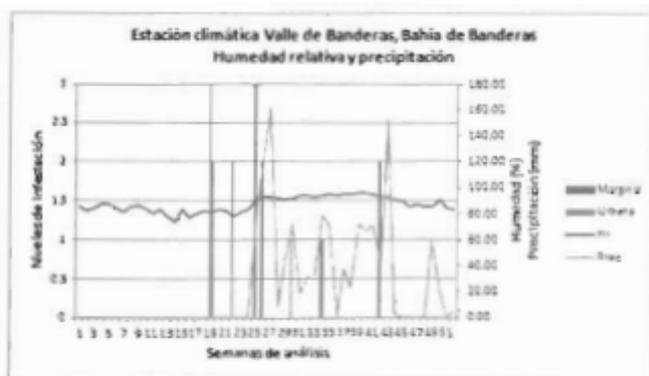


Figura 40. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Valle de Banderas, Bahía de Banderas, 2009.

Temperaturas entre 19 y 21°C se registraron durante los muestreos de CRH en la capital del estado (Tepic) con una humedad relativa (59, 71 y 74%) muy marcada entre

los diferentes niveles de infestación (cuadro 15) en zonas urbanas y área de viveros (Figura 41 y 42).

Cuadro 14. Condiciones ambientales en las que se registraron niveles de infestación de CRH de la estación climática Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Minima		
Bajo	20.41	29.01	14.01	0 - 2.20	74.51
Medio	19.09	28.84	11.37	0	59.66
Alto	21.71	29.13	16.91	30.00	71.71

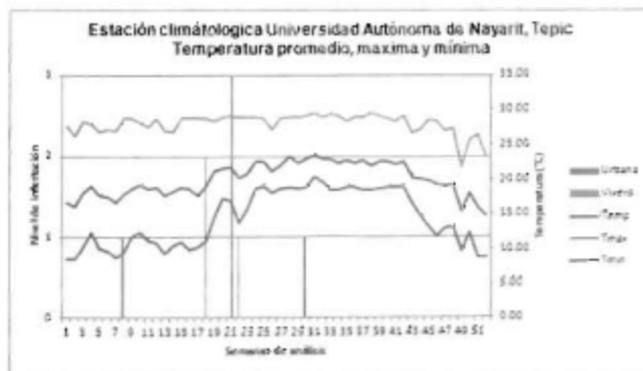


Figura 41. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, 2009.

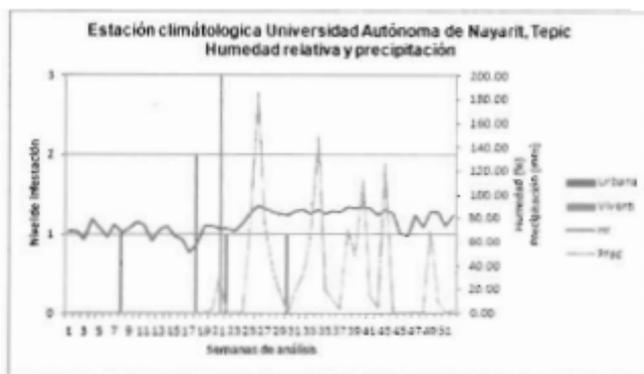


Figura 42. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, 2009.

Finalmente, la estación climatológica de Mesa del Nayar, registra nivel bajo con temperatura de 21.46 °C, precipitación de hasta 78 mm y 67.65%; nivel medio con 22.29 °C, un rango de precipitación 4.80 a 7.40 mm y 76.01%; mientras que el nivel alto tuvo 20.43 °C precipitación nula y 23.63% (cuadro 16) con mayor presencia de la plaga en la zona marginal (Figura 43 y 44).

Cuadro 15. Datos de la estación climática Mesa del Nayar, El Nayar, 2009.

Intensidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	máxima	Mínima		
Bajo	21.46	28.65	16.79	0 - 78.00	67.65
Medio	22.29	29.66	18.25	4.80 - 7.40	76.01
Alto	20.43	26.71	13.67	0	23.63

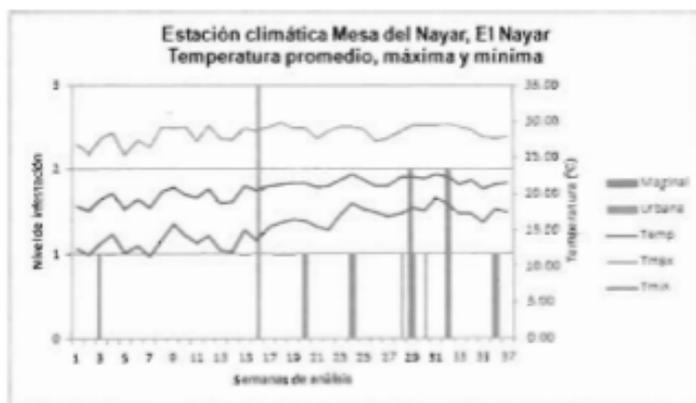


Figura 43. Niveles de infestación y temperatura con respecto al área de muestreo de la estación climática Mesa del Nayar, El Nayar, 2009.

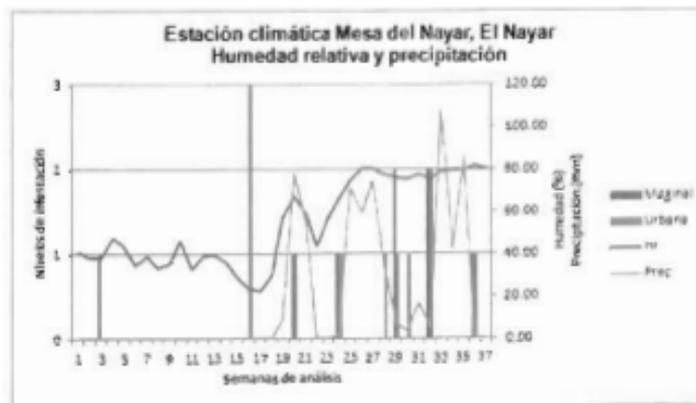


Figura 44. Niveles de infestación, precipitación y humedad relativa con respecto al área de muestreo de la estación climática Mesa del Nayar, El Nayar, 2009.