

Universidad De San Carlos De Guatemala

Centro Universitario De Santa Rosa

Sección Nueva Santa Rosa

Instituto De Investigaciones Agronómicas CUNSARO -IIACUNSARO-

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a book, surrounded by a blue and green landscape. The shield is set against a background of a globe. The outer ring of the seal contains the Latin text "CAROLINA ACADENIA COACTEM" at the top and "CETTERAS ORBIS CONSPICUA" at the bottom.

Trabajo De Graduación

**Diagnóstico, Servicios E Investigación Ejecutados En El Proyecto Cecilio De La
Empresa Semillas Del Campo S.A., Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala, C.A.**

Ponente: Claudia Marina Ortiz Monroy, Registro Académico: 201446577

Código Único de Identificación: 3100 86973 0614

Asesor: M.Sc. Agra. Astrid Victoria Cristina Hernandez Archila

Guatemala, Septiembre 202

Universidad De San Carlos De Guatemala -USAC-

Centro Universitario De Santa Rosa -CUNSARO-

Sección Nueva Santa Rosa

Diagnóstico, Investigación Y Servicios Ejecutados En El Proyecto Cecilio De

La Empresa Semillas Del Campo S.A., Nueva Santa Rosa, Santa Rosa,

Guatemala, C.A.

Trabajo De Graduación

Presentado A La Honorable Consejo Directivo Del Centro Universitario De Santa

Rosa -CUNSARO- De La Universidad De San Carlos De Guatemala

Por

Claudia Marina Ortíz Monroy

En El Acto De Investidura Como

Ingeniera Agrónoma

En Sistemas De Producción Agrícola

En El Grado Académico De Licenciada

Guatemala, Septiembre 2020

Universidad De San Carlos De Guatemala -USAC-

Centro Universitario De Santa Rosa -CUNSARO-

Sección Nueva Santa Rosa

Instituto De Investigaciones Agronómicas CUNSARO -IIACUNSARO-

Rector Magnifico

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos

Consejo Directivo del Centro Universitario de Santa Rosa

Presidente Del Consejo Directivo: M.A. Ing. Cristiam Armando Aguirre Chinchilla

Secretario Del Consejo Directivo: Lic. José Luis Aguirre Pumay

Representante De Docentes: Lic. Walter Armando Carvajal Díaz

Representante De Docentes: Lic. Axel Edgardo Lone Ayala

Representante De Egresados: Licenciada Claudia Marisela González

Representante Estudiantil: Bachiller Héctor Edmundo Pablo Solís

Representante Estudiantil: Lic. Fredy Rolando Lemus López

Guatemala, Septiembre 2020

Coordinación Académica

Lic. José Luis Aguirre Pumay
Secretario Centro Universitario

Lic. Eddy René Mejía García
Coordinador Licenciatura En Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario, Cuilapa

Lic. Carlos Humberto Ordoñez Choc
Coordinador Técnico y Licenciatura en Administración de Empresas, Cuilapa

M.A. Lic. Amelia Raquel Sopony Pérez
Coordinadora Turismo

Lic. Elman Erik González Ramos
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía, Cuilapa

Lic. Juan Alberto Martínez
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía, Chiquimulilla

Lic. Alex Edgardo Lone Ayala
Coordinador Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales Abogado y Notario,
Chiquimulilla

Lic. Héctor Antonio Arriaza Álvarez
Coordinador Técnico y Licenciatura en Administración de Empresas, Chiquimulilla

Lic. Selvin Minray Guevara
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía Taxisco

Ing. Jorge Luis Roldan Castillo
Coordinador Agronomía Nueva Santa Rosa

Lic. Obdulio Rosales Dávila
Coordinador Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales Abogado y Notario
Nueva Santa Rosa

Guatemala, Septiembre 2020

Guatemala, septiembre de 2020

Honorable Consejo Directivo
Honorable Tribunal Examinador
Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-
Sección Nueva Santa Rosa
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación realizado en la “En el Proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Campo S.A., Nueva Santa Rosa, Santa Rosa.”, de febrero a noviembre 2019; como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Claudia Marina Ortiz Monroy

ACTO QUE DEDICO A:

Dios: por haberme dado la vida y sabiduría, durante estos años el sacrificio fue grande pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo.

Mis padres; Edy Ortiz y Mari Monroy, gracias a ustedes logre todo esto, por ser de mí una persona de bien, por su apoyo incondicional, por sus consejos da oído a la sabiduría inclina tu corazón al atendimiento y alzas tu voz al entendimiento entonces entenderás el temor del Señor y descubrirás el conocimiento de Dios este logro es de ustedes.

Mis abuelos: Alfredo Ortiz (Q.E.P.D) que desde el cielo celebre este triunfo, a Hercilia, Eusebia y Eusebio por sus sabios consejos y brindarme apoyo incondicional.

Mis hermanos: José, Sara, Jorge, Flor por la paciencia, apoyo que me brindaron durante la carrera que inicie y que hoy se vuelve una realidad, gracias por las diversas emociones que siempre me han causado.

Edgar Alvarez, por su apoyo incondicional, comprensión y paciencia durante este largo camino que he recorrido y sobre todo por su amor.

Mi tía Hercilia Ortiz, por su motivación y apoyo moral para seguir adelante y culminar esta meta.

Inga. Astrid por su conocimiento compartido, por la paciencia, motivación y dedicación para culminar con éxito mi carrera, este logro también es suyo.

Ing. Samuel por la motivación, positivismo y un ejemplo de persona en perseverancia y ayudarme a culminar esta meta.

AGRADECIMIENTOS A:

A la gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser el centro de enseñanza que me formo como profesional el trabajo y dedicación.

Empresa Semillas del Campo, S.A. por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), y el conocimiento brindado durante mi investigación.

Ing. Alfredo Girón, por guiarme durante mi investigación, por su conocimiento brindado y sus sabios consejos.

Mis compañeros de trabajo de Semillas del Campo, S.A. Claudia Moreno, Roxana Rojas, Yaseni López, Juan Pinto, Calin Salazar, Antoni García y Cesar Aguirre por su apoyo durante mi investigación.

Ing. Luis Roldan por su apoyo, entusiasmo de seguir adelante mi carrera, por el conocimiento brindado y empeño de mejorar cada día la carrera de agronomía.

Licda. Johana Mazariegos, por sus consejos, amistad, cariño y el apoyo que me brindo a lo largo de mi vida académica.

Inga. Astrid por su dedicación y orientación para la elaboración de mi documento de investigación.

Ing. Samuel por su conocimiento impartido, esfuerzo y el apoyo que me brindo en la elaboración de mi investigación.

Ing. Miguel por su emprendimiento, conocimiento cristiano y estudiantil que me brindo.

Ing. Derick Barrera, por su conocimiento y valioso apoyo durante mis estudios.

Ing. Juan Manuel Ortiz, por sus consejos y guiarme durante mi carrera como ingeniera agrónoma y ser una persona de ejemplo.

Mi mejor amiga Keren Carias, por tu cariño a lo largo de nuestros estudios por el apoyo incondicional, y el entusiasmo que siempre me brindaste.

Índice

1. CAPITULO I.....	1
DIAGNOSTICO REALIZADO EN EL PROYECTO CECILIO DE LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A., NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.	1
1.1 Presentación.....	2
1.2 Marco referencial.....	3
1.2.1 Localización geográfica.....	3
1.2.2 Clima.....	4
1.2.3 Fuentes Hídricas.....	4
1.2.4 Accidentes Geográficos.....	4
1.2.5 Sustratos.....	4
1.2.6 Cultivos.....	5
1.2.7 Vías de acceso.....	6
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Metodología.....	7
1.4.1 Obtención de información primaria.....	7
1.4.2 Reconocimiento del proyecto Cecilio.....	7
1.4.3 Entrevistas.....	7
1.4.4 Método de observación no sistematizado.....	7
1.4.5 Obtención de información secundaria.....	8
1.4.6 Problemas detectados.....	8
1.4.7 Descripción de los principales problemas detectados.....	10
1.5 Matriz de priorización de problemas.....	11
1.6 Conclusiones.....	13
1.7 Referencias bibliográficas.....	14
1.8 Anexos.....	17
2. CAPITULO II.....	22

INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO CECILIO DE LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A., NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.	22
2.1. Presentación.....	23
2.2. Servicio 1: Análisis y elaboración de curvas de riego y drenaje en el proyecto Cecilio, Empresa Semillas del Campo, S.A.	25
2.3. Descripción del problema	25
2.4. Objetivo.....	26
2.5. Metodología	26
2.6. Riego y fertilización	26
2.7. Toma de datos de la solución nutritiva del riego.....	26
2.8. Toma de datos de la solución drenada	27
2.9. Resultados y discusión	28
2.10. Conclusiones.....	32
2.11. Servicio 2: Elaboración de un plan de manejo agronómico para la etapa vegetativa del cultivo de arándano (<i>Vaccinium corymbosum var. biloxi</i>).	33
2.12. Descripción del problema	33
2.13. Objetivo.....	34
2.14. El ciclo fenológico del cultivo de arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i>).	34
2.15. Metodología	35
2.16. Resultados y discusión	35
2.17. Elaboración de bolsas de nylon.....	35
2.18. Preparación del sustrato	35
2.19. Trasplante de las plantas de <i>Vaccinium corymbosu var. biloxi</i>	35
2.20. Aplicación de riegos	35
2.21. Realización de podas.....	36
2.22. Conclusiones.....	37
2.23. Anexos	38
2.24. Servicio 3: Capacidad de depredación de <i>Ceraeochrysa cincta</i> sobre la plaga de cochinilla (<i>Ferrisia virgata</i>) en el cultivo de chile pimiento (<i>Capsicum annum L.</i>).....	41
2.25. Descripción del problema	41
2.26. Objetivo.....	41
2.27. Metodología.....	41

2.28.	Material experimental.....	41
2.29.	Cochinilla <i>Ferrisia virgata</i> L.....	41
2.30.	Depredador <i>Ceraeochrysa cincta</i> L.	41
2.31.	Diseño experimental	41
2.32.	Unidad experimental.....	42
2.33.	Inoculación de cochinillas.....	42
2.34.	Liberación del Depredador <i>Ceraeochrysa cincta</i> L.....	42
2.35.	Muestreo de <i>Ceraeochrysa cincta</i> L.	42
2.36.	Resultados y discusión	43
2.37.	Conclusión	43
2.38.	Bibliografía	44
3.	CAPITULO III	46
	INFORME DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.1	Resumen.....	47
3.2	Introducción	50
3.3	Marco teórico.....	52
3.3.1	Marco conceptual	52
3.3.2	Características del cultivo de pimiento	52
3.3.3	Origen.....	52
3.3.4	Descripción botánica.....	52
3.3.5	Manejo agronómico del cultivo de <i>C. annuum</i>	53
3.3.6	Tipos de poda	53
3.3.7	Poda de formación	53
3.3.8	Poda de mantenimiento.....	53
3.3.9	Tutorado del cultivo	53
3.3.10	Deshoje.....	54
3.3.11	Raleo de frutos	54
3.3.12	Plagas que atacan al cultivo de chile pimiento	54
3.3.13	Cochinillas.....	54
3.3.14	Control biológico para cochinilla.....	55
3.3.15	Mariquita (<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> M.)	55
3.3.16	Avispilla (<i>Anagyrus pseudococci</i> G.)	55

3.3.17	Larvas depredadoras <i>Sympherobius barberi</i> Banks	55
3.3.18	Características generales de <i>Sympherobius</i>	56
3.3.19	Biología	56
3.3.20	Condiciones climáticas de supervivencia de <i>S. barberi</i>	56
3.3.21	Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	57
3.3.22	Ácaros	57
3.3.23	Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>)	58
3.3.24	Chile pimiento (<i>C. annuum</i> L.)	58
3.3.25	Importancia del cultivo de chile pimiento en Guatemala	59
3.3.26	Importaciones y exportaciones de chile pimiento en Guatemala, Centroamérica y Estados Unidos.	60
3.3.27	Estudios de fluctuación poblacional de insectos y tablas de vida	60
3.3.28	Antecedentes	61
3.4	Marco referencial	62
3.4.1	Localización geográfica	62
3.4.2	Clima	63
3.4.3	Fuentes Hídricas	63
3.4.4	Accidentes Geográficos	64
3.5	Objetivos:	65
3.5.1	General:	65
3.5.2	Específicos:	65
3.6	Metodología	66
3.6.1	Material Experimental	66
3.6.2	Cochinillas asociadas al cultivo de <i>Capsicum annuum</i>	66
3.6.3	Características de las cochinillas que interactúan en el cultivo de chile pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.), variedad Nathalie:	67
3.6.4	Manejo del cultivo de <i>C. annuum</i>	70
3.6.5	Establecimiento del cultivo y distancia de siembra	71
3.6.6	Tutorado	71
3.6.7	Selección de ejes	71
3.6.8	Deshije	71
3.6.9	Deshoje	72

3.6.10	Control de plagas y enfermedades.....	72
3.6.11	Para prevenir enfermedades fúngicas	72
3.6.12	Para el control de trips	72
3.6.13	Fertirriego.....	72
3.6.14	Diseño experimental	73
3.6.15	Tratamientos y repeticiones	74
3.6.16	Inoculación de cochinillas y <i>Sympherobius barberi</i>	75
3.6.17	Muestreo de <i>Sympherobius barberi</i>	76
3.7	Resultados y discusión	77
3.7.1	Supervivencia de <i>Sympherobius Barberi</i>	77
3.7.2	Interacción del depredador <i>Sympherobius barberi</i> sobre la cochinilla <i>Phenacoccus solani</i>	80
3.8	Conclusiones.....	85
3.9	Bibliografías.....	86
3.10	ANEXOS	93

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Vista satelital de la empresa Semillas del Campo, S.A.....	3
<i>Figura 2.</i>	Vista satelital Proyecto Cecilio	6
<i>Figura 3.</i>	Toma de datos de pH y conductividad eléctrica.....	26
<i>Figura 4.</i>	Estación de drenaje	27
<i>Figura 5.</i>	Acumulación de intensidad lumínica (watts) por hora.....	28
<i>Figura 6.</i>	Porcentaje de drenaje	29
<i>Figura 7.</i>	Conductividad eléctrica del riego.....	30
<i>Figura 8.</i>	Conductividad eléctrica del drenaje	31
<i>Figura 9.</i>	Bolsas de 60 x 30 centímetros para trasplante	38
<i>Figura 10.</i>	Hidratación del sustrato de fibra de coco	38
<i>Figura 11.</i>	Trasplante de las plantas de <i>Vaccinium corymbosum</i>	39
<i>Figura 12.</i>	Aplicación de riego	39
<i>Figura 13.</i>	Toma de datos de la conductividad eléctrica	40
<i>Figura 14.</i>	Poda fitosanitaria a las plantas de arándano.....	40
<i>Figura 15.</i>	Vista satelital de la empresa Semillas del Campo S.A.....	63
<i>Figura 16.</i>	Toma de muestras de cochinillas	66
<i>Figura 17.</i>	Vial con alcohol al 70% con muestras de cochinillas	67
<i>Figura 18.</i>	<i>Phenacoccus solani</i> en el envés de hojas de <i>C. annuum</i>	68
<i>Figura 19.</i>	Ovisacos de <i>Phenacoccus madeirensis</i> en el envés de <i>C. annuum</i>	69

<i>Figura 20. Ferrisia virgata</i> sobre el tallo de <i>C. annuum</i>	69
<i>Figura 21. Ferrisia virgata</i> sobre grietas axilares de <i>C. annuum</i>	70
<i>Figura 22.</i> Maquina PRIVA Nutrifit reguladora de riego.....	73
<i>Figura 23.</i> Aleatorización de las unidades experimentales.....	74
<i>Figura 24.</i> Interacción del depredador <i>Sympherobius barberi</i> sobre la cochinilla <i>Phenacoccus solani</i>	81
<i>Figura 25.</i> Interacción del depredador <i>Sympherobius barberi</i> sobre la cochinilla <i>Ferrisia virgata</i> .	82
<i>Figura 26.</i> Interacción del depredador <i>Sympherobius barberi</i> sobre <i>Ferrisia virgata</i> y <i>Phenococcus solani</i>	83
<i>Figura 27.</i> Diagrama ombrotérmico	84

Índice de tablas

<i>Tabla 1.</i> Causas y efectos de los problemas detectados en el proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Capo, S.A.	8
<i>Tabla 2.</i> Matriz de priorización de problemas detectados en el proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Campo, S.A.....	12
<i>Tabla 3.</i> Porcentaje de depredación de la larva <i>Ceraeochrysa cincta</i>	43
<i>Tabla 4.</i> Aspectos productivos del cultivo de chile pimiento para Guatemala en el periodo comprendido 2008 - 2015	59
<i>Tabla 5.</i> Comercio exterior de chile pimiento para Guatemala en el periodo 2012 - 2015	60
<i>Tabla 6.</i> Descripción de los tratamientos	75
<i>Tabla 7.</i> Tabla de vida horizontal para una cohorte de <i>Sympherobius barberi</i> (n=20) utilizando como dieta alimenticia <i>Phenacoccus solani</i>	77
<i>Tabla 8.</i> Tabla de vida horizontal para una cohorte de <i>Sympherobius barberi</i> (n=20) utilizando como dieta alimenticia. <i>Ferrisia virgata</i>	78
<i>Tabla 9.</i> Tabla de vida horizontal para una cohorte de <i>Sympherobius barberi</i> (n=20) utilizando como dieta alimenticia <i>Phenacoccus solani</i> y <i>Ferrisia virgata</i>	78

Índice de anexos

<i>Anexo 1.</i> Entrevista al supervisor del proyecto Cecilio.....	17
<i>Anexo 2.</i> Entrevista al encargado del proyecto Cecilio.....	17
<i>Anexo 3.</i> Vista panorámica de invernadero con plantas de chile con <i>Phytophthora capsici</i>	18
<i>Anexo 4.</i> Entrevista realizada al encargado del área de fertirriego.....	18
<i>Anexo 5.</i> Plantas de chile pimiento con deficiencia nutricional	19
<i>Anexo 6.</i> Plantas de chile pimiento atacada por <i>Phytophthora capsici</i>	19
<i>Anexo 7.</i> Plantas de tomate atacada por <i>Phytophthora capsici</i>	20
<i>Anexo 8.</i> Cultivo de arándano en casa malla.....	20
<i>Anexo 9.</i> Planta de arándano en etapa vegetativa.....	21
<i>Anexo 10.</i> Diagnostico fitosanitario realizado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.....	93
<i>Anexo 11.</i> Siembra de plantas de <i>Capsicum annuum</i>	94
<i>Anexo 12.</i> Inoculación de cochinillas sobre plantas de <i>Capsicum annuum</i>	94
<i>Anexo 13.</i> Cochinilla <i>Ferrisia virgata</i>	95
<i>Anexo 14.</i> Cochinilla <i>Phenacoccus solani</i>	95
<i>Anexo 15.</i> Liberación de larvas de <i>Sympherobius barberi</i>	96

Resumen

El presente documento es resultado de la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado – EPS-, en la empresa Semillas del Campo en Nueva Santa Rosa, derivado de este se laboró el presente informe integrado que consta de tres partes: 1) Diagnóstico 2) Informe de servicios 3) Proyecto de investigación: Estudio de la fluctuación poblacional de *Sympherobius barberi*, utilizando como dieta alimenticia las especies de cochinilla *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*, bajo condiciones de invernadero en la empresa Semillas del Campo S.A.

El diagnóstico se realizó en el proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Campo, S.A., mediante dos etapas: la primera recolección de información primaria y la segunda consistió en revisión de información secundaria. Derivado de la información obtenida del diagnóstico se detectaron los principales problemas que afectan las actividades en dicho proyecto, los cuales se priorizaron por medio de una matriz que mide el impacto. Los problemas detectados en orden de prioridad fueron los siguientes: inexistencia de un plan de manejo agronómico para la producción de arándano, carencia de información científica sobre la capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cinta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata* y la inexistencia de análisis que sustenten los resultados de las curvas de riego y drenaje en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum L.*).

El informe de servicios, describe los servicios realizados en el proyecto Cecilio los cuales fueron: A) Análisis y elaboración de curvas de riego y drenaje en el proyecto Cecilio en el cual se analizó la distribución del agua mediante curvas de riego y drenaje en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum L.*). Los resultados obtenidos sugieren que existen dos periodos de máxima acumulación de intensidad lumínica uno de ellos de 11:00 a 13:00 horas y el otro de 13:30 a 14:00 horas, no obstante, el primer riego del día debe iniciar cuando la planta este transpirando activamente de lo contrario los frutos disminuyen la calidad debido a la formación de grietas, dicho momento ocurre entre las 8:00 – 9:00 am. Lo anterior contribuye a que el porcentaje de riego oscile entre 45 y 49% valores considerados como aceptables, ya que contribuyen a eficientar las aplicaciones de riego. En los momentos citados anteriormente la conductividad eléctrica de la solución de riego

fluctuará entre 1.7 a 2.4 siemens lo que fomentará a que el cultivo se encuentre en un balance generativo.

B) Elaboración de un plan de manejo agronómico para el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. biloxi), en etapa vegetativa. Posterior a diversos ensayos de campo realizados se determinó que para el establecimiento del cultivo se recomienda utilizar una mezcla de fibra de coco de partículas gruesa y fina en una relación 70:30. Así mismo durante esta etapa se debe aplicar ocho riegos diarios de 200 cc cada uno, alternando aplicaciones de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn, Mb, Cu y Mo) por día con ácido fosfórico para mantener el pH ácido en el sustrato. Así mismo, se debe monitorear dos veces al día el pH y la conductividad eléctrica tanto de la solución de riego como a la de drenaje. Se debe realizar una poda aérea cada 15 días para sincronizar la producción floral y obtener de 3 a 10 brotes florales por rama.

C) Capacidad de depredación de *Ceraeochrysa cincta* sobre la plaga de cochinilla (*Ferrisia virgata*) en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), en cual se determinó el porcentaje de depredación de *Ceraeochrysa cincta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*. Los resultados sugieren que la interacción del depredador *Ceraeochrysa cincta* sobre la población de la cochinilla *Ferrisia virgata*, fue alta debido que el porcentaje de depredación promedio fue del 95.39%, a una temperatura de 23°C y humedad relativa promedio de 72.5%.

El proyecto de la investigación consistió en estudiar la fluctuación poblacional de *Symphorobius barberi*, utilizando como dieta alimenticia las especies de cochinilla *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*, bajo condiciones de invernadero. En dicha investigación se estimó que la supervivencia de las larvas de *Symphorobius barberi* fue de 33% cuando se administró una dieta alimenticia a base de *Phenacoccus solani*, del 26% cuando se alimentó con *Ferrisia virgata* y del 40% cuando se ofreció como alimento *Phenacoccus solani* con *Ferrisia virgata* simultáneamente. Así mismo, los resultados sugieren que la interacción del depredador *Symphorobius barberi* sobre la cochinilla *Phenacoccus solani*, fue muy baja debido a que la primera semana, únicamente 6 larvas sobrevivieron por lo cual la población de cochinilla incremento un 30%. Respecto a la interacción de *S. barberi* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*, la larva redujo 36% de la

población de *F. virgata*. En la interacción de *S. barberi* sobre las cochinillas *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata* simultáneamente, se observó una predilección por la especie *F. virgata*, reduciendo un 60% de su población.



1. CAPITULO I

DIAGNOSTICO REALIZADO EN EL PROYECTO CECILIO DE LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A., NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

CLAUDIA MARINA ORTÍZ MONROY

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2020

1.1 Presentación

El diagnóstico se realizó en el proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Campo, S.A., la cual se ubica en el municipio de Nueva Santa Rosa, dedicada a la producción y exportación de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) hidropónicos bajo condiciones de invernadero.

El diagnóstico se elaboró en dos etapas la primera consistió en la obtención de información primaria a través del reconocimiento visual del proyecto Cecilio, así como la realización de entrevistas no dirigidas a las personas encargadas del manejo agronómico y producción del chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En la segunda etapa se revisó información secundaria específicamente la consulta de fuentes bibliográficas electrónicas (*i.e.*, tesis: Hernandez, 2016; Mendoza, 2014; Tobías, 2017), artículos científicos, información proveniente de investigaciones realizadas por la empresa y base de datos climáticos.

Derivado de la información obtenida en el diagnóstico se detectaron los principales problemas que afectan las actividades realizadas en el proyecto Cecilio. Los problemas detectados fueron: inexistencia de un plan de manejo agronómico para la producción de arándano, carencia de información científica sobre la capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cinta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*, falta de análisis de las de curvas de riego y drenaje realizadas en el cultivo de *C. annuum*, ataque de *Phytophthora capsici* en chile pimiento y deficiencia nutricional en plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) al ser trasplantadas al sustrato de establecimiento del cultivo.

1.2 Marco referencial

1.2.1 Localización geográfica

La empresa Semillas del Campo, está ubicada en el municipio de Nueva Santa Rosa, con una latitud de 14°22'50" y una longitud de 90°17'10" (Bran, 2011). El municipio de Nueva Santa Rosa se encuentra ubicado al sur oriente del país de Guatemala, limitado al norte con Casillas y Mataquescuintla, al sur con Cuilapa, al oeste con Santa Cruz Naranjo y Santa Rosa de Lima, su extensión territorial es de 67 km². Con 1,001msnm, tiene una distancia de 30 km, de la cabecera departamental de Cuilapa y 73 km de la ciudad capital, por Barberena (Álvarez 2017., Contreras, 2009;).

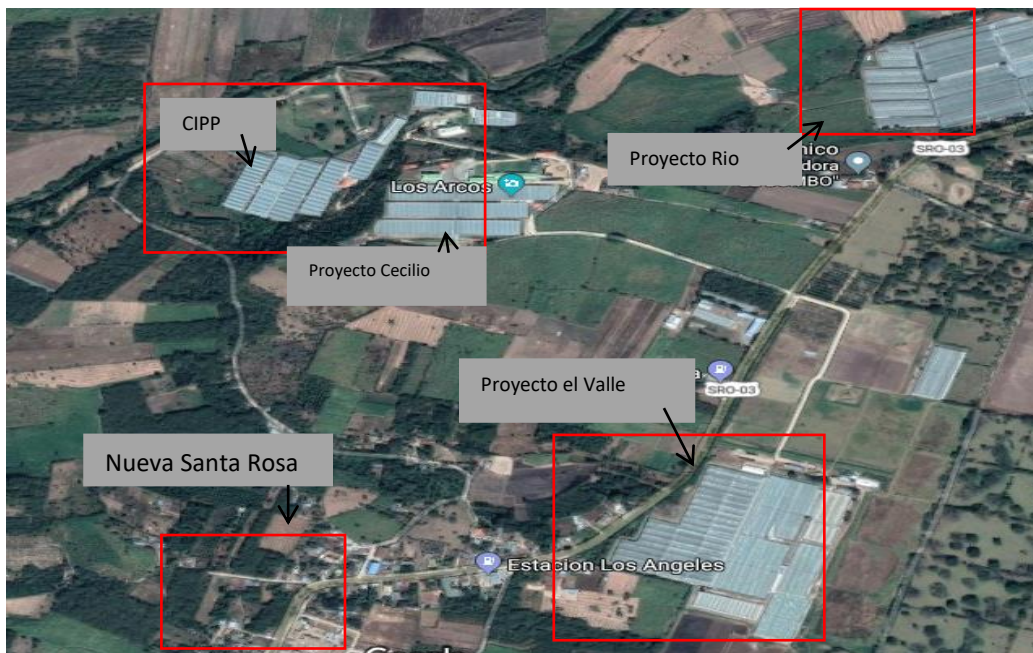


Figura 1. Vista satelital de la empresa Semillas del Campo, S.A.

Fuente: Elaboración con base a Google Maps, 2019

La empresa Semillas del Campo, S.A., se ubica en el kilómetro 77.5 ruta Nacional. Se encuentra a 2.5 kilómetros del casco urbano municipal, esta limita al lado norte con la aldea Guadalupe, lado sur con la aldea La Joya de San Isidro, y al lado este con aldea El Morito. (Hernández, 2016).

1.2.2 Clima

La empresa Semillas del Campo se encuentra en una zona de vida bosque húmedo Sub-tropical (templado) (Cabrera et al., 2016). Con un clima templado con temperaturas de 18.48° y 24°C. La intensidad lumínica por año es de 1984.1256 joule sobre centímetro cuadrado. La época lluviosa es entre los meses de mayo a octubre con una precipitación pluvial anual de 1431 milímetros, (Herrera, 2019). La humedad relativa varía según la época presentándose desde 60% hasta 100% para la época lluviosa (Donis, 2011).

1.2.3 Fuentes Hídricas

“El ingeniero Arzú indica que actualmente la empresa Semillas del Campo, S.A. cuenta con dos pozos mecánicos de agua con una profundidad de 152 metros, con un bombeo de 372 galones por minuto, uno se ubica en el proyecto El Valle y el segundo en el Centro de Capacitación, Innovación y Producción Popayán-Priva (CCIPP) así mismo el agua recolectada se almacena en 21 reservorios y cinco silos”. (J. Arzú, comunicación personal, marzo 2019).

1.2.4 Accidentes Geográficos

Según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2010), entre los principales accidentes geográficos del territorio de Nueva Santa Rosa se encuentran, Volcán Jumaytepeque con 1616 msnm; entre las montañas se encuentra: El picacho, Monte Verde, Santa Lucia, y Los papeles. Los cerros correspondientes al departamento son: Chepe, El Chupadero, Pelón, Pínula, Verde, y Buena Vista. Las corrientes fluviales son: los Ríos, La plata, Las cañas, Los achiotes, Los esclavos y Pínula; un Riachuelo y 25 quebradas (Donis, 2011).

1.2.5 Sustratos

“EL ingeniero Girón indicó que en el proyecto Cecilio de la Empresa Semillas del Campo S.A. no se siembra directamente en el suelo por lo cual se utilizan sustratos de fibra de coco para los cultivos de: chile pimiento (*Capsicum annum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), y arándano (*Vaccinium corymbosum var. biloxi.*) en bolsas con medidas de 50 cm de largo, 20 cm de ancho y 12 cm de alto. Las bolsas con sustrato son utilizadas como máximo dos ciclos de producción para los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), y chile pimiento (*Capsicum annum* L.). En el primer ciclo se utilizan para cualquiera de los cultivos mencionados anteriormente y en el segundo ciclo se rotan a un cultivo distinto.

Para el área del cultivo *V. corymbosum* se utilizan bolsas blancas de 60 x 30 centímetros y 50 x 30 cm con una capacidad de retención de agua de 15 y 12 litros respectivamente”. (A. Girón, comunicación personal, 25 marzo de 2019).

1.2.6 Cultivos

“El ingeniero Girón indica que en los invernaderos de la empresa Semillas del Campo S.A. se encuentran establecidos los siguientes cultivos: tomate tipo manzano de crecimiento indeterminado (*Solanum lycopersicum* L. var. *clermont*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L. var. *Piccolo*), tomate grape (*Solanum lycopersicum* L. var. *Angel Sweet*), chile pimiento naranja (*Capsicum annum* L. var. *Orangery RZ*), chile pimiento amarillo (*Capsicum annum* L. var. *Stephanie RZ*), chile pimiento rojo (*Capsicum annum* L. var. *fascinato*) y arándano (*Vaccinium corymbosum* var. *biloxi*.)”. (A. Girón, comunicación personal, 30 de marzo 2019)

La empresa Semillas del Campo, S.A. tiene con cuatro proyectos los cuales son: Proyecto Cecilio, Proyecto Rio, Proyecto Finca El Valle y CCIPPP (Centro de Capacitación, Innovación y Producción, Popoyan-Priva). El diagnóstico se realizó directamente en el proyecto Cecilio, que está formado por: 3 invernaderos, destinados a la producción de chile pimiento (*Capsicum annum* L.) con las variedades Fascinato, StephanieRZ y Orangery RZ., el primero tiene un área de 9,500 m² en el cual están establecidos 7,392 bolsas con sustratos de coco conteniendo cuatro plantas de *C. annum*, cada uno. Con un total de 29,568 plantas. En el segundo y tercer invernadero 8,200 m² cada uno, se encuentran establecidos 6,384 bolsas con sustrato de coco, con un total de 25,536 plantas (Morales, 2019). Las temperaturas dentro del invernadero alcanzan una temperatura mínima media de 22.2 °C y una máxima de 32.7°C así mismo una humedad relativa de 92% y un déficit de humedad de 14.6 g/m² (Arzú, 2019). El invernadero para producción de tomate grape (*Solanum lycopersicum* L. var. *Angel Sweet*), está establecido en 2,390 m² con una densidad de 3,585 plantas. El cultivo de arándano bajo condiciones de casa malla ocupa un área de 1500 m².



Figura 2. Vista satelital Proyecto Cecilio

Fuente: Semillas del Campo, 2017

1.2.7 Vías de acceso

Es posible llegar al municipio por la carretera Interamericana CA-1, que se encuentra asfaltada, entrando por Barberena rumbo sureste (Álvarez, 2018).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar un diagnóstico en el proyecto Cecilio de la Empresa Semillas del Campo, S.A.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar los problemas que se asocian al cultivo de chile pimiento (*Capsicum annum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y arándano (*Vaccinium corymbosum* var. *biloxi*).

Priorizar los problemas asociados a los cultivos hidropónicos, chile pimiento (*Capsicum annum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y arándano (*Vaccinium corymbosum* var. *biloxi*).

1.4 Metodología

Para la realización del diagnóstico se obtuvo información de fuentes primarias y secundarias.

1.4.1 Obtención de información primaria

1.4.2 Reconocimiento del proyecto Cecilio

Se realizó un recorrido por las instalaciones del proyecto Cecilio, este se encuentra formado por: invernaderos con cortinas automáticas, caseta de aspersiones, ventiladores. Cada invernadero cuenta con un arco sanitario en el cual las personas se desinfectan las manos con peróxido de hidrogeno al 80% utilizando 4 cc/l en la entrada principal se encuentra un pediluvio y batas para el personal de trabajo. Este proyecto está dividido en invernaderos tipo asimétrico para la producción de *Capsicum annum* L. orgánico con un área de 9,500 m² el primer invernadero, el segundo y tercero con 8,200 m² cada uno. Existe un invernadero destinado al cultivo de tomate grape (*Solanum lycopersicum* L. var. *Angel Sweet*) con 2,390 m². El cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. *biloxi.*), se encuentra bajo las condiciones de casa malla, con plántulas de tres meses de edad en bolsas plásticas blancas con una mezcla de fibra de coco 70% grueso y 30% fino.

1.4.3 Entrevistas

Se realizaron entrevistas no dirigidas a jefes de área. El primero a cargo del proyecto Cecilio en el área de producción de los cultivos chile pimiento (*Capsicum annum* L.), tomate y arándano. El segundo encargado del área de fertirriego de la empresa brindó datos sobre pozos, reservorios de agua con la capacidad de bombeo y datos del clima. También se entrevistó a un supervisor encargado de todas las áreas de producción del proyecto Cecilio. El contexto de la entrevista giro en torno al manejo agronómico de los cultivos en mención y los factores que según los entrevistados afectan la producción.

1.4.4 Método de observación no sistematizado

Durante el mes de febrero del 2019 se recorrió el área del proyecto Cecilio para conocer las actividades y procedimientos. En el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annum* L.) y de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) se enfatizó sobre la sanidad vegetal específicamente en problemas a nivel radicular. En el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. *biloxi.*), no se observó un problema específico ya era un cultivo de reciente introducción que se

encontraba en la etapa fenológica de desarrollo vegetativo y carecía de un manejo agronómico establecido.

1.4.5 Obtención de información secundaria

Se consultaron fuentes bibliográficas electrónicas entre ellas: tesis (Hernandez, 2016; Mendoza, 2014), artículos científicos e información proveniente de investigación realizada en la empresa (Girón, 2019; Morales, 2019) y la base de datos climáticos de la empresa (Arzú, 2019; Franco, 2019; Herrera, 2019).

1.4.6 Problemas detectados

Con la información obtenida de las fuentes primarias y secundarias consultadas se detectaron los problemas que se detallan en la tabla uno.

Tabla 1. Causas y efectos de los problemas detectados en el proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Capo, S.A.

Problemas	Causa	Efecto	Solución	Beneficio
Falta de un programa de manejo agronómico para la producción de arándano bajo las condiciones climáticas de la región.	Las condiciones climáticas en esta región sub tropical no son las adecuadas para la producción de arándano, (Arzú, 2019; Bascopé, 2013; Donis, 2011).	Desarrollo fenológico del cultivo atrasado y por ende baja producción.	Generar un plan de manejo agronómico para fomentar el desarrollo vegetativo del cultivo basado en datos científicos.	Establecer un plan de manejo agronómico bajo las condiciones de casa malla para alcanzar un óptimo desarrollo y rendimiento del cultivo.
Carencia de información científica sobre la capacidad de depredación de <i>Ceraeochrysa cincta</i> en el control de cochinilla (<i>Ferrisia virgata</i>)	Es un insecto de reciente introducción del cual se desconoce su capacidad de depredación sobre la cochinilla.	Las poblaciones de cochinilla (<i>Ferrisia virgata</i>) aumentan constantemente por lo que causan daños directos a las plantas de <i>Capsicum annum</i> , disminuyendo el rendimiento.	Realizar una investigación científica para determinar la capacidad de depredación de <i>Ceraeochrysa cincta</i> .	Controlar las poblaciones de <i>Ferrisia virgata</i> para así aumentar la producción de <i>Capsicum annum</i> .

<p>Establecer una estrategia de riego de acuerdo con las variaciones climáticas.</p>	<p>Efecto del clima sobre el sistema de riego sufre deterioro después de los 8 años.</p>	<p>Desbalance en el crecimiento de las plantas, ya que no se analiza la información obtenida en la elaboración de curvas de riego y drenaje en el cultivo de <i>Capsicum annum</i>.</p>	<p>Medir la distribución del agua de riego como drenaje durante todo el día para establecer una estrategia de riego de acuerdo a las variaciones climáticas de la región.</p>	<p>Ahorro de agua y una distribución acertada del fertirriego.</p>
<p>Ataque de <i>Phytophthora capsici</i> en el cultivo de chile pimiento (<i>Capsicum annum</i> L.),</p>	<p>No se puede realizar la desinfección con biocidas por lo cual quedan residuos fungosos. Su desarrollo lo favorecen las temperaturas 15 y 22 °C y condiciones de humedad relativa alta (<i>i.e.</i>, mayor del 80%) (Ezziyyani & Pérez, 2004; García et al., 2010)</p>	<p>Putrefacción de las raíces, copas y frutos, así como hojas y tallos. Las lesiones negras se desarrollan en la corona y en los tejidos basales del tallo. Estas lesiones se expanden y, después, pueden rodear al tallo, lo cual produce un marchitamiento permanente por encima de las lesiones. (Velásquez et al., 2013).</p>	<p>Utilizar una variedad de chile pimiento resistente a <i>Phytophthora capsici</i>.</p>	<p>Reutilizar el sustrato para reducir costos.</p>
<p>Deficiencia nutricional en las</p>	<p>Debido a reacciones de intercambio de iones en el sustrato; que provocan modificaciones en el</p>	<p>La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las</p>	<p>Aplicar nutrientes de acuerdo a la etapa</p>	<p>Aumento de la</p>

plantas de chile pimiento.	pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.	que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato (Castro et al., 2008).	fenológica y requerimientos nutricionales del cultivo	producción C. <i>annuum</i> .
----------------------------	--	--	---	-------------------------------

1.4.7 Descripción de los principales problemas detectados

Los problemas detectados en el proyecto Cecilio, se describen a continuación:

- **Falta de un manejo agronómico para la producción de arándano (*Vaccinium corymbosum*):** debido a que es un cultivo de reciente introducción que se encuentra en la etapa fenológica de desarrollo vegetativo por lo cual aún no se ha establecido un plan de manejo acorde a las condiciones de lugar.
- **Establecer una estrategia de riego de acuerdo con las variaciones climáticas:** Este problema se manifiesta debido a los siguientes factores: efectos del clima que no siempre son los mismos en cada ciclo del cultivo, el sistema de riego sufre deterioro después de 8 años de uso, por lo cual el riego no es uniforme y esto causa un desbalance en el crecimiento de las plantas y propicia el apareamiento de enfermedades fungosas.
- **Deficiencia nutricional en las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) al ser trasplantada al sustrato de establecimiento del cultivo:** Los sustratos poseen propiedades fisicoquímicas por lo cual son propensos a reacciones de intercambio de iones, estas provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta. Así mismo, la velocidad de descomposición está en función de la

población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentra el sustrato. Esto puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato (Castro et al., 2008).

- **Carencia de información científica sobre la capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cincta* sobre la cochinilla (*Ferrisia virgata*).** *Ceraeocrhysa cincta*, es un insecto que se encontró en las áreas de investigación de la Empresa Semillas del Campo, C.A., el cual se alimenta de cochinillas, sin embargo se desconoce su capacidad de depredación sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*, como un potencial controlador biológico a utilizar dentro de la empresa.
- **Problema de *Phytophthora capsici* en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.):** Este problema surge por la reutilización de los sustratos de fibra de coco, ya que en el sistema de monitoreo de riego no se puede hacer una desinfección con biocidas (*e.g.*, metam sodio, bromuro de metilo) ya que no son productos permitidos en productos con fines de exportación. Debido a lo anterior, la desinfección se realiza con peróxido de hidrogeno y cloro. Otros factores que influye en este problema son las temperaturas entre 15°C y 22°C así como condiciones de alta humedad relativa la cual es mayor al 80% (Ezziyyani & Pérez, 2004; García et al, 2010), ya que contribuyen a la proliferación de hongos en el sustrato.

1.5 Matriz de priorización de problemas

Para la priorización de problemas detectados en el proyecto Cecilio se utilizó la matriz de priorización de problemas que se caracteriza por determinar el grado de impacto de los problemas detectados y la oportunidad de soluciones a corto plazo. Esta matriz se clasifica en una ponderación de uno a cinco, en donde 1 es el de menor impacto y cinco el de mayor impacto en la primera categoría, en la segunda categoría representa como, uno al menor tiempo de solución y cinco el mayor tiempo de solución. Al final de cada clasificación se realizó la suma de las ponderaciones dadas a cada categoría antes mencionadas a los resultados de las sumatorias se les asigna una letra mayúscula (A-E) para posteriormente

conocer el orden de prioridad (Ruas, 2010; Tobías, 2017). En la tabla dos, se representa la matriz de priorización con las clasificaciones según el nivel de impacto.

Tabla 2. Matriz de priorización de problemas detectados en el proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Campo, S.A.

Problema	Impacto en la producción del cultivo en Kg/m² (1-5)	Oportunidad de solución a corto plazo (1-5)	Prioridad (sumatoria)
Inexistencia de un plan de manejo agronómico para la producción de arándano. (<i>Vaccinium corymbosum</i> var. biloxi.,	3	2	5 ^a
Carencia de información científica de la capacidad de depredación de <i>Ceraeocrhysa cincta</i> sobre la cochinilla <i>Ferrisia virgata</i> .	4	4	8D
Establecer una estrategia de riego de acuerdo a las variaciones climáticas.	3	3	6B
Ataque de <i>Phytophthora capsici</i> en el cultivo de chile pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.)	5	4	9E
Deficiencia nutricional en la planta de chile pimiento (<i>Capsicum annuum</i>) en el trasplante definitivo.	3	4	7C

Los problemas priorizados con base en la matriz de priorización de problemas son: falta de un manejo agronómico para la producción de arándano (*Vaccinium corymbosum*) bajo las

condiciones climáticas de la región, establecer una estrategia de riego de acuerdo con las variaciones climáticas, carencia de información científica de la capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cinta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*, deficiencia nutricional en la planta de chile pimiento (*Capsicum annuum*) en la fase de trasplanta definitivo y ataque de *Phytophthora capsici* en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Se ejecutó como servicios durante el periodo de ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado Agrícola febrero a noviembre 2019 los siguientes servicios: elaboración de un plan de manejo agronómico para la producción de arándano (*Vaccinium corymbosum*) bajo las condiciones climáticas de la región, análisis y elaboración de curvas de riego y drenaje de acuerdo con las variaciones climáticas así como determinación de la capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cinta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*

1.6 Conclusiones

En el diagnóstico realizado del proyecto Cecilio de la Empresa Semillas del Campo, S.A. se detectaron los siguientes problemas; falta de un manejo agronómico para la producción de arándano bajo las condiciones climáticas de la región, carencia de una estrategia de riego de acuerdo con las variaciones climáticas de la región, deficiencia nutricional en la planta de chile pimiento, carencia de información en el porcentaje de capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cinta* en el control de cochinilla (*Ferrisia virgata*) y ataque de *Phytophthora capsici* en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Por medio de la matriz de priorización se determinó que los problemas de mayor impacto fueron: falta de un manejo agronómico para la producción de arándano (*Vaccinium corymbosum*) bajo las condiciones climáticas de la región, establecer una estrategia de riego de acuerdo con las variaciones climáticas, carencia de información científica de la capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cinta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*., Los problemas en mención se ejecutaron como servicios durante el periodo de ejecución del ejercicio profesional supervisado en el año 2019.

1.7 Referencias bibliográficas

- Águila Marín, F. M., Castro Popoca, M., Chávez, L., & Mejía Sáenz, E., Kleisinger, S., Quevedo Nolasco, A., Tijerina (2008). Sistema de riego automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro. *Agricultura técnica en México*, 34(4), 459-470.
- Álvarez-Mares, Benavides-Mendoza, A., Méndez-Quiroa, Y. H., Rancaño-Arriola, J. H., & Villareal-Quintanilla, J. A. V., Ramírez, H., Herrera-Gómez, B. (2008). Prohexadiona de calcio disminuye el contenido de giberelinas endógenas en ápices de tomate saladette y chile pimiento. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(2), 193-198.
- Arias, & Peteira, Belkis. González, Ivonne, Yailén, (2012). Aspectos generales de la interacción *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*-tomate. *Revista de Protección Vegetal*, 27(1), 1-7.
- Bascope, A. (2013). Realidad productiva del arándano en EEUU y México. Santiago de Chile: ODEPAFIA.
- Cabrera, R. I. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5(1), 5-11.
- Cabrera, J. C. R. M., Ibarra, R. E. M. & Ruano, J. J. G, Gándara, G. A., Irungaray, G. E. P., (2016). Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge. *Revista Eutopía*, 1(1), 25-68. Consultado el 11 de marzo de 2019. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/304580813>
- Chiquito-Almanza, E., García-Rodríguez, M. A., Loeza-Lara, P. D., Godoy- Hernández, H., Pons-Hernández, J. L. & Anaya-López, J. L Villordo Pineda, E., (2010). Producción de chile ancho injertado sobre criollo de Morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. *Agrociencia*, 44(6), 701-709.
- Domeño, I., Irigoyen, N., & Muro, J. (2009). Evolution of organic matter and drainages in wood fibre and coconut fibre substrates. *Scientia horticulturae*, 122(2), 269-274.

Donis, S. M. (2011). Producción y exportación de café de calidad como una alternativa para el desarrollo sostenible del sector cafetalero en el municipio de Nueva Santa Rosa en el departamento de Santa Rosa (Tesis Lic. Econ.). (En línea). Consultado el 11 de marzo de 2019. Recuperado de:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3700.pdf

Ezziyyani, M., Pérez, C., Requena, M., Rubio, L., & Candela, M. (2004). Biocontrol por *Streptomyces rochei*-Ziyani-, de la podredumbre del pimiento (*Capsicum annum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. In *Anales de Biología* (Vol. 26, pp. 69-78). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- (2015). El agro en cifras 2015. Consultado el 14 de marzo de 2019. Recuperado de: http://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/Integracion%20y%20comercio%20exterior/el_agro_en_cifras_2015.pdf

Mandal, S., Mallick, N., & Mitra, A. (2009). Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47(7), 642-649.

Martínez, P. F., & Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo. Flórez R., VJ (Ed.). Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 37-77.

Quiñonez, F. M. V. (2014). Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de pascua (*Euphorbia pulcherrima*; WILD. EX KLOTSCCH) para exportación; agroindustrias JOVISA, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez (2007-2010) estudio de caso. Universidad Rafael Landívar. Escuitlan, 1-53.

Reveles Torres, L. R., & Reveles Hernández, M, Velásquez Valle, R., (2013). Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México

Ruas, Octavio (2010) técnicas y herramientas para la selección de prioridades en el trabajo comunitario.

Tamayo, P. J., & Jaramillo Noreña, J. E. (2013). Enfermedades del tomate, Pimentón, ají y berenjena en Colombia: guía para su diagnóstico y manejo (No. Doc. 26730) CO-BAC, Bogotá).

Toledo Ortiz, A. G. (2012). Evaluación de seis variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* Dunal) en hidroponía bajo invernadero en el centro experimental docente de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala CA (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).

1.8 Anexos



Anexo 1. Entrevista al supervisor del proyecto Cecilio



Anexo 2. Entrevista al encargado del proyecto Cecilio



*Anexo 3. Vista panorámica de invernadero con plantas de chile con *Phytophthora capsici**



Anexo 4. Entrevista realizada al encargado del área de fertirriego



Anexo 5. Plantas de chile pimiento con deficiencia nutricional



*Anexo 6. Plantas de chile pimiento atacada por *Phytophthora capsici**



*Anexo 7. Plantas de tomate atacada por *Phytophthora capsici**



Anexo 8. Cultivo de arándano en casa malla



Anexo 9. Planta de arándano en etapa vegetativa



2. CAPITULO II

INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO CECILIO DE LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A., NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

CLAUDIA MARINA ORTÍZ MONROY

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2020

2.1. Presentación

El presente documento describe los servicios realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisados (EPS), que se llevó a cabo en los meses de febrero a noviembre del año 2019, en el proyecto Cecilio de la empresa Semillas del Campo, S.A.

Derivado de un diagnóstico realizado en el Proyecto Cecilio se detectó una serie de problemas lo cuales fueron priorizados por medio de una matriz de priorización de problemas en la cual se determinó el grado de impacto de los problemas detectados y la oportunidad de soluciones a corto plazo.

Los problemas de mayor impacto detectados fueron: inexistencia de un plan de manejo agronómico para la producción de arándano (*Vaccinium corymbosum*), carencia de información científica sobre el porcentaje de capacidad de depredación de *Ceraeocrhysa cinta* para el control de cochinilla (*Ferrisia virgata*) así como establecer una estrategia de riego de acuerdo con las variaciones climáticas en el proyecto Centro de Capacitación, Innovación, y Producción Popayán Priva (CCIPPP), los cuales se utilizaron como base para la ejecución del plan de servicios.

Uno de los servicios ejecutados fue el análisis y elaboración de curvas de riego y drenaje en el proyecto Cecilio en el cual se analizó la distribución del agua mediante curvas de riego y drenaje en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.). Los resultados obtenidos sugieren que existen dos periodos de máxima acumulación de intensidad lumínica uno de ellos de 11:00 a 13:00 horas y el otro de 13:30 a 14:00 horas, no obstante, el primer riego del día debe iniciar cuando la planta este transpirando activamente de lo contrario los frutos disminuyen la calidad debido a la formación de grietas, dicho momento ocurre entre las 8:00 – 9:00 am. Lo anterior contribuye a que el porcentaje de riego oscile entre 45 y 49% valores considerados como aceptables, ya que contribuyen a eficientar las aplicaciones de riego. En los momentos citados anteriormente la conductividad eléctrica de la solución de riego fluctuará entre 1.7 a 2.4 siemens lo que fomentará a que el cultivo se encuentre en un balance generativo.

El segundo servicio realizado correspondió a la elaboración de un plan de manejo agronómico para el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. biloxi), en etapa vegetativa. Posterior a diversos ensayos de campo realizados se determinó que para el establecimiento del cultivo se recomienda utilizar una mezcla de fibra de coco de partículas gruesa y fina en una relación 70:30. Así mismo durante esta etapa se debe aplicar ocho riegos diarios de 200 cc cada uno, alternando aplicaciones de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn, Mb, Cu y Mo) por día con ácido fosfórico para mantener el pH ácido en el sustrato. Así mismo, se debe monitorear dos veces al día el pH y la conductividad eléctrica tanto de la solución de riego como a la de drenaje. Se debe realizar una poda aérea cada 15 días para sincronizar la producción floral y obtener de 3 a 10 brotes florales por rama.

Así mismo se ejecutó el servicio titulado: capacidad de depredación de *Ceraeochrysa cincta* sobre la plaga de cochinilla (*Ferrisia virgata*) en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), en cual se determinó el porcentaje de depredación de *Ceraeochrysa cincta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*. Los resultados sugieren que la interacción del depredador *Ceraeochrysa cincta* sobre la población de la cochinilla *Ferrisia virgata*, fue alta debido que el porcentaje de depredación promedio fue del 95.39%, a una temperatura de 23°C y humedad relativa promedio de 72.5%.

2.2. Servicio 1: Análisis y elaboración de curvas de riego y drenaje en el proyecto Cecilio, Empresa Semillas del Campo, S.A.

2.3. Descripción del problema

“El ingeniero Girón, indica que las curvas de riego y drenaje en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) se realizan con la finalidad de obtener información acerca de la distribución del agua, el comportamiento del pH y conductividad eléctrica a lo largo de un día, estas se realizan por medio de máquinas Priva Nutrifit (*i.e.*, sistema de riego en invernadero y dosificación de fertilizantes por inyección directa)”. (A. Girón, comunicación personal, 28 abril 2019).

Las maquinas Priva Nutrifit controlan el sistema de riego en invernadero y la dosificación de fertilizantes por inyección directa. Este sistema inyecta las soluciones fertilizantes directamente en el caudal o flujo de riego principal, que trabajan según la intensidad lumínica (Morales, 2014). Al acumularse 150-170 joules/cm² realiza el primer riego del día. Sin embargo, por falta de una programación en el control de riego, las maquinas Priva Nutrifit o su sistema de riego han sido afectadas por el desgaste de sus tuberías (*e.g.* por arrastre condensado a alta velocidad, por elementos corrosivos como el ácido carbónico) por lo que no realizan una eficiente distribución del agua provocando exceso o falta de agua. Lo descrito anteriormente provoca un desbalance en el crecimiento de la planta, el exceso de agua puede provocar a la planta infecciones por hongos fitopatógenos (*e.g.*, *Phytophthora capsici*, *Fusarium spp* y *Rhizoctonia solani*) así mismo ocasiona un desperdicio de agua y nutrientes en el fertirriego.

La inadecuada distribución del agua de riego impacta directamente en los costos de producción, siendo así la falta de agua provoca la muerte de pelos radiculares (*i.d.* son las partes de la raíz en la que se absorbe la mayor parte de nutrientes y agua) e incluso provoca daños en la calidad de los frutos provocados por estrés hídrico en el cultivo.

2.4. Objetivo

Analizar la distribución del agua mediante curvas de riego y drenaje en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.).

2.5. Metodología

2.6. Riego y fertilización

El manejo del fertirriego se realiza por medio de un sistema de riego por goteo automatizado con mangueras de 20 milímetros con tubines por medio de máquinas Priva Nutrifit las cuales realizan el primer riego al acumularse 150-170 joules/cm² o 350-500 watts.

2.7. Toma de datos de la solución nutritiva del riego

Se tomaron datos de la estación de riego, la cual está compuesta por tres emisores los cuales son guiados a un depósito para comprobar la cantidad de agua de riego que está inyectando cada ciclo de riego de esta manera monitorear los volúmenes de agua. La cantidad de litros de agua que circuló en el riego se registraban en un cuadro de registro de curvas de riego y luego eran ingresados a una base de datos en EXCEL, para la elaboración de las gráficas respectivas.

Al agua de riego que circula se le midió el pH y conductividad eléctrica (EC), por medio de un potenciómetro y conductímetro.



Figura 3. Toma de datos de pH y conductividad eléctrica

2.8. Toma de datos de la solución drenada

Se tomaron datos del agua drenada sobre la estación de drenaje (*i.e.*, es una canaleta de metal diseñada para recolectar el drenaje de agua drenada de los sustratos para guiarla a un depósito en el cual se mide las cantidades que drena después de cada ciclo de riego), la estación de drenaje está compuesta por tres sustratos de fibra de coco y 12 plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), cada sustrato con dos emisores (manguera que inyecta los nutrientes a la planta). A los datos obtenidos del agua de drenaje se les midió pH y conductividad eléctrica (EC), por medio de un potenciómetro y conductímetro. Los datos obtenidos fueron registrados en un cuadro de registro de curvas de drenaje y luego fueron ingresados a la base de datos en EXCEL, para la construcción de las gráficas respectivas.

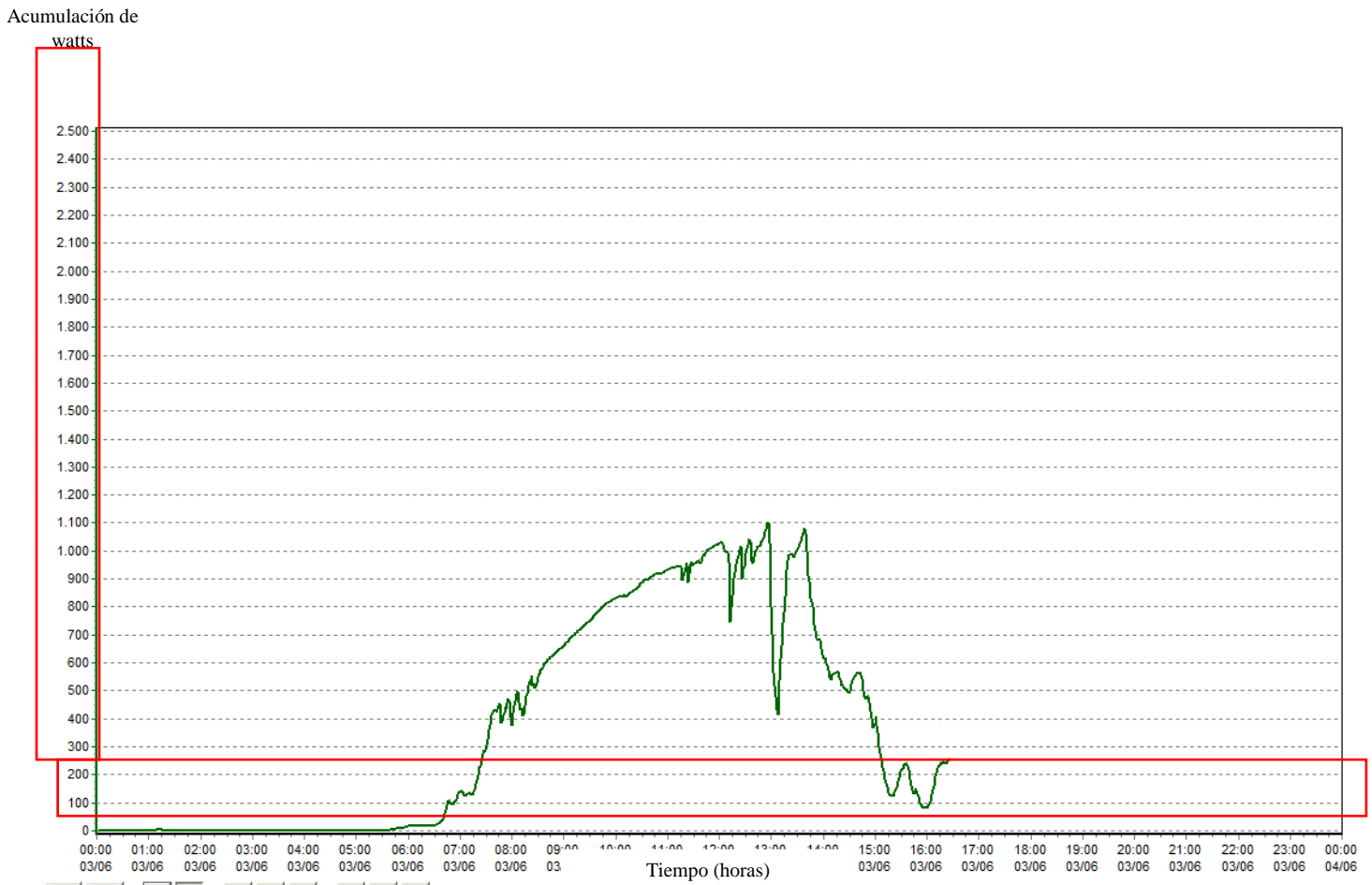


Figura 4. Estación de drenaje

2.9. Resultados y discusión

Las gráficas que se presentan a continuación son elaboradas por el software del sistema de riego automatizado.

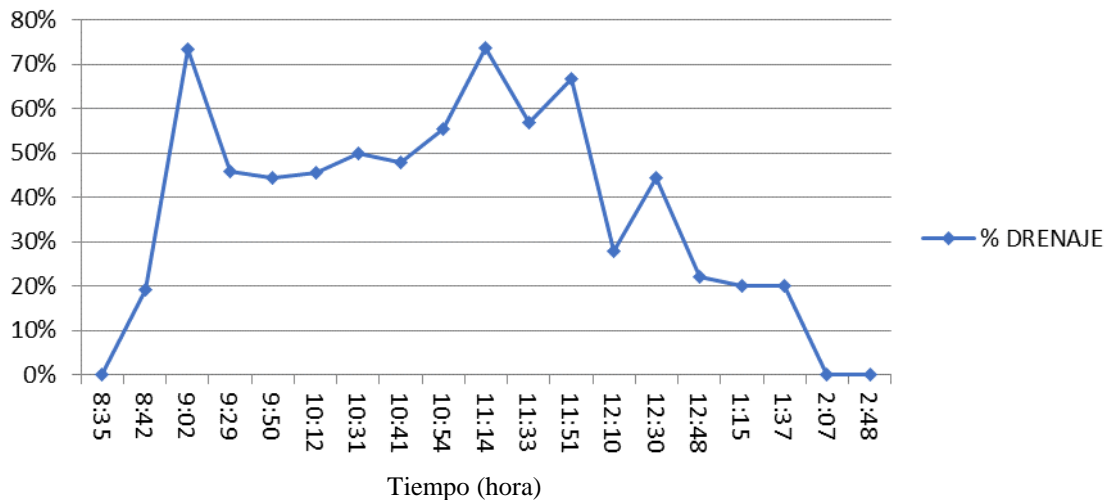
Figura 5. Acumulación de intensidad lumínica (watts) por hora



Una estrategia de riego describe la modalidad de riego que hemos elegido respecto a dosis y frecuencia de riego, esta estrategia se elige para cubrir las necesidades del cultivo. La estrategia de riego básicamente consiste en una programación del riego tomando como base los factores climáticos que pueden influir en la frecuencia del riego (Fernández et al., 2015). Al analizar la curva de acumulación de intensidad lumínica (watts) respecto al tiempo se determinó que existen dos periodos de máxima acumulación de watts uno de ellos de 11:00 a 13:00 horas y el otro de 13:30 a 14:00 horas. Cada uno de estos es de suma importancia para determinar la frecuencia de riego ya que el primer riego del día debe

iniciar cuando la planta este transpirando activamente de lo contrario los frutos disminuyen la calidad debido a la formación de grietas.

Figura 6. Porcentaje de drenaje



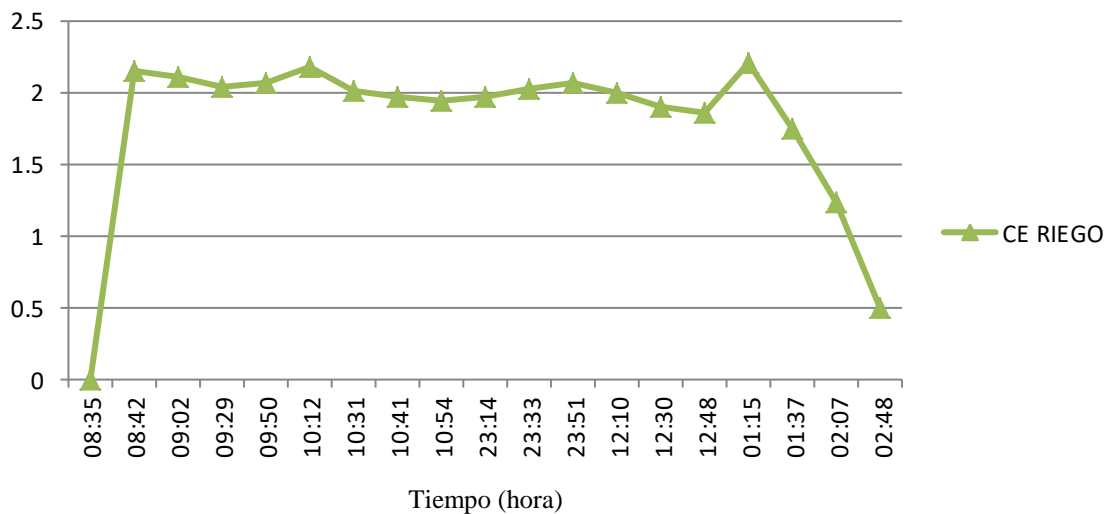
Para establecer un eficiente control del agua de drenaje se debe colocar una estación de drenaje por cada unidad de riego, la cual es necesario colocarla en sitios representativos del invernadero, ni la zona más seca ni la más húmeda y con plantas sanas que representen a todo el cultivo (Ríos & Santos, 2012). Así mismo el porcentaje de drenaje es la relación entre el volumen de agua sobrante con respecto al total de agua aportada en cada riego, para este cálculo se toma en cuenta cuantos goteros riegan en la estación de drenaje (Rodríguez et al., 2018).

“Según el ingeniero Girón, el porcentaje de drenaje para las soluciones nutritivas normales que se utilizan en el cultivo de *C. annuum*, debe ser entre un 30% como mínimo y 45% máximo diario”. (A. Girón, comunicación personal, 25 marzo 2019). Con esto se asegura que la planta tenga la cantidad de agua necesaria y que no se acumulen sales en el entorno de las raíces. Como se puede observar en la figura seis, entre 9:00 – 9:30 a.m. el porcentaje de drenaje es de 75% así mismo entre 11:00 a.m. y 12:00 m. el porcentaje de drenaje se

manifiesta entre 60 – 70% lo cual sobre para el valor de drenaje máximo del 45% diario lo cual influye negativamente en la eficiencia del riego.

Entre las 9:29 y 10:41 am., el porcentaje de drenaje oscila entre 45 y 49% valores considerados como aceptables, ya que contribuyen a eficientar las aplicaciones de riego.

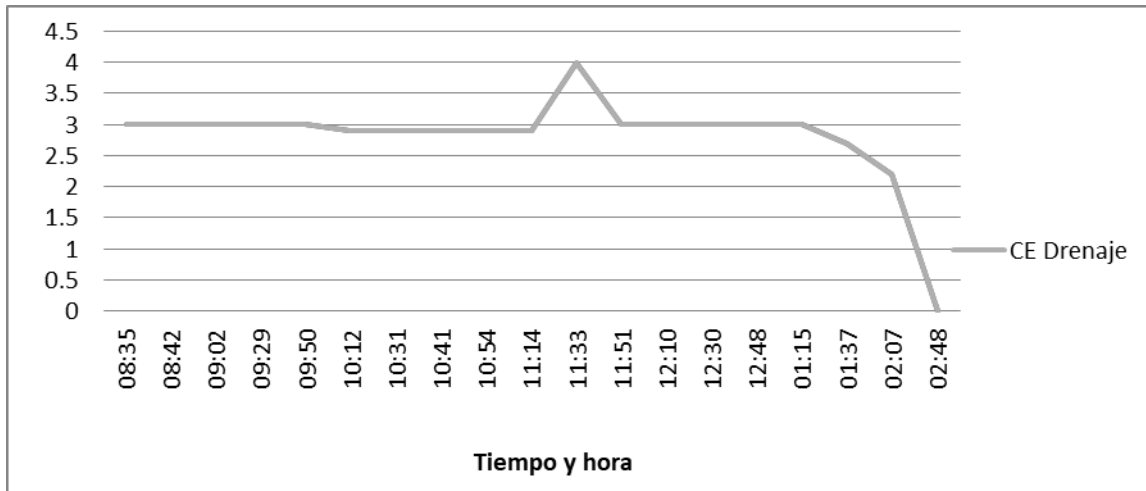
Figura 7. Conductividad eléctrica del riego



La conductividad eléctrica representa la concentración total de sales de la solución nutritiva. A mayor cantidad de sales, mayor conductividad. Normalmente se considera una conductividad eléctrica en el riego para *C. annuum*, de 1.8 a 2.5 siemens (Osorio & Céspedes, 2000).

En cada riego es necesario monitorear los valores de conductividad eléctrica (CE), que sirven para modular el desarrollo vegetativo o generativo de la planta. Como se observa en la figura siete la conductividad de los riegos realizados entre las 8:35 am y 1:37 pm oscilan entre un 1.7 a 2.4 siemens lo que indica el cultivo se encuentra en un balance generativo (*i.e.*, la planta entra a un estado de reproducción). En los últimos riegos del día la conductividad eléctrica empezó a disminuir debido que al finalizar los riegos se realiza un lavado con agua y peróxido de hidrógeno en el sistema de riego para eliminar los residuos y evitar acumulación de estos ya que provocan obstrucciones en la tubería de riegos.

Figura 8. Conductividad eléctrica del drenaje



Como se explicó anteriormente, la conductividad eléctrica (CE) representa la concentración total de sales de la solución nutritiva. La CE tiene una relación inversa entre la cantidad de drenaje y su CE, cuanto menos agua drene la estación, normalmente mayor CE tendrá. En la empresa se suele considerar una conductividad de drenaje superior a la del riego. De tal manera que la conductividad eléctrica del primer riego fue de 2.2 y en la CE de drenaje fue de 3 por lo que la curva de riego inicio bien. Como se puede observar en la figura 8, a las 11:33 am, la CE se elevó debido a que no se aplicó suficiente agua con relación a la intensidad de luz acumulada en ese periodo de tiempo. En los últimos riegos la conductividad empieza a bajar debido a que las cantidades de agua son mayores para bajar las concentraciones de sales en el sustrato y el agua este más disponible para la planta.

2.10. Conclusiones

Los resultados sugieren que existen dos periodos de máxima acumulación de watts uno de ellos de 11:00 a 13:00 horas y el otro de 13:30 a 14:00 horas, no obstante, el primer riego del día debe iniciar cuando la planta este transpirando activamente de lo contrario los frutos disminuyen la calidad debido a la formación de grietas, dicho momento ocurre entre las 8:00 – 9:00 am. Lo anterior contribuye a que el porcentaje de riego oscile entre 45 y 49% valores considerados como aceptables, ya que contribuyen a eficientar las aplicaciones de riego. En los momentos citados anteriormente la conductividad eléctrica de la solución de riego fluctuará entre 1.7 a 2.4 siemens lo que fomentará a que el cultivo se encuentre en un balance generativo.

2.11. Servicio 2: Elaboración de un plan de manejo agronómico para la etapa vegetativa del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var.*biloxi*).

2.12. Descripción del problema

El arándano es una alternativa de producción frutícola viable y a que puede orientarse al mercado de exportación (Roldán, 2006). La empresa Semillas del Campo, S.A. cuenta con un nuevo proyecto destinado a la producción de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. *biloxi*), esta variedad requiere 150 a 250 horas frío (*i.d.*, acumulación de horas por debajo de 7°C) y es de floración temprana (Pannunzio et al., 2011).

En la región Finca el Valle, Nueva Santa Rosa, la temperatura más baja que se ha registrado es de 12°C, lo que indica que no es un clima idóneo para la producción de *V. corymbosum*, lo anterior puede producir cambios fisiológicos (floración y fructificación) en dicho cultivo el cual requiere de un manejo agronómico diferente, para contribuir a su adaptación a las condiciones climáticas de la región y evitar la muerte de la planta.

El cultivo de arándano requiere suelos con pH ácido (4.5 a 5.5), debido a que es una planta altamente sensible a la asfixia radicular, por lo tanto, necesita suelos o sustratos con alta porosidad (Roldán, 2006). No obstante, en la empresa, el cultivo se produciría hidropónicamente por lo cual se utilizó como sustrato fibra de coco. El crecimiento del cultivo en dicho sustrato fue deficiente por la alta salinidad y pH (*i.e.*, pH básico -7-) del sustrato. El requerimiento de acidez del sustrato para este cultivo se relaciona directamente con la nutrición mineral de la planta así mismo sustratos con un pH básico inhiben la hidratación de la planta (Pannunzio et al., 2011). Todo lo descrito anteriormente evidenció que por ser un cultivo de reciente introducción en la empresa era necesario establecer un plan de manejo agronómico para su cultivo adaptado a las condiciones climáticas del área donde se ubica la empresa.

2.13. **Objetivo**

Elaborar un plan de manejo agronómico para el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. biloxi), en etapa vegetativa de acuerdo a las condiciones climáticas de la región donde se ubica la Empresa Semillas del Campo.

2.14. **El ciclo fenológico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum*).**

El ciclo fenológico del cultivo de arándano cambia con los factores climáticos que actúan sobre el mismo, lo que indica que las plantas sembradas bajo condiciones climáticas distintas a las que requieren pueden presentar diferencia en el tiempo con respecto a su desarrollo vegetativo (Mesa-Torres, 2015). El ciclo anual del arándano comprende las etapas vegetativa y reproductiva las cuales se encuentran modificadas por las condiciones ambientales y las prácticas de manejo (Rivadeneira, 2007).

El desarrollo de la dormancia y de la resistencia al frío es un proceso gradual que se inicia con el acortamiento de los días y la disminución de la temperatura (Lyrene & Williamson, 2004). Seguido a este período, cuando las plantas acumulan las horas de frío requeridas según las necesidades de cada variedad se encuentra la etapa de floración. El inicio de la floración es observable a través de la ruptura de yemas florales y representa una etapa muy sensible a las heladas. La sensibilidad de las plantas a las bajas temperaturas dependerá de las condiciones ambientales previas como también del estado fenológico del cultivo (Parra, 2007).

La floración es observable a nivel cultivo por la presencia y preponderancia de flores abiertas en todas las ramas. Existe un efecto de la temperatura en todas las etapas del crecimiento. Las temperaturas que se producen antes y durante la floración afectan la duración del período de floración (Rivadeneira, 2007). Siendo así la cantidad de ramas que forme el cultivo dependerán de la poda realizada y también de las temperaturas de los meses de verano (Mayorga, 2012).

Las plantas de arándano requieren de suelos sueltos o sustratos con alta porosidad para prosperar, con pH de entre 4.4 a .5.5. Los arándanos crecen mejor en climas templados, la variedad *biloxi* requiere de 150 a 250 horas frío para cumplir su receso invernal (*i.e.*, es un estado fisiológico temporal en que no se observa crecimiento ni desarrollo de las estructuras vegetales de los frutales de hoja caduca) (Hernández, 2014).

2.15. Metodología

Para establecer el plan de manejo agronómico de la etapa vegetativa del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. biloxi) se realizaron diversos ensayos científicos en campo para determinar la respuesta fenológica del cultivo a cada uno de los aspectos agronómicos a evaluar.

2.16. Resultados y discusión

2.17. Elaboración de bolsas de nylon

Se realizaron 600 bolsas de nylon reciclado de 60 x 30 centímetros y 500 de 50 x 30 centímetros, por medio de pruebas se determinó que poseían una capacidad de retención de agua de 15 y 12 litros respectivamente. Las bolsas se llenaron con sustrato de fibra de coco y se utilizaron para el establecimiento del cultivo bajo condiciones de casa malla.

2.18. Preparación del sustrato

Se reutilizaron sustratos de fibra de coco. Se elaboró una mezcla de dos tipos de sustratos de fibra de coco en una proporción de 70% de partículas gruesas (*i.e.*, dimensiones de 50 x 15 cm) y 30% de partículas finas (dimensiones de 30 x 30 cm). A la mezcla con la proporción 70:30, se aplicó agua por 15 minutos para bajar las concentraciones de sales posteriormente se desinfectó con peróxido de hidrogeno al 15%.

2.19. Trasplante de las plantas de *Vaccinium corymbosu* var. biloxi.

La planta de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. biloxi) se trasplanto una por bolsa de nylon con el sustrato debidamente desinfectado (ver imagen 4). Las plantas fueron distribuidas en tres áreas de 500 m² cada una; en la primera se colocaron 500 plantas, la segunda 400 y en la tercera zona 300 con un distanciamiento de 50 centímetros entre planta siendo un total de 1,200 plantas.

2.20. Aplicación de riegos

Después del trasplante de *V. corymbosum*. Se realizaron curvas de riego y drenaje en las cuales se determinó que debía realizarse riegos más frecuentes y menos intensos a lo largo del día, con aplicaciones de 20-18-20 y ácidos inorgánicos al 25%. Posterior a la etapa de trasplante, a diario las soluciones nutritivas a aplicar se alternaron una de macronutrientes

(N, P, K, Ca, Mg) y otra de micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn, Mb, Cu y Mo). La solución de mezclas para aplicar se realizaba en dos tanques (*i.d.*, tanque A y B). “De acuerdo con el ingeniero Girón, en el tanque A se diluyeron los macronutrientes y en el tanque B los micronutrientes esto con la finalidad de evitar antagonismo en los elementos y aplicaciones de aminoácidos libres”. (A. Girón comunicación, personal 20 abril 2019).

Durante toda la fase de establecimiento del cultivo en el sustrato se monitoreo diariamente la conductividad eléctrica (EC) evitar la salinidad del sustrato de fibra de coco, para bajar la EC se realizaban riegos con niveles bajos de ácido fosfórico.

Después de una serie de pruebas de campo y mediciones de datos, se estableció que en la etapa fenológica vegetativa del cultivo específicamente los primeros 3 meses, es necesario realizar ocho riegos al día de 200 cc cada uno.

2.21. **Realización de podas**

Durante toda la etapa vegetativa se realizaron podas fitosanitarias eliminando hojas viejas y flores, con el fin de propiciar el desarrollo de la planta desde pequeña. Para sellar las heridas y prevenir entrada de patógenos y plagas se aplicó peróxido de hidrogeno al 10%.

Se realizaron pinzamientos (*i.e.*, es una técnica cultural complementaria a la poda) cada 15 días para renovar la estructura foliar y homogenizar los flujos de floración y posteriormente sincronizar la producción floral y de esta manera poder obtener de 3 a 10 brotes florales por rama.

2.22. Conclusiones

Con la elaboración del plan de manejo agronómico de la etapa vegetativa del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. biloxi), se determinó que para el establecimiento del cultivo se recomienda utilizar una mezcla de fibra de coco de partículas gruesa y fina en una relación 70:30. Así mismo durante esta etapa se debe aplicar ocho riegos diarios de 200 cc cada uno, alternando aplicaciones de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn, Mb, Cu y Mo) por día con ácido fosfórico para mantener el pH ácido en el sustrato. Se debe monitorear dos veces al día el pH y la conductividad eléctrica tanto de la solución de riego como a la de drenaje. Se debe realizar una poda aérea cada 15 días para sincronizar la producción floral y obtener de 3 a 10 brotes florales por rama.

2.23. **Anexos**



Figura 9. Bolsas de 60 x 30 centímetros para trasplante



Figura 10. Hidratación del sustrato de fibra de coco



Figura 11. Trasplante de las plantas de *Vaccinium corymbosum*.



Figura 12. Aplicación de riego



Figura 13. Toma de datos de la conductividad eléctrica



Figura 14. Poda fitosanitaria a las plantas de arándano

2.24. **Servicio 3: Capacidad de depredación de *Ceraeochrysa cincta* sobre la plaga de cochinilla (*Ferrisia virgata*) en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.).**

2.25. **Descripción del problema**

Debido a que *Ceraeochrysa cincta* es un controlador biológico de reciente captura en la empresa, no existe información científica acerca de la capacidad de depredación sobre la cochinilla *Ferrisia virgata* dentro del proyecto Cecilio.

2.26. **Objetivo**

Determinar el porcentaje de depredación de *Ceraeochrysa cincta* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*.

2.27. **Metodología**

2.28. **Material experimental**

Se utilizó el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad Nathalie, para la inoculación de la cochinilla *Ferrisia virgata* L.

2.29. **Cochinilla *Ferrisia virgata* L.**

Las hembras producen ovisacos (Willink, 1991), la longevidad en la hembra es de 36-53 días y del macho 1-3 días. Con un periodo de oviposición de 20-29 días.

2.30. **Depredador *Ceraeochrysa cincta* L.**

El ciclo biológico del depredador *Ceraeochrysa cincta* consta de huevo, tres estadios larvales, prepupa, pupa y adulto, estos depredadores del género *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae), tienen un gran potencial para ser utilizados en el control biológico de plagas agrícolas, sin embargo, es indispensable conocer la capacidad de depredación del mismo ante otros insectos.

2.31. **Diseño experimental**

El experimento fue establecido bajo un diseño completamente al azar bajo condiciones de invernadero. Se utilizó cinco unidades experimentales.

2.32. **Unidad experimental**

La unidad experimental estaba compuesta por una planta de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) infestada con la cochinilla *F. virgata*, cada una sembrada en sustrato de fibra de coco de 50 cm de largo, 20 cm de ancho y 12 cm de alto.

2.33. **Inoculación de cochinillas**

A los 5 días después del trasplante de las plantas se inoculó una colonia de 10 individuos adultos, cinco individuos de cada sexo. Durante dos semanas se realizó un monitoreo diario de la población de cochinillas en cada unidad experimental para garantizar su presencia al momento de ser liberado el controlador biológico.

2.34. **Liberación del Depredador *Ceraeochrysa cincta* L.**

Dos semanas después de la inoculación de *Ferrisia virgata* en cada unidad experimental, se realizó la liberación de larva *Ceraeochrysa cincta*. En cada unidad experimental se liberaron dos larvas del instar II, en la hoja con la colonia más grande de cochinillas colocándolas alrededor de las colonias de *F. virgata*.

2.35. **Muestreo de *Ceraeochrysa cincta* L.**

Se efectuó un muestreo siete días después de la inoculación de *Ceraeochrysa cincta*, en cada unidad experimental, realizando un conteo de cochinillas para conocer la cantidad que depredó la larva *C. cincta*. Durante la ejecución del experimento la temperatura promedio fue de 23°C y la humedad relativa de promedio 72.5%.

2.36. Resultados y discusión

Tabla 3. Porcentaje de depredación de la larva *Ceraeochrysa cincta*

No. Planta	Día 1 Cantidad de cochinilla en una hoja	Día 7 Cantidad de cochinilla en una hoja	Cantidad de cochinilla que depredo <i>Ceraeochrysa</i> <i>cincta</i> .	Porcentaje de depredación de <i>Ceraeochrysa</i> <i>cincta</i> .
1	1853	16	1837	99.14%
2	987	210	777	78.72%
3	654	0	654	100%
4	1436	9	1427	99.37%
5	1789	12	1777	99.32%
Promedio Total				95.39%

Como se muestra en la tabla 3, la larva *Ceraeochrysa cincta*, tuvo una capacidad mínima de depredación de 78.72% y una máxima del 100% sobre la cochinilla. El porcentaje de depredación promedio fue del 95.39%.

2.37. Conclusión

Los resultados sugieren que la interacción del depredador *Ceraeochrysa cincta* sobre la población de la cochinilla *Ferrisia virgata*, fue alta debido que el porcentaje de depredación promedio fue del 95.39%, a una temperatura de 23°C y humedad relativa promedio de 72.5%.

2.38. Bibliografía

- Alavez, A., Domínguez, V. M., & Zárate, N. B., Y., (2017), MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vacciniumcorymbosum* L.) EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA. *Universidad&Ciencia*, 6, 138-155.
- Céspedes, R. & Osorio, U., (2000). Efecto de métodos de riego localizado en la salinidad del perfil de suelo en vid de mesa.: conductividad eléctrica, sodio, cloro y boro en distintos puntos del perfil. *Agricultura Técnica*, 60(2), 178-194.
- Fernandez, J., Cuevas, V., Romero, R., Pérez, A., y (2015) Estrategia y programación del riego.
- Godoy, C., Garaita Artza, U., & Tognetti, J. (2005). COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DE DOS CULTIVARES DE ARANDANO ALTO EN EL SUDESTE BONAERENSE1. *Revista de la facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires*, 25(3), 217-225.
- Hernandez, D, (2014) Estudio nutricional de arándano azul (*Vaccinium corumbosum* L.) cv. Biloxi en los reyes, Michoacán.
- Lyrene, P. M. and Williamson, J. G.2004. Protecting Blueberries from Freezes in Florida. University of Florida IFAS.
- Mayorga Ramos, L. C. (2012) Manejo integrado de podas de cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L).
- Mesa-Torres, P. A. (2015). Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arandano (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia).
- Moralez, G. (2014) Producción bajo condiciones controladas.
- Pannunzio, A., Premuzik, Texeira, P., & Z. Vilella, F., (2011). Impacto de los sistemas de

riego por goteo en arándanos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, 15(1).

Parra, I. V. (2007). Fertirrigación de arándanos. IV Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas, 23.

ROLDÁN, M. E. C. (2006). EFECTO DE CUATRO FACTORES DE MANEJO BAJO INVERNADERO EN LA ACLIMATACIÓN DE PLANTAS DE ARÁNDANO (*Vaccinium ashei*), PROVENIENTES DE CULTIVO DE TEJIDOS.



3. CAPITULO III
INFORME DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE LA FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *SYMPHEROBIUS BARBERI* (NEURÓPTERA: HEMEROBIIDAE), UTILIZANDO COMO DIETA ALIMENTICIA LAS ESPECIES DE COCHINILLA *PHENACOCCLUS SOLANI* Y *FERRISIA VIRGATA*, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A. NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA C.A.

CLAUDIA MARINA ORTÍZ MONROY

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2020

3.1 Resumen

La empresa Semillas del Campo S.A., se dedica a la producción de diversos cultivos entre ellos chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) orgánico, el cual es afectado por una serie de problemas fitosanitarios que disminuyen su producción ocasionando pérdidas económicas (Cherw, Jiménez, Rodríguez, Vega, 2008). Dentro de estos problemas resalta el ataque de plagas, al respecto se han registrado al menos 10 especies de insectos plaga (Tamayo, & Jaramillo, 2013) en el cultivo. Sin embargo, dentro de la empresa la principal plaga que afecta al cultivo de *C. annuum* es la cochinilla de las especies *Phenacoccus solani*, *Phenacoccus madeirensis* y *Ferrisia virgata*.

El ingeniero Girón, expresa que el 25% de la producción del cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), se ve afectada por la infestación de las especies de cochinillas mencionadas anteriormente, disminuyendo de 5 a 6 kg/m² el rendimiento del cultivo, ocasionando pérdidas económicas de aproximadamente US\$216,000.00 por hectárea (A. Girón, comunicación personal, 25 abril de 2019). Consecuentemente, dado el carácter orgánico de la producción de *C. annuum* en la empresa, se prescinde del uso del control químico para esta plaga por lo cual el control es estrictamente biológico específicamente utilizando depredadores nativos como la larva de *Sympherobius barberi*. Debido a lo anterior es indispensable mantener una fluctuación poblacional estable de *S. barberi*, para mantener la población de cochinillas por debajo del umbral de daño económico. Debido a lo anterior la presente investigación consistió en estudiar la fluctuación poblacional de *S. barberi* en el cultivo de *C. annuum*, bajo condiciones de invernadero utilizando como dieta alimenticia las especies de cochinilla *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*.

Bajo las condiciones de este estudio los resultados sugieren que las larvas de *Sympherobius barberi* alimentadas con *Phenacoccus solani*, *Ferrisia virgata*, *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata* sobrevivieron 18, 21, 16 días respectivamente, reflejando la mayor tasa de mortalidad larval (40%) y pupa (38%) con la dieta alimenticia *Ferrisia virgata* (tratamiento 2). Así mismo la interacción del depredador *S. barberi* sobre la cochinilla *Phenacoccus solani* fue muy baja incrementando un 30% la población de la cochinilla. Respecto a la interacción de *S. barberi* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata* la larva redujo

un 36% de la población de *F. virgata*. Mientras que en la interacción con las dos especies (tratamiento 3) de cochinilla presento una predilección por la especie *F. virgata* reduciendo un 60% de su población durante tres semanas, sin embargo, la población de *S. barberi* disminuyo provocando un incremento del 100% de la especie *F. virgata*.

Palabras clave: Cochinilla| Agricultura orgánica| *Phenacoccus solani*| Control biológico| *Ferrisia virgata*|

Abstract

Keywords: Cochineal | Organic farming | *Phenacoccus solani* | Biological control | *Ferrisia virgata* |

The company Semillas del Campo SA, is dedicated to the production of various crops including organic chili pepper (*Capsicum annuum* L.), which is affected by a series of phytosanitary problems that reduce their production causing economic losses (Cherw, Jiménez, Rodríguez, Vega, 2008). Among these problems, the attack of plagues stands out, in this regard at least 10 species of pest insects have been recorded (Tamayo, & Jaramillo, 2013) in the crop. However, within the company the main pest that affects the cultivation of *C. annuum* is the cochineal of the species *Phenacoccus solani*, *Phenacoccus madeirensis* and *Ferrisia virgata*.

The engineer Girón, reported that 25% of the production of the pepper crop (*Capsicum annuum* L.), is affected by the infestation of these species of cochineal, reducing crop yield from 5 to 6 kg / m², causing losses of approximately US \$ 216,000.00 per hectare (A. Girón, personal communication, April 2019). Consequently, given the organic nature of the production of *C. annuum* in the company, the use of chemical control for this pest is omitted, so the control is strictly biological specifically using native predators such as the larva of *Sympherobius barberi*. Due to the above it is essential to maintain a stable population fluctuation of *S. barberi*, to keep the cochineal population below the threshold of economic damage. Due to the above, the present investigation consisted of studying the population fluctuation of *S. barberi* in the cultivation of *C. annuum*, under greenhouse conditions using the mealybug species *Phenacoccus solani* and *Ferrisia virgata*.

Under the conditions of this study, the results suggest that the larvae of *Symphorobius barberi* with diets of *Phenacoccus solani*, *Ferrisia virgata*, *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata* survived 18, 21, 16 days respectively, reflecting the highest larval mortality rate (40%) and Pupa (38%) with the food diet *Ferrisia virgata* (treatment 2). Likewise, the interaction of the predator *S.barberi* on the cochineal *Phenacoccus solani* was very low, increasing the cochineal population by 30%. Regarding the interaction of *S. barberi* on the cochineal *Ferrisia virgata*, the larva reduced 36% of the population of *F. virgata*. While in the interaction with the two species (treatment 3) of cochineal I have a predilection for the species *F. virgata* reducing 60% of its population for three weeks, however the population of *S.barberi* decreased causing an increase of 100% of the species *F.virgata*.

3.2 Introducción

Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores (2012), Guatemala es el principal productor y exportador centroamericano de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.). Con un volumen de producción de 14,221.97 toneladas métricas para el año 2016 (MAGA, 2018). En cuanto a consumo de esta hortaliza, los consumidores se interesan en el origen de los productos, forma de cultivo o si son seguros para el consumo humano, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo en fresco (Winter & Sarah, 2006). Debido a lo anterior la empresa Semillas del Campo, S.A. se dedica a la producción del cultivo de chile pimiento (*C. annuum* L.) orgánico bajo condiciones controladas. El mercado de exportación es principalmente Centroamérica, y Estados Unidos, satisfaciendo el exceso de demanda y el diferencial de precios existentes (Álvarez-Rivero; Díaz-González; López-Naranjo, 2005).

La producción del cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) orgánico en la empresa Semillas del Campo S.A., se ve afectada por una serie de problemas fitosanitarios que disminuyen su producción ocasionando pérdidas económicas (Cherw, Rodríguez, Jiménez, Vega, 2008). Dentro de estos problemas resalta el ataque de plagas, al respecto se han registrado al menos 10 especies de insectos plagas (Tamayo & Jaramillo, 2013) en el cultivo. Sin embargo, la principal plaga que afecta al cultivo de *C. annuum* dentro de la empresa es la cochinilla de las especies *Phenacoccus solani*, *Ferrisia virgata* y *Phenacoccus madeirensis*, la segunda en importancia es la plaga trips (*Frankliniella occidentalis*) la cual se encuentra controlada por debajo de los umbrales de daño económico.

El 25% de la producción del cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), se ve afectada por la infestación de estas especies de cochinilla disminuyendo de 5 a 6 kg/m² el rendimiento del cultivo, ocasionando pérdidas económicas de aproximadamente US\$216,000.00 por hectárea, (A. Girón, comunicación personal, mayo de 2019). Consecuentemente, por la forma de producción de *C. annuum* en la empresa, se prescinde del uso del control químico de esta plaga por lo cual su control es estrictamente biológico específicamente utilizando depredadores nativos como la larva de *Symphorobius barberi*.

Un estudio realizado por Pacheco, Lomelí, Ramírez y Rodríguez (2011), sugiere que *Sympherobius barberi* Banks, fue uno de los depredadores más frecuentes en colonias de cochinilla silvestre, eliminando hasta un 40% de estados inmaduros de la cochinilla en cultivos industriales. Se han conducido diversos estudios enfocados en el ciclo de vida, ecobiología, efectos de los residuos de pesticidas en sus poblaciones, potencial como controlador de la cochinilla del nopal, taxonomía y características del género. No obstante, aún no se ha generado información acerca de la fluctuación poblacional de *S. barberi* en el cultivo de chile pimiento (*C. annuum* L.) bajo condiciones de invernadero utilizando como dieta alimenticia las especies de cochinilla *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*. Por lo cual se quiere establecer una población estable de *Sympherobius barberi*, para mantener la población de cochinillas por debajo del umbral de daño económico.

En la presente investigación se utilizó como material experimental el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad Nathalie, en el cual se inoculó las especies de cochinillas *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*, como dieta de la larva *Sympherobius barberi*; con el objetivo de estudiar la fluctuación poblacional de *S. barberi* sobre dicho cultivo.

3.3 Marco teórico

3.3.1 Marco conceptual

Todas las formas de chile pimiento utilizadas por el hombre pertenecen al género *Capsicum*. El nombre científico del género deriva del griego *kapsō* que significa picar (Staller, 2012). El género *Capsicum* pertenece a la familia *Solanácea*, la cual está formada por unos 90 géneros, los cuales se encuentran divididos en 2 subfamilias: *Solanoideae* y *Cestroideae* (Hanan, Mondragon, Tenorio & Vibrans 2009). La diferencia entre estas dos subfamilias se basa en diferentes modelos de desarrollo del embrión. En *Solanoideae*, el embrión está enrollado y es de un diámetro más o menos uniforme. En las *Cestroideae* el embrión es típicamente recto o ligeramente curvado (Costa, Gil & Nuez, 2003).

3.3.2 Características del cultivo de pimiento

3.3.3 Origen

El chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) es originario de Bolivia y Perú, donde además de esta especie se cultivaban al menos otras cuatro. Fue traído al viejo mundo por Colón en su primer viaje en el año 1493. En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses. *C. annuum* es cultivado en regiones tropicales y templadas del mundo, principalmente en México y América Central (Ruiz, Medina, & Martínez, 2011).

3.3.4 Descripción botánica

El chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una planta anual herbácea, con un sistema radicular pivotante. El tallo es de crecimiento limitado y erecto, con un porte que en término medio puede variar entre 0.5 y 1.5 metros. Cuando la planta adquiere cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente. Hojas ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado y un peciolo largo o poco aparente (Fornaris, & Lugo, 2009; Nuez, 2003).

Los mismos autores (Fornaris, & Lugo, 2009; Nuez et al., 2003), mencionan que las flores poseen una corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axial, la fecundación es autógama. El fruto es una baya hueca, de color variable (e.g., verde, rojo, amarillo, naranja), su tamaño es variable. La semilla se

encuentra insertada en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas ligeramente reniformes, de color amarillo pálido (Eshbaugh, Guttman & McLeod, 1982).

3.3.5 Manejo agronómico del cultivo de *C. annuum*

El cultivo necesita durante todo su ciclo diferentes actividades de manejo agronómico, con la finalidad de brindar a la planta condiciones adecuadas para su crecimiento y desarrollo. Estas se deben de realizar de acuerdo con la fenología del cultivo para que no sufra daños fisiológicos y pueda permanecer en un ambiente ideal para su crecimiento (Dionizis, Potter, Román & Sepúlveda, 2013).

3.3.6 Tipos de poda

3.3.7 Poda de formación

La poda de formación consiste en retirar la flor que se forma en la primera horqueta de la planta y los brotes laterales que se generan por debajo de esta sobre el eje principal (Dionizis, Potter, Román & Sepúlveda, 2013). La flor y los brotes laterales deben ser retirados ya que van a captar la mayoría de los fotoasimilados que la planta está produciendo, provocando un retraso en el crecimiento de los tallos principales que se generaron de la segmentación del eje principal (Monge-Pérez, 2015).

3.3.8 Poda de mantenimiento

Esta poda debe realizarse semanalmente, ya que las plantas continúan con su crecimiento. La poda de mantenimiento mediante el método holandés busca mantener dos y tres tallos principales por la planta durante todo el ciclo del cultivo, siendo estos tallos principales los que van a sostener la producción (Rivera, 2009).

3.3.9 Tutorado del cultivo

Es de tipo holandés o tipo vertical, en el cual la planta es guiada con rafia en sentido de las agujas del reloj, con este sistema de manejo se emplea un sistema de tutorado en forma de canasta, para que las plantas sean sostenidas verticalmente mediante un sistema de postes y cuerdas que están ubicados a lo largo de la cama (Arias, Bojaca, Casilimas, Fuentes, Gil, Monsalve & Villagran, 2012).

3.3.10 Deshoje

Después de haber realizado la cosecha de los primeros frutos que se encuentran en la parte inferior de la planta, se deben retirar las hojas que presentan senescencia (Álvarez & Pino, 2014; Casilimas et al., 2012). Esta labor permite mejorar la aireación al interior del cultivo lo que hace que disminuya la presencia de hongos y de mosca blanca (*Aleyrodidae* W.) al retirar las ninfas ubicadas en el envés de las hojas (Álvarez & Pino, 2014).

3.3.11 Raleo de frutos

Este consiste en retirar de las horquetas (*i.e.*, rama gruesa de la planta de chile pimiento que forma ángulo con el tronco) que se forman en cada tallo productivo los frutos que presentan deformaciones, quemaduras de sol o tamaños muy pequeños. Esta poda ayuda a mejorar la calidad de los frutos al disminuir la competencia por fotoasimilados que se dirigen hacia frutos sin ningún valor comercial (Berrones, Garza, Vázquez & Méndez, 2013; Reséndiz-Melgar, Moreno-Pérez, Rodríguez-Pérez, & Peña-Lomelí, 2010).

3.3.12 Plagas que atacan al cultivo de chile pimiento

Las principales plagas que afecta al cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) se citan a continuación.

3.3.13 Cochinillas

Se trata de un insecto polífago y cosmopolita. En los invernaderos de pimientos (*Capsicum annuum* L.) suelen tener varias generaciones, alcanzan su máximo pico poblacional en verano cuando las temperaturas oscilan entre 25° y 40° celcius (*sensu*, Granara, 2003). Las condiciones óptimas para su multiplicación y desarrollo son temperaturas entre 25-30 ° celsius y humedad relativa elevada 80 a 86% (Panis, 1977).

Los daños directos que ocasionan van desde la inyección de saliva a la extracción de savia de la planta, los cuales frenan el crecimiento y ocasionan deformaciones en los órganos en crecimiento. El daño indirecto se debe fundamentalmente a la melaza que segregan tanto las hembras como las larvas que depositan sobre las hojas y frutos y que sirven de sustrato nutricional para el desarrollo de hongos saprófitos productores de la "negrilla" (*Cladosporium* sp.), (Flores et al., 2005; Miranda, 2011; Gutiérrez-Ramírez et al., 2013).

La capacidad fotosintética de las hojas cubiertas por estos hongos se ve reducida. Las picaduras de las larvas y de las hembras provocan deformaciones foliares, que se manifiestan por recubrimientos del limbo hacia el envés (Aguirre, Caceres & Miño, 2011).

3.3.14 **Control biológico para cochinilla**

La fauna útil relacionada con las cochinillas incluye parasitoides, depredadores y patógenos, aunque solo un reducido número está disponible a nivel comercial. Entre algunos de ellos se puede mencionar:

3.3.15 **Mariquita (*Cryptolaemus montrouzieri* M.)**

El problema que presenta este insecto radica en que le cuesta sobrevivir al invierno (*i.e.*, a temperaturas entre 23°C-12°C) en el exterior si las temperaturas son muy bajas y obliga a realizar inoculaciones periódicas cada primavera (26°C-13°C). Algunos estudios sugieren que las larvas y adultos controlan aproximadamente un 20% de las poblaciones de insectos que parasita (*sensu*, Bhat, Chacko, Deepak, Rao, Ramanarayan & Sreedharan, 1978).

3.3.16 **Avispilla (*Anagyrus pseudococci* G.)**

La larva de *A. pseudococci* consume completamente el contenido del interior de la cochinilla. El adulto emerge a través de un agujero irregular que abre en la parte posterior de la momia; la hembra, en presencia del hospedante, pone unos 15 huevos por día. Los adultos tienen una vida media de 30-40 días. Como controlador biológico ejerce un 15% de parasitismo en cochinillas (*sensu*, Lebd, Mansour, Mazzeo, Russo & Suma, 2011).

3.3.17 **Larvas depredadoras *Symphorobius barberi* Banks**

Es un organismo benéfico de hábitos entomófagos, cuyas presas se incluyen principalmente en las familias Coccidae y Pseudococcidae (*Phenacoccus solani*, *Phenacoccus madeirensis* y *Ferrisia virgata*), (Blanco, Martínez & Surís 2009).

Según Variegas (2012), este depredador de ciclo completo (*i.e.*, huevo, tres estadios larvarios y adulto), el género *Symphorobius*, pertenece a la familia hemerobidae; estos insectos son pequeños a medianos, de tonalidades pardas a pálidas, coloración muy similar a hojas secas, algunas con manchas en las alas, estas son de encaje y las pliegan sobre el abdomen como un tejado, tanto larvas como adultos son depredadores de *Coccidae* y *Pseudococcidae*.

3.3.18 Características generales de *Symphorobius*

El ciclo de vida de *S. barberi* consta de huevo, tres instares larvales, pupa y adulto. Los adultos son de 6 mm de longitud, color marrón, antenas moniliformes con base oscura, el resto claro, alas de encaje, venación con dos o más ramas (Klimaszewski, Kevan, & Peck, 1987; Yayla & Satar, 2012).

Según Pacheco et al., (2011), tanto adultos como larvas tienen capacidad para depredar todos los estados de desarrollo de cochinilla. Los adultos depredan preferentemente las ninfas y hembras jóvenes, y las larvas prefirieron alimentarse de huevos y ninfas. Las larvas son voraces y se desplazaban de una a otra colonia para encontrar su presa. Por lo general las pupas se observaron a un lado de la colonia de la cochinilla o debajo de ésta, ocasionalmente utilizan capullos abandonados de coccinélidos y pirálidos para pupar al lado de ellos (Oswald, 1985).

3.3.19 Biología

Las hembras ovipositan en sitios protegidos, capullos de pupas de cochinilla, depositan los huevos en forma aislada o en pequeños grupos adheridos perpendicularmente al sustrato, el promedio es 412 huevos/hembra en todo su periodo de vida, el periodo de preoviposición es de tres a cuatro días y la longevidad es de 22-26 días (*sensu*, Salcedo, 2014). Los huevos son de color blanco, se tornan pardo claro a pardo oscuro conforme maduran, el huevo eclosiona de 5-7 días. La duración del ciclo desde huevo a adulto a temperatura promedio de 23.7°C y 65.5% de humedad relativa es de 28-35 días aproximadamente (Pacheco, 2011).

3.3.20 Condiciones climáticas de supervivencia de *S. barberi*

Las condiciones climáticas son importantes para el ciclo de vida de *Symphorobius barberi*, determinando su longevidad en el campo, pudiendo ser de 8 días en un rango de 25 a 30°C (*sensu*, Makarkin & Wedmann, 2009). Una humedad relativa para los adultos que fluctúe entre 70% y 75%, puede incrementar la longevidad de 6 a 8 días. Empero, si la humedad es inferior al 50% la longevidad disminuye sustancialmente de 2 a 3 días (Campero, & Requilon 2017).

3.3.21 Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Según los autores Graña, Larraín, Quiroz, Rebufel & Sepúlveda, (2005), los trips son vaciadores de células, poseen estiletes cortos con los que rasgan el tejido e inyectan saliva para la lisis de tejidos y células, succionando el jugo celular. Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores, donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas (Carrizo, 1998; Kirschbaum, Lefebvre & Reguilón 2013).

Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que causa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía (Graña, Larraín, Quiroz & Varela, 2006).

3.3.22 Ácaros

3.3.22.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*, *Tetranychus turkestanii* y *Tetranychus ludeni*)

Según Escudero, Baldó, & Ferragut (2005) el ácaro es prolífico (*i.e.*, tiene facilidad para reproducirse abundante y rápidamente) y realiza puestas numerosas en el envés de las hojas donde se desarrollan las larvas y adulto. Debido a lo anterior causan decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas en las hojas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas produciendo posteriormente la defoliación de la planta disminuyendo el rendimiento. Los ataques más severos se producen en los primeros estados fenológicos (Enrique, 2002). Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga (Alvarado, Allende, & Hernández 2018).

3.3.22.2 Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*)

Las larvas y adultos de este ácaro suelen vivir en las hojas jóvenes, de las cuales se alimentan (Raudez, 2016). Las picaduras en estos órganos desorganizan los tejidos y dan lugar a hojas deformadas, a menudo filiformes, con las nervaduras sinuosas y en relieve, de donde se deriva el nombre de acariosis deformante. Si el ataque es fuerte el ápice de la planta amarillea y se detiene el crecimiento (Jiménez, Mena & Rayo, 2015).

3.3.23 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (*i.e.*, amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas (Arregui Sánchez, & Scotta, 2002).

Los daños indirectos se deben a la proliferación de fumagina sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el desarrollo de las plantas (Flore, Reguilón, Alderete & Kirschbaum, 2015). Otros daños indirectos se producen por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del rizado amarillo de tomate (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara” (Arce, Fernández, Ghiggia, Jaime, Macián, & Paz, 2013).

3.3.24 Chile pimiento (*C. annuum* L.)

Las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), variedad Nathalie son de crecimiento indeterminado. El ciclo productivo de esta variedad es de aproximadamente 90 días; desde el trasplante hasta la producción de frutos, su rendimiento aproximado es de 17,662.00 ton/ha (Chávez & Martínez, 2015). Esta variedad es susceptible a varias plagas entre las más importantes: áfidos (*Aphis gossypii* G.), pulgones (*Macrosiphum euphorbiae* M.), (*Myzus persicae* X.), araña roja (*Tetranychus urticae* Koch.), barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii* C.), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* W.) y (*Bemisia tabaci* G.) y cochinillas (*Phenacoccus solani* L.), (*Phenacoccus madeirensis* L.), (*Ferrisia virgata* L.), (Guigón & González, 2001). En la empresa Semillas del Campo, el rendimiento del cultivo ha disminuido en un 25% debido a la presencia de un complejo de cochinillas (*Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata*) interactuando en una misma planta.

3.3.25 Importancia del cultivo de chile pimiento en Guatemala

Según el agro en cifras (2015), para el año 2013 existió un área cosechada de 2,277.21 hectáreas con una producción de 53,917.0957 toneladas métricas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.). Según el Banco de Guatemala (2015), para el año 2014, se observó un notable incremento en el área de cosecha reportándose 2,361.81 hectáreas con una producción de 2,361.81 toneladas métricas.

Tabla 4. Aspectos productivos del cultivo de chile pimiento para Guatemala en el periodo comprendido 2008 - 2015

Año	Área cosechada (Has)	Producción (TM)
2008	1,974.055	49,722.1108
2009	2,185.56	50,620.9084
2010	2,192.61	50,078.8656
2011	2,234.9	91,187.8989
2012	2,305.41	52,566.8197
2013	2,277.21	53,917.0957
2014	2,361.81	54,954.7051
2015	2,361.81	56,112.0977

Fuente: MAGA con datos de BANGUAT, 2015

Como se observa en la tabla cuatro, para el año 2015, se presentaron cifras proyectadas, en las cuales el área estimada de cosecha fue de 2,361.81 hectáreas con una producción aproximada de 56,112.0977 toneladas métricas. Así mismo, según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (2015) el valor de las exportaciones ascendió a U\$\$ 11, 522,167.00, correspondiente a una producción de 11,657.42 toneladas métricas.

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Jutiapa (22%), Baja Verapaz (12%), Guatemala (11%), Chiquimula (11%), Alta Verapaz (10%) Santa Rosa (4%) y los demás departamentos de la República suman el (30%) restante (Agexport, 2012; MAGA, 2015; INE, 2013).

3.3.26 Importaciones y exportaciones de chile pimienta en Guatemala, Centroamérica y Estados Unidos.

Para el año 2015, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA) indica que la procedencia principal y destino del comercio exterior se realizan de países como Honduras, Perú, El Salvador con exportaciones que estiman un promedio de 0.71 para el Salvador y 0.24 para los Estados Unidos de América.

Para el año 2012, se importaron 25.38 toneladas métricas de chile pimienta (*Capsicum annuum* L.) sin embargo, para los años 2013 y 2014 se reportó disminución en la cantidad importada decreciendo a 0.01 toneladas métricas. No obstante, para el 2015 se reportó un aumento de 121.02 toneladas métricas. En cuanto a las exportaciones en el año 2012 se exportaron 11,384.57 toneladas métricas como se puede observar en el cuadro 2 (MAGA, 2015; INE, 2013).

Tabla 5. Comercio exterior de chile pimienta para Guatemala en el periodo 2012 - 2015

Año	Importaciones		Exportaciones	
	TM	U\$\$	TM	U\$\$
2012	25.38	40,623.00	11,384.57	4,762,933.00
2013	0.01	95.00	10,460.75	5,440,904.00
2014	0.00	0.00	9,585.74	6,453,716.00
2015	121.02	14,946.00	11,675.42	11,522,167.00

Fuente: MAGA, 2015

3.3.27 Estudios de fluctuación poblacional de insectos y tablas de vida

Una fluctuación poblacional está definida como cambios en la densidad de una población, que describen el número de individuos, dependiendo de la disponibilidad de alimento, hospederos, variaciones estacionales de clima, disponibilidad de nutrientes., que son resultado de controles intrínsecos del tamaño poblacional; estas fluctuaciones son útiles para denotar una condición de equilibrio dinámico a la población de insectos en un espacio y tiempo determinado (Cola, Fabres, Morales, & Pratisoli 2000).

Desde el punto de vista de ecología de poblaciones para estudiar una fluctuación o dinámica poblacional es necesario construir tablas de vida para representar de manera

cuantitativa las principales características de mortalidad específica por edades de una población bajo estudio. En insectos las primeras tablas de vida fueron construidas para *Drosophila melanogaster* y *Tribolium confusum*, en laboratorio. Las tablas de vida entomológicas contribuyen a relacionar los aspectos básicos y aplicados de la ecología de insectos expresando como la mortalidad y sobrevivencia afectan a una población en un tiempo dado (Southwood, 1994).

Existen dos tipos específicos de tablas de vida: la tabla de vida específica por edades u horizontal y la tabla de vida temporal o vertical. Así mismo a partir de las tablas de vida se puede elaborar las curvas de supervivencia para estudiar poblaciones en ecología. Cuando se desea construir una tabla de vida de una especie que se caracteriza por tener generaciones o cohortes superpuestas a lo largo de muchos periodos del año o durante varias temporadas seguidas se realiza una tabla de vida temporal o vertical, así mismo cuando se trata de poblaciones como las de insectos que tienen cohortes (*i.e.*, grupo de individuos que tiene la misma edad cronológica) discretas o discontinuas entonces se debe realizar una tabla de vida horizontal o por edad (Ravinovich, 1978).

3.3.28 Antecedentes

Una investigación conducida por Pacheco, Lomelí, Rodríguez y Ramírez (2011), sugiere que *Sympherobius barberi* Banks fue uno de los depredadores más frecuentes en colonias de cochinilla silvestre, eliminando hasta un 40% de estados inmaduros de la cochinilla en cultivos industriales.

Según Satar y Yayla (2012), *Sympherobius pygmaeus* (Rambur) es un depredador registrado en varias plagas especies, incluyendo la cochinilla. Realizando un estudio para determinar la relación entre tasa de crecimiento y efectos de la temperatura *S. pygmaeus*. Obteniendo una producción diaria de 258 huevos a temperaturas de 25°C.

Los autores Compland y Gillani, (2016) en la universidad de Bari, Italia, estudiaron tácticas de defensiva de *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) de ninfa y adulto de segundo y tercer estadio contra larvas de Navas. Los resultados obtenidos indican que las larvas de *Sympherobius fallax* contra el tercer estadio de ninfa y adulto fueron las más exitosas.

En la empresa Semillas del Campo, S.A. se ha realizado control biológico utilizando adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* que son devoradores de cochinillas del segundo y tercer instar mientras que sus larvas se alimentan de los huevecillos de las cochinillas, sin embargo, “el ingeniero Girón informa que este depredador no fue eficiente ya que controló menos del 20% de la población de cochinillas en el cultivo de *C. annuum*. Posteriormente se utilizó *Anagyrus pseudococci* el cual parasitó las cochinillas adultas controlando menos del 15% de la población de cochinillas. Estos datos no han sido publicados” (A. Girón, comunicación personal 25 de marzo de 2019).

3.4 Marco referencial

3.4.1 Localización geográfica

La empresa Semillas del Campo S.A., está ubicada en el municipio de Nueva Santa Rosa, departamento de Santa Rosa, a una latitud de 14°22'50" y una longitud de 90°17'10" (Bran, 2011). El municipio de Nueva Santa Rosa se encuentra ubicado al sur oriente del país de Guatemala, limitado al norte con Casillas y Mataquescuintla, al sur con Cuilapa, al oeste con Santa Cruz Naranjo y Santa Rosa de Lima. Tiene una extensión territorial de 67 Km². Se encuentra a una altura de 1,001 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 30 kilómetros de la cabecera departamental de Cuilapa y a 73 km de la ciudad de Guatemala, vía Barberena (Álvarez, 2017; Contreras, 2009).

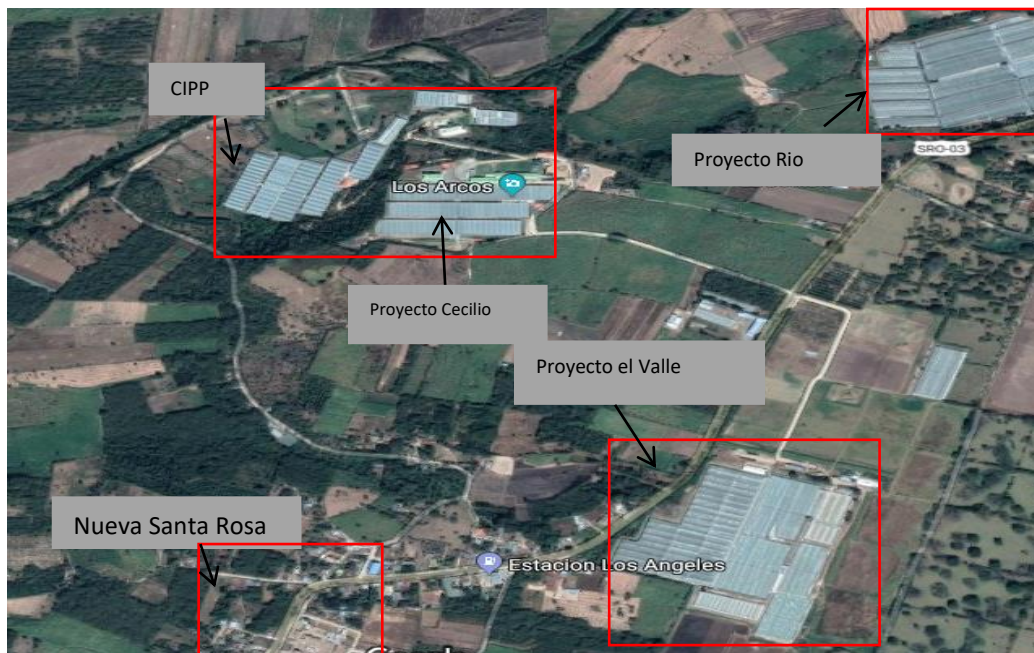


Figura 15. Vista satelital de la empresa Semillas del Campo S.A.

Fuente: Google Maps, 2019

La empresa Semillas del Campo, S.A. Se ubica en el kilómetro 77.5 ruta nacional. Se encuentra a 2.5 kilómetros del casco urbano municipal, esta limita al lado norte con la aldea Guadalupe, lado sur con la aldea La Joya de San Isidro, y al lado este con aldea El Morito. (Hernández, 2016).

3.4.2 Clima

La empresa Semillas del Campo S.A., se encuentra en la zona de vida bosque húmedo Sub-tropical templado (Irungaray et al., 2016). Con un clima templado y temperaturas que oscilan entre 18.48° y 24° celcius. La intensidad lumínica por año es de 1984.1256 joules sobre centímetro cuadrado. La época lluviosa es entre los meses de mayo a octubre, con una precipitación pluvial anual de 1431 milímetros (Herrera, 2019). La humedad relativa varía según la época presentándose desde 60% hasta 100% para la época lluviosa (Arzú, 2019; Donis, 2011).

3.4.3 Fuentes Hídricas

La empresa Semillas del Campo, S.A., cuenta con dos pozos mecánicos de agua con una profundidad de 152 metros, con una capacidad de bombeo de 372 galones por minuto. Uno

de los pozos se ubica en el proyecto El Valle y el segundo en CCIPP, el agua recolectada se almacena en 21 reservorios y cinco silos (Arzú, 2019; Franco, 2019).

3.4.4 Accidentes Geográficos

Entre los principales accidentes geográficos del territorio de Nueva Santa Rosa se encuentran, Volcán Jumaytepeque con una elevación de 1616 msnm. Entre las montañas se encuentra: El picacho, Monte Verde, Santa Lucia, y Los papeles. Los cerros correspondientes al departamento son: Chepe, El Chupadero, Pelón, Pínula, Verde, y Buena Vista. Las corrientes fluviales son: los ríos, La plata, Las cañas, Los achotes, Los esclavos y Pínula. Cuenta con un riachuelo y 25 quebradas (Donis, 2011; SEGEPLAN, 2010).

3.5 Objetivos:

3.5.1 General:

Estudiar la fluctuación poblacional de *Sympherobius barberi*, utilizando como dieta alimenticia las especies de cochinilla *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*, bajo condiciones de invernadero en la empresa Semillas del Campo S.A. Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala C.A.

3.5.2 Específicos:

Determinar la supervivencia de *Sympherobius barberi*, utilizando como dieta alimenticia las cochinillas *Phenacoccus solani*, *Ferrisia virgata* y *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata*, bajo condiciones de invernadero.

Evaluar la efectividad del depredador *Sympherobius barberi*, sobre las cochinillas *Phenacoccus solani*, *Ferrisia virgata* y *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata*.

3.6 Metodología

3.6.1 Material Experimental

Se utilizó como material experimental el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. Nathalie, para la inoculación de las cochinillas *Phenacoccus solani* L. y *Ferrisia virgata* L., que fueron utilizadas como dieta alimenticia de la larva de *Sympherobius barberi* Banks.

3.6.2 Cochinillas asociadas al cultivo de *Capsicum annuum*

Para determinar que especie de cochinilla afectaba al cultivo de *C. annuum* var. Nathalie, se realizó un diagnóstico fitosanitario, siguiendo los siguientes pasos:

Se realizó un muestreo al azar tomando 20 plantas de un invernadero de 8,200 m² de las cuales se contó el número de hojas, para dividir en tres partes la planta y realizar un conteo del 30% de sus hojas, esto con objeto de extraer submuestras de cochinilla.



Figura 16. Toma de muestras de cochinillas

Se extrajo un total de 15 cochinillas por planta, posteriormente se introdujeron en un vial con alcohol al 70%. Las muestras se enviaron al laboratorio de diagnóstico fitosanitario del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.



Figura 17. Vial con alcohol al 70% con muestras de cochinillas

3.6.3 Características de las cochinillas que interactúan en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), variedad Nathalie:

“El ingeniero Girón indico que el rendimiento del cultivo de *C. annuum* var. Nathalie, ha disminuido un 25% por la interacción de las cochinillas de las especies: (*Phenacoccus solani* L.) y (*Ferrisia virgata* L.) en una misma planta. En época de verano cuando las temperaturas oscilan entre 25°-35° C predominan las cochinillas *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*. En época de invierno cuando las temperaturas se encuentran entre 15° y 25° C predomina la cochinilla *Phenacoccus madeirensis*”. (Girón, A. comunicación personal 25 de marzo 2019).

a) *Phenacoccus solani* L.

Esta especie presenta partenogénesis telitoca, (*i.e.*, poblaciones están compuestas exclusivamente de hembras, que dan a luz hembras vivas denominadas como *crawlers*). El tiempo total de desarrollo de *crawlers* a adulto dura 19 días, si bien la hembra adulta tarda unos 15 días hasta dar a luz las primeras *crawlers* (*sensu*, Portilla & Cardona, 2004). Su preferencia y adaptación al cultivo de chile pimiento se da en los meses en los que las temperaturas fluctúan entre 30-37° C (*i.e.*, época de verano). La tasa neta de reproducción

y la tasa intrínseca de aumento natural son más altas arriba de 25 - 35 ° C (*sensu*, Arakawa & Nakahira 2006).



Figura 18. Phenacoccus solani en el envés de hojas de C. annuum

Como se observa en la figura 18, *Phenacoccus solani* tiene un cuerpo ovalado, cubierto de cera blanca y harinosa.

b) *Phenacoccus madeirensis* L.

Esta cochinilla muestra su auge en Chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) cuando *Phenacoccus solani* se ve imposibilitada por las condiciones climáticas (*i.e.*, época de invierno) (Moreno, 2012). En sus colonias se observan adultos, ninfas, ovisacos, puparios y exuvias sobre frutos; en envés de la hoja, junto a venación, en axilas de venas se encuentran mayor concentración. Con frecuencia aparecen puparios de machos, formados por hilos céreos (se pueden confundir con ovisacos) (Granara, 2003). La cochinilla de la especie *Phenacoccus madeirensis* L. tiene una tendencia descendente, desde abril hasta agosto, en septiembre vuelve a aparecer, teniendo tendencia ascendente hasta noviembre; en los meses enero, febrero y diciembre no se presenta incidencia (Moreno, 2012). Debido a las razones descritas anteriormente no se tomará en cuenta esta especie para la investigación debido a que el experimento se empezará en el mes de mayo del 2019 hasta octubre del mismo año. Las tasas de reproducción más altas de esta especie se logran entre 15 – 20°C, que son temperaturas que no se manifiestan en los meses de abril a septiembre en la empresa, por encima de estas temperaturas las poblaciones tienden a decrecer (Chong, Iersel, Oetting & Van 2003).



Figura 19. Ovisacos de *Phenacoccus madeirensis* en el envés de *C. annuum*

c) *Ferrisia virgata* L.

Las hembras son activas y móviles durante toda su vida, hasta que empiezan a producir ovisacos (Willink, 1991). La longevidad en la hembra es de 36-53 días y del macho 1-3 días. Con un periodo de oviposición de 20-29 días. Como se observa en la figura 20, las hembras son ovoides y menos de la mitad de la longitud del cuerpo tiene líneas en el dorso (Villegas & Benavides, 2014). La tasa de reproducción es más alta a temperaturas de entre 25 – 28° C (Barbosa, Oliveira, Silva-Torres & Torres, 2014).



Figura 20. *Ferrisia virgata* sobre el tallo de *C. annuum*

Las hembras adultas se encuentran hibernando en grietas axilares (*i.e.*, grietas formadas producto del deshije de la planta), envés de la hoja y en las hojas producto de la abscisión (figura 21).



Figura 21. Ferrisia virgata sobre grietas axilares de C. annum

Las cochinillas tienen fuertes asociaciones con sus plantas hospederas debido a sus limitaciones para la dispersión. Por lo tanto, las condiciones ambientales y la calidad del huésped pueden afectar los rasgos biológicos de las cochinillas (Oliveira et al., 2014).

3.6.4 Manejo del cultivo de *C. annum*

El cultivo de chile pimiento (*Capsicum annum* L.), var. Nathalie se estableció bajo condiciones de invernadero, sobre camellones de 1 metro de ancho con riego por goteo automatizado. El manejo del experimento se realizó de la siguiente manera:

En la empresa semillas del Campo S.A., se utilizan macro túneles de 115.2m² para realizar investigaciones con productos químicos, control biológico y variedades de chile pimiento. Por lo cual se utilizó un macro túnel que está formado con dos camas de un metro de ancho cada una con una protección de plástico, se realizó una eliminación de malezas del ciclo anterior establecido. En el macro túnel se aplicó peróxido de hidrógeno para la desinfección de camas posteriormente se aplicó *Richoderma harzianum* en la dosis recomendada para la prevención del ataque de hongos como *Phytophthora sp.* El día del trasplante en campo se

agregó de nuevo *R. harzianum* y se repitió a los 15 días después del establecimiento del cultivo.

3.6.5 Establecimiento del cultivo y distancia de siembra

El cultivo se estableció en dos surcos de un metro de ancho por 36 metros de largo, las plantas se colocaron distanciadas a un metro al tresbolillo. Se utilizaron un total de 30 plantas (imagen 9). Posterior al trasplante se aplicó una lámina de riego de 1 litro/planta.

Las plantas de *C. annuum.*, se trasplantaron en camas de 36 metros de largo con un distanciamiento entre camas de 1.6 metros. Se utilizó una cobertura de nylon plata negro de 0.8 milésimas, el cual tiene perforaciones de 1 metro al tresbolillo por lo que se colocaron a cada metro cuadrado una planta y cubiertas con malla antivirus para mantener aislamiento de las repeticiones.

3.6.6 Tutorado

Se realizó el tutorado tipo holandés, que consistió en guiar la planta alrededor de la rafia agrícola en sentido de las agujas del reloj. La rafia se sujeta en los cables (calibre 10) de soporte del cultivo, utilizando ocho metros de rafia/ciclo desinfectada con peróxido de hidrogeno al 10%. Se utilizó este tipo de tutorado porque el cultivo es de crecimiento indeterminado. Esta labor se realizó en la séptima semana después del trasplante. El tutorado se continuó realizando una vez por semana hasta la semana 10, a partir de esa semana se realizó cada 15 días.

3.6.7 Selección de ejes

La selección de ejes productores se realizó cuando la planta tuvo sus primeros brotes principales de los cuales se seleccionó el eje principal más vigoroso. Esta actividad se ejecutó a la cuarta semana después del trasplante.

3.6.8 Deshije

Se realizó cuando se seleccionaron los ejes productores y comenzaron a brotar los ejes secundarios de las yemas apicales (*i.e.*, tres semanas del trasplante del cultivo), por lo cual fue necesario eliminar los mismos para brindar a la planta un mejor aprovechamiento de nutrientes en los frutos. Este proceso se realizó en las primeras seis yemas apicales.

Esta actividad fue realizada a mano, utilizando guantes de látex los cuales se desinfectaban con leche descremada al 2% para evitar la contaminación bacteriana, esta actividad se continuó realizando a cada dos semanas durante el ciclo del cultivo.

3.6.9 Deshoje

Con esta actividad se buscó brindar a la planta entradas de luz, aire y menos humedad. El corte de la hoja se realizó al ras del tallo, procurando no desgarrar las hojas para evitar heridas que puedan ser posibles entradas de enfermedades.

La eliminación de hojas se realizó a mano protegiéndolas con guantes látex desinfectados con leche descremada al 2%, para evitar la contaminación bacteriana, se realizó dos veces durante el ciclo del cultivo, de forma general dejando dos hojas por racimo.

3.6.10 Control de plagas y enfermedades

Se realizó aplicaciones preventivas dos veces por semana durante el ciclo del cultivo. Para su control se utilizó productos biológicos, los cuales se citan a continuación:

3.6.11 Para prevenir enfermedades fúngicas

Para prevenir enfermedades fúngicas como *Phytophthora capsici* L., se aplicó *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* en la dosis recomendada.

3.6.12 Para el control de trips

Se realizaron muestreos cada semana con el fin de detectar la presencia de *Frankiniella occidentalis* P., durante el estudio se detectó una población baja de larvas de trips por lo que se realizó liberaciones de limonica (*Amblyseius dromalus limonicus*), para que se alimentara de ninfas y huevos de trips, así como de *Orius* sp., que se alimentó de ninfa y adulto de trips, ambas liberaciones con la finalidad de eliminar totalmente la población, lo cual se logró al 100%.

3.6.13 Fertirriego

Se utilizó un sistema de riego por goteo automatizado con manguera de 16 mm, con tubines; por medio de máquinas Priva Nutrifit (figura 26). Este sistema automatizado trabaja según la intensidad lumínica (*i.e.*, se activa a partir de los 150 a 170 joules/cm² acumulados). Este manejo sobre las fases de acumulación de irradiación lo realizó el encargado del proyecto y el técnico de riego.



*Figura 22.*Maquina PRIVA Nutrifit reguladora de riego

Así mismo, los encargados de riego realizaron las soluciones nutritivas para el cultivo. Se utilizaron dos soluciones; una de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) y otra de micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn, Mb, Cu y Mo). La disolución se realizó en dos tanques (*i.e.*, tanque A y B) de 5,000 litros cada uno. En el tanque A, se diluyeron los macronutrientes y en el tanque B los micronutrientes esto con la finalidad de evitar antagonismo en los elementos. Finalizada la disolución se distribuyó por medio de los tanques de inyección conectados al sistema de riego Priva Nutrifit que se encarga de brindar el riego a las válvulas hidráulicas.

En plantas pequeñas de pimiento (*i.e.*, 0-30 días) se realizó dos riegos al día para dejar la planta a capacidad de campo. Cuando las plantas se encontraron en la etapa de floración e inicio de fructificación se realizaron tres riegos a la semana.

3.6.14 **Diseño experimental**

El experimento fue establecido bajo condiciones de invernadero con un diseño experimental completamente al azar. Se evaluaron tres tratamientos con cinco repeticiones. Cada unidad experimental fue aislada con una malla antiviral 50 mesh.

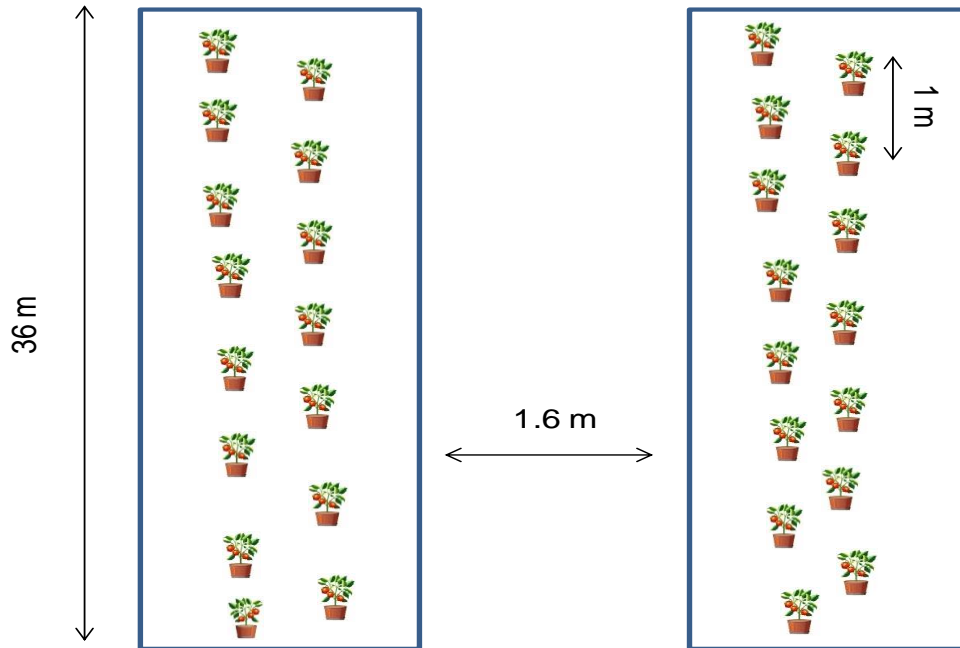


Figura 23. Aleatorización de las unidades experimentales

3.6.15 Tratamientos y repeticiones

Se utilizaron tres tratamientos con cinco repeticiones cada uno teniendo un total de quince unidades experimentales. El cultivo fue establecido en 115 m². Por cada unidad experimental se utilizó un metro cuadrado.

Tabla 6.Descripción de los tratamientos

No.	Tratamiento
T ₁	Phenacoccus solani
T ₂	Ferrisia virgata
T ₃	Phenacoccus solani + Ferrisia virgata

3.6.16 Inoculación de cochinillas y *Sympherobius barberi*

Las cochinillas de las especies *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata* (i.e., tratamientos), constituyeron la dieta alimenticia de las larvas de *Sympherobius barberi*. La infestación de cochinillas se realizó a los 30 días después del trasplante de las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.). Se colocaron diez hembras y cinco machos de las especies de cochinillas asignadas en cada tratamiento, tal como se indica en la tabla seis. Las cochinillas de ambas especies fueron inoculadas en el envés de la hoja. Según los autores Villegas (2014) y Portilla (2004), el periodo de oviposición de las cochinillas de la especie *Ferrisia virgata* es de aproximadamente 20 días. Debido a que la cochinilla *Phenacoccus solani* muestra partenogénesis telitoca la hembra tarda 15 días en dar a luz los primeros crawlers. Considerando los aspectos anteriores a los 35 días se realizó un muestreo de ambas especies para observar el comportamiento de las poblaciones en las plantas y garantizar que existía alimento disponible para las larvas de *Sympherobius barberi*.

Después de los 36 días del establecimiento de las cochinillas en las unidades experimentales se realizó la liberación de larva *Sympherobius barberi*, en cada unidad experimental. Se liberaron 20 larvas del instar II y III en cada planta colocándolas alrededor de las colonias de las cochinillas, con cuatro liberaciones de estas larvas en intervalos de siete días, según Pacheco (2011) estos instares de las larvas tienen un 80% de sobrevivencia, y a los cinco días empezaran a pupar.

3.6.17 Muestreo de *Symphorobius barberi*

Se efectuó el primer muestreo siete días después de la inoculación de *Symphorobius Barberi*, la frecuencia de muestreo fue de siete días, realizando cuatro muestreos en total para cada unidad experimental. El muestreo se enfocó en tres áreas específicas de la planta: en las axilas, lugar donde se puede encontrar las larvas *Symphorobius*, a simple vista prefieren lugares protegidos por que tienen hábitos crepusculares (Pacheco et al., 2011). La segunda área a un lado de la colonia de cochinillas y la tercera debajo de las cochinillas, debido a los hábitos alimenticios de la larva. En total se realizaron cuatro muestreos hasta los 30 días. El experimento duró 60 días.

Para estudiar la fluctuación poblacional de *Symphorobius barberi* en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), bajo condiciones de invernadero se determinó el índice de supervivencia a través de tablas de vida y crecimiento poblacional de este insecto para cada uno de los tratamientos planteados (*i.e.*, *Phenacoccus solani*, *Ferrisia virgata* y *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata*) así como la interacción poblacional entre depredador y presa.

Los parámetros utilizados en la tabla de vida fueron: fase biológica exacta de *S. barberi*, número de individuos a la edad “x” (*i.e.*, fase biológica) (N_x); fracción de la cohorte que sobrevive entre dos estadios sucesivos o tasa de mortalidad (q_x); fracción de la cohorte original que muere en el intervalo de la edad “x” y la siguiente (d_x); supervivencia por edades o expectativa de vida (L_x); supervivencia total a la edad x (T_x) y esperanza de vida o cantidad promedio de tiempo que queda por vivir para los individuos que sobreviven a una edad determinada (e_x).

3.7 Resultados y discusión

3.7.1 Supervivencia de *Symphorobius Barberi*

Con base en la tabla de vida (Rabinovich, 1980), se estimó el índice de supervivencia de *S. barberi* de acuerdo con cada dieta alimenticia (*i.e.*, *Phenacoccus solani*, *Ferrisia virgata* y *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata*). El estudio se llevó a cabo en condiciones de invernadero, con temperatura promedio de 23°C y humedad relativa promedio de 72.54%. La proporción de supervivencia más alta ($l_x=0.4$) ocurrió cuando se ofreció una dieta combinada de *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*, sin embargo, la esperanza de vida ($e_x=1$) ocurrió cuando el alimento proveído a *S. barberi* fue *F. virgata*.

Tabla 7. Tabla de vida horizontal para una cohorte de *Symphorobius barberi* (n=20) utilizando como dieta alimenticia *Phenacoccus solani*.

Fase biológica	n_x	d_x	l_x	L_x	q_x	T_x	e_x
Larva II, III	20	14	0.33	13	0.3	18	0.9
Pupa	6	4	0.31	4	0.33	5	0.8
Adulto	2	2	0.10	1	0	1	0.5

Nota: Número de individuos (N_x), número de individuos muertos (d_x), tasa de mortalidad (q_x), tasa de supervivencia o expectativa de vida (L_x) proporción de supervivencia (l_x) número total de días que sobreviven (T_x) esperanza de vida en días (e_x).

La tabla de vida de *Symphorobius barberi* con la dieta alimenticia a base de la cochinilla *Phenacoccus solani*, muestra que la tasa de mortalidad para las fases larvales y de pupa fue de 30% y 33% respectivamente. La esperanza de vida para el instar larval II y III fue de 0.9, sin embargo, el estado adulto fue de 0.5. Se estimó que *S. barberi* en fase larval sobrevivió en promedio 18 días, mientras que la fase de pupa y adulto pueden sobrevivir cinco y un día respectivamente.

Tabla 8. Tabla de vida horizontal para una cohorte de *Symphorobius barberi* (n=20) utilizando como dieta alimenticia. *Ferrisia virgata*.

Fase biológica	nx	dx	lx	Lx	qx	Tx	ex
Larva II, III	20	12	0.26	14	0.4	21	1
Pupa	8	5	0.24	6	0.38	7	0.88
Adulto	3	3	0.15	2	0	2	0.5

Nota: Número de individuos (Nx), número de individuos muertos (dx), tasa de mortalidad (qx), tasa de supervivencia o expectativa de vida (Lx) proporción de supervivencia (lx) número total de días que sobreviven (Tx) esperanza de vida en días (ex).

La tabla de vida de *Symphorobius barberi* con la dieta alimenticia a base de la cochinilla *Ferrisia virgata*, muestra que la tasa de mortalidad para las fases larvales y de pupa fue de 40% y 38% respectivamente. La esperanza de vida para las fases larvales fue de 1, mientras que para el estado adulto fue de 0.5. Se estimó que *S. barberi* en fase larval sobrevivió en promedio 21 días, mientras que la fase de pupa y adulto pueden sobrevivir siete y dos día respectivamente.

Tabla 9. Tabla de vida horizontal para una cohorte de *Symphorobius barberi* (n=20) utilizando como dieta alimenticia *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*.

Fase biológica	nx	dx	lx	Lx	qx	Tx	ex
Larva II, III	20	15	0.4	13	0.25	16	0.8
Pupa	5	4	0.38	3	0.2	3.5	0.7
Adulto	1	1	0.05	1	0	0.5	0.5

Nota: Número de individuos (Nx), número de individuos muertos (dx), tasa de mortalidad (qx), tasa de supervivencia o expectativa de vida (Lx) proporción de supervivencia (lx) número total de días que sobreviven (Tx) esperanza de vida (ex).

La tabla de vida de *Symphorobius barberi* con la dieta alimenticia a base de las cochinillas *Phenacoccus solani* y *Ferrisia virgata*, muestra que la tasa de mortalidad para las fases larvales y de pupa fue de 25% y 20% respectivamente. La esperanza de vida para el instar

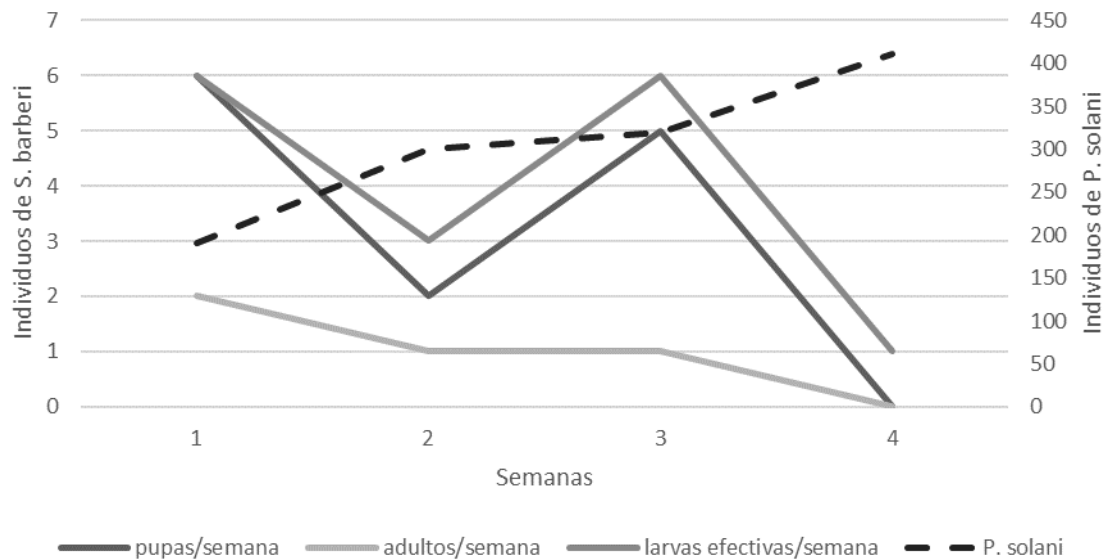
larval II y III fue de 0.8, mientras que para el estado adulto fue de 0.5. Se estimó que *S. barberi* en fase larval sobrevivió en promedio 16 días, mientras que la fase de pupa y adulto pueden sobrevivir 3.5 y 0.5 días respectivamente. Algunos individuos mueren durante el proceso de muda; lo cual puede ser consecuencia de varios factores que influyen en la cría de insectos, como temperatura, humedad y dieta.

El desarrollo de los *Symphorobius barberi*, fue afectado al ser liberado en el área de estudio, pues según Pacheco-Rueda et al., (2011), bajo condiciones de laboratorio, estableció cámaras de cría a 26 ± 2 °C y $55 \pm 10\%$ HR, en estas condiciones, las pupas presentan el 0,9% de mortalidad, y las fases larvales el 20% de mortalidad. Por consiguiente, se presentó una supervivencia del 91.1% en pupas y 80% de supervivencia en fases larvales. La mortalidad durante el desarrollo del experimento fue de 25-40%, siendo la menor tasa de mortalidad cuando se le ofreció los dos tipos de cochinillas a *S. barberi*. De igual forma, se estimó que la supervivencia en fases larvales fue de 33, 26 y 40% cuando se ofreció como alimento *P. solani*, *F. virgata* y *P.solani* + *F. virgata* respectivamente. La supervivencia de *S. barberi* en las condiciones del estudio se incrementó cuando estuvo en presencia de las dos cochinillas, esto pudo deberse a que las larvas tuvieron que trasladarse menos para llegar a un sitio de alimentación (colonias de cochinillas).

3.7.2 Interacción del depredador *Symphorobius barberi* sobre la cochinilla *Phenacoccus solani*.

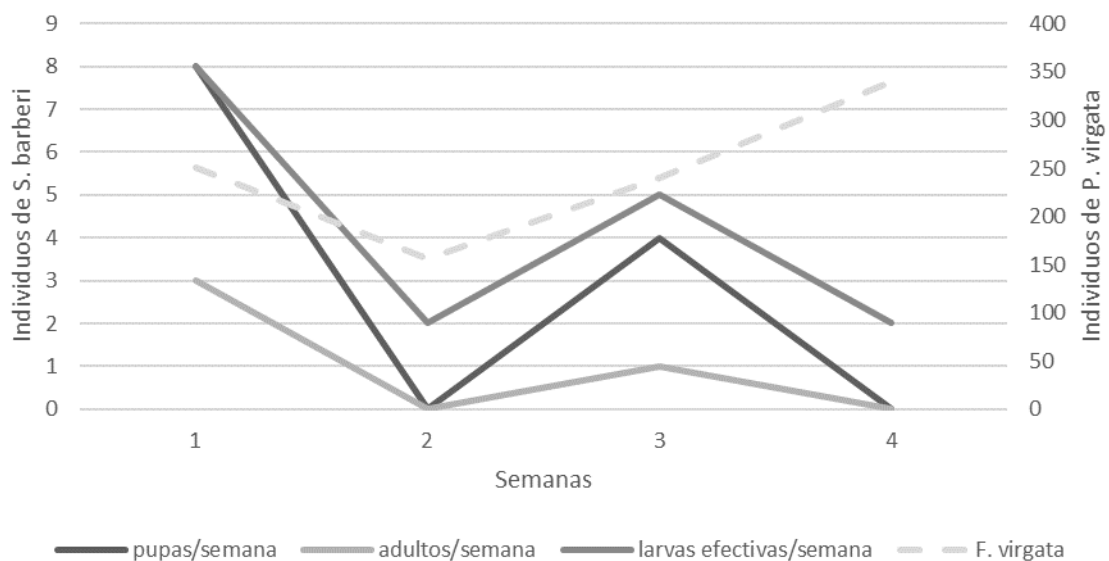
En la figura 24 se observa en el eje Y (derecha), la tendencia creciente de la población de *Phenococcus solani*, de igual forma se observa la tendencia de la población de *S.barberi* en sus distintas etapas. Se aprecia que a medida que las larvas comienzan a morir, la población de *P. solani* tiende a aumentar. A pesar de que en la primera semana se presentaron en promedio seis larvas efectivas (depredando), estas entraron en la etapa de metamorfosis (pupa), por lo que no tuvieron la capacidad de devorar la totalidad de la población de la cochinilla. La mortalidad en larvas durante la segunda semana dio pauta a un incremento del 30% en la población de *P. solani*, sin embargo, la población de *S. barberi*. Se observó que a medida que la población de depredadores se reducía en números, la población de cochinilla sufrió incrementos.

Figura 24. Interacción del depredador *Symphorobius barberi* sobre la cochinilla *Phenacoccus solani*



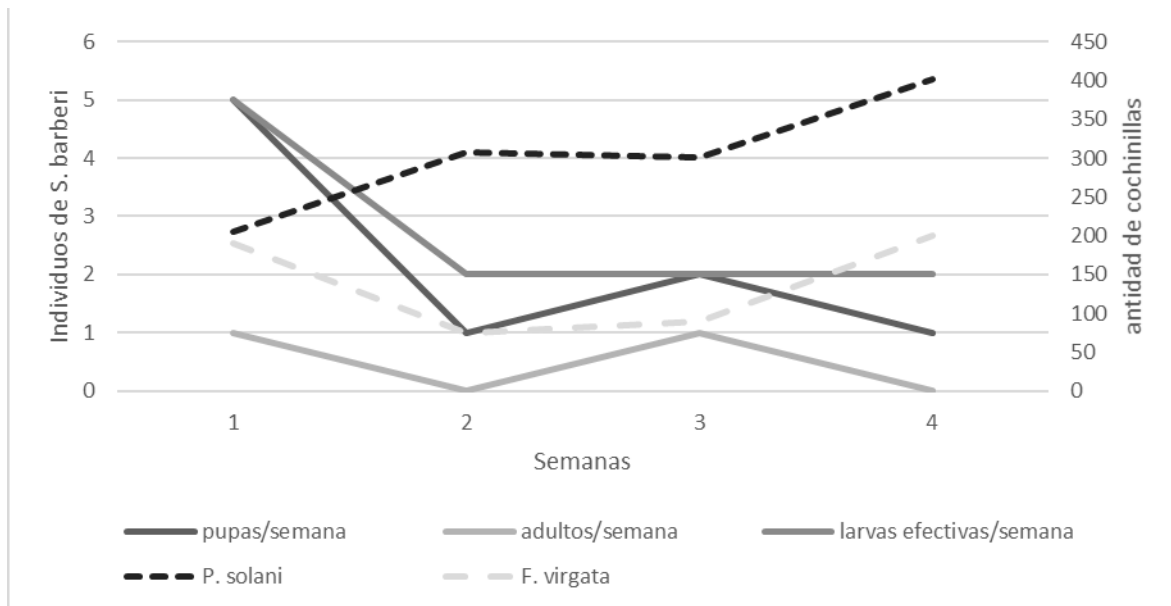
En la figura 25 se observa que durante hasta la segunda semana, *S. barberi* redujo en un 36% la población de la cochinilla *Ferrisia virgata*. La población de cochinilla presentó un incremento a partir de la segunda semana pues es en esta etapa cuando se redujo considerablemente la cantidad de *S. barberi*. Por lo que la interacción de *S. barberi* y *F. virgata* guardan una relación inversamente proporcional, es decir, si incrementa la población de depredador, decrece la población de presas.

Figura 25. Interacción del depredador *Symphorobius barberi* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*



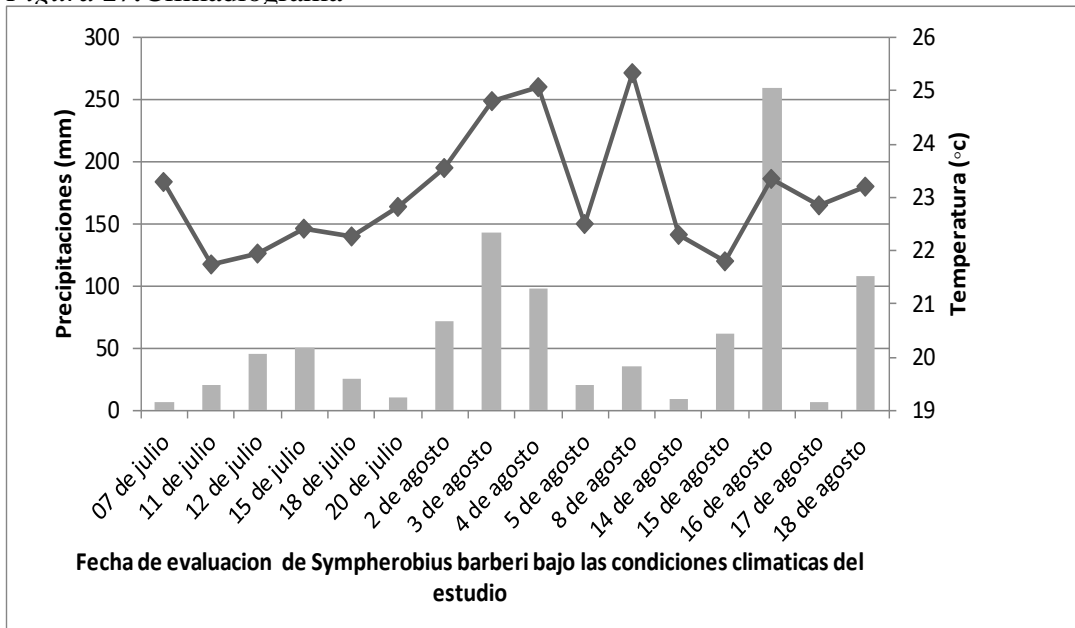
Como se muestra en la figura 26, cuando *S. barberi* tiene disponibilidad de alimentos como *F. virgata* y *P. solani*, existe una predilección por *F. virgata*. Se observó la reducción del 60% de la población de *F. virgata* durante la semana dos, y el efecto de control se mantuvo hasta la semana tres, sin embargo, con la reducción de la población de *S. barberi*, la población de *F. virgata* incrementó su población en más del 100%. Sin embargo, la población de *P. solani* presentó una tendencia creciente durante la duración del experimento. Se observó la voracidad de las larvas de *S. barberi* sobre colonias de cochinillas, y el control se incrementó debido a que existía mayor disponibilidad de alimento, por lo que no debía desplazarse tanto para llegar a otra fuente de alimento.

Figura 26. Interacción del depredador *Symphorobius barberi* sobre *Ferrisia virgata* y *Phenacoccus solani*



Algunos autores como Cave y Miller (1987), Pacheco-Rueda, *et al.*, (2011), y Palomares Pérez *et al.*, (2016), mencionan que el desarrollo de neurópteros se ve influenciado por las diferentes dietas que se les ofrece. La extinción total de *S. Barberi* es igual en ambos tratamientos, debido en que esta fecha (junio-agosto) hubo presencia de lluvia, factor importante de mortalidad de huevos, larvas y pupas, este último aspecto es semejante a otros ordenes de neurópteros reportada en el trabajo previo, por Pérez *et al.*, (2016), depredación en campo de *Ceraeochrysa valida* sobre *Diaphorina citri*, observo que en condiciones de lluvia se incrementa la mortalidad de *C.valida* a un 73.51% , esto puede deberse a que los insectos de este orden son de aspecto grácil, con cuerpo blando.

Figura 27. Climadiograma



Nota: como se muestra en la figura 31, por medio de un climadiograma se determinó que el menor índice de población de *Sympherobius barberi* se produjo a partir de la segunda semana de la investigación (ver figura 28, 29), con temperaturas medias de 23 °C a 25°C, con precipitaciones medias de 72 a 143mm, un comportamiento climático que justifica el alto índice de la plaga cochinilla (*Ferrisia virgata* y *Phenococcus solani*), así mismo los valores de precipitación pluvial y temperatura tuvieron una relación inversamente proporcional, se mostró que los valores de la temperatura en cada semana y la distribución población de la plaga (*Ferrisia virgata* y *Phenococcus solani*), tuvieron una relación directamente proporcional.

3.8 Conclusiones

Se estimó que la supervivencia de las larvas de *Symphorobius barberi* fue de 33% cuando se administró una dieta alimenticia a base de *Phenacoccus solani*, del 26% cuando se alimentó con *Ferrisia virgata* y del 40% cuando se ofreció como alimento *Phenacoccus solani* con *Ferrisia virgata* simultáneamente.

Los resultados sugieren que la efectividad del depredador *Symphorobius barberi* sobre la cochinilla *Phenacoccus solani*, fue muy baja debido a que la primera semana, 6 larvas sobrevivieron por lo cual la población de cochinilla incremento un 30%. Respecto a la interacción de *S. barberi* sobre la cochinilla *Ferrisia virgata*, la larva redujo 36% de la población de *F.virgata*. En la interacción de *S. barberi* sobre las cochinillas *Phenacoccus solani* + *Ferrisia virgata*, se observó una predilección por la especie *F. virgata*, reduciendo un 60% de su población durante tres semanas, sin embargo, con la reducción de la población de *S. barberi*, la población de *P. solani* presento una tendencia debido que la larva no realizo control sobre esta.

3.9 Bibliografías

- Afzal, M. B. S., Aslam, M., Ejaz, M., Saddiq, B., Shad, S. A., & Khan, H. A. A., (2014). Resistance in the mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Homoptera: Pseudococcidae) in Pakistan to selected organophosphate and pyrethroid insecticides. *Crop Protection*, 66, 29-33.
- Agexport (2012). Guatemala es el principal productor y exportador de Centroamérica de las hortalizas que se usan para preparar ensaladas, según la Asociación Guatemalteca de Exportadores. Consultado el 23 de marzo de 2019. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/slm_agronoticias/2012/0930/GT/GT6.pdf
- Aheer, G. M., Ahmad, R., & Ali, A. (2009). Efficacy of different insecticides against cotton mealybug, *Phenacoccus solani* Ferris. *Journal of Agricultural Research*, 47(1), 47-52.
- Aguirre, M. R. & A Caceres, S., Miño, V. S.,. (2011). Guía Práctica para la identificación y el manejo de las plagas de pimiento
- Álvarez-Rivero, J. C.; Díaz-González, J.A. y López-Naranjo, J. I. 2005. Agricultura orgánica vs agricultura moderna como factores en la salud pública. ¿Sustentabilidad? *Horizonte Sanitario*. 5:28-40.
- Alderete, G. L., Flores, G. C., Kirschbaum, D. S. & Reguilón, C., (2015). Liberación de *Chrysoperla argentina* (Neuroptera: Chrysopidae) para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)(Hemiptera, Aleyrodidae) en invernáculo de pimiento en Tucumán, Argentina.
- Arakawa, R. & Nakahira, K., (2006). Development and reproduction of an exotic pest mealybug, *Phenacoccus solani* (Homoptera: Pseudococcidae) at three constant temperatures. *Applied entomology and zoology*, 41(4), 573-575.
- Arias & Fuentes, Bojaca., Casilimas., Gil., Monsalve., Villagran., (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero.
- BANGUAT. Elaborado el (8 demarzo de 2019). Banco de Guatemala. Recuperado de: <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=3977&lang=1&aud=1>

- Baldó-Gosálvez, M., Escudero, L. A., & Ferragut, F. (2005). Eficacia de los fitoseidos como depredadores de las arañas rojas de cultivos hortícolas *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii*, *T. ludeni* y *T. evansi* (Acari: Tetranychidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 31, 377-383.
- Barbosa, M. D., P. R. R., Oliveira, Silva-Torres, C. S. A., & Torres, J. B. (2014). Performance of the striped mealybug *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) under variable conditions of temperature and mating. *Neotropical entomology*, 43(1), 1-8.
- Ben-Dov, Y. (2005). Note: The solanum mealybug, *Phenacoccus solani ferris* (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae), extends its distribution range in the mediterranean basin. *Phytoparasitica*, 33(1), 15-16.
- BENAVIDES, P. & VILLEGAS, C., (2014). Identificación de cochinillas harinosas en las raíces de café en departamentos cafeteros de Colombia.
- Bellotti, A. C., Reyes, J. A. & Varela, A. M., (1982). Observations on the biology and behavior of *Phenacoccus herreni* and *P. gossypii* on cassava. In Herren, Hans Rudolf; Hennessey, Ronald N.; Bitterli, Rhonda (eds.). *Biological control and host plant resistance to control the cassava mealybug and green mite in Africa: Proceedings of an international workshop*, December 6-10, 1982.
- Bojacá, C. Monsalve, O. (2012). *Manual de producción de pimentón bajo invernadero*.
- Bhat, Chacko, MJ, PK, Rao, LV, Deepak, S., Ramanarayan, EP, y Sreedharan, K. (1978). El uso del escarabajo mariquita, *Cryptolaemus montrouzieri* para el control de las cochinillas del café. *Revista de investigación del café*, 8 (1), 14-19.
- Cabrera, J. C. R. M., Gándara, G. A., Irungaray, G. E. P., Ibarra, R. E. M., & Ruano, J. J. G. (2016). Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge. *Revista Eutopía*, 1(1), 25-68.
- Campero, S. R. N. & Requilón, C., (2017). Morphology of the larval instars of *Symphorobius marmoratipennis* (Neuroptera: Hemerobiidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 64(3).

- Cardona, F. J. S. & Portilla, A. A. R., (2004). Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (hemiptera: pseudococcidae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 57(2), 2383-2412.
- Cola Zanuncio, J., Fabres, A. S., Morales, N. E., & Pratisoli, D., (2000). Fluctuación poblacional de Scolytidae (Coleoptera) en zonas reforestadas con *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en Minas Gerais, Brasil. *Revista de Biología Tropical*, 48(1), 101-107.
- Chávez de Majano, C. T., & Martínez Hernández, E. G. (2015). Efecto del plástico ultravioleta (uv) y Mulch sobre el rendimiento productivo y vegetativo del cultivo de “chile verde” (*Capsicum annum*) variedad Nathalie (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Cherw., Vega., Rodriguez., Jimenez, (2008). Principales enfermedades de chile pimiento (*Capsicum annum* L.)
- Chong, J. H., Oetting, R. D., & Van Iersel, M. W. (2003). Temperature effects on the development, survival, and reproduction of the Madeira mealybug, *Phenacoccus madeirensis* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), on chrysanthemum. *Annals of the Entomological Society of America*, 96(4), 539-543.
- Datos de precipitación anual obtenida de la estación meteorológica de la empresa Semillas del Campo S.A. (Herrera, comunicación personal 28 de febrero de 2019)
- Davis, S. F. & Winter, C. K., (2006). Organic foods. *Journal of food science*, 71(9), R117-R124.
- Dionizis, N., Potter, P. W., Sepúlveda, R., & Román, O. L. F. (2013). Manejos del cultivo del Pimiento, en el valle de Azapa.
- Donis, S. M. (2011). Producción y exportación de café de calidad como una Alternativa para el desarrollo sostenible del sector cafetalero en el municipio de Nueva Santa Rosa en el departamento de Santa Rosa (Tesis Lic. Econ.). (En línea).
- Entomológica Argentina*, 62(3-4), 80-82. Consultado el 19 de marzo de 2019. Recuperado de:http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037356802003000200011&lng=es&tlng=es

- Fernández, J. A., Ghiggia, L. I., Macián, A. J., Arce, O., Jaime, A. P., & Paz, M. R. (2013). Dos sistemas de manejo de un cultivo comercial de pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo carpa plástica para el control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Lules, Tucumán. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 33(1), 21-24.
- Fornaris, G. J., & Lugo, W. I. (2009). Conjunto tecnológico para la producción de melón "Cantaloupe" y "Honeydew".
- Gillani, W. A., & Copland, M. J. W. (2016). Defensive behaviour of the longtailed mealybug *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti)(Hemiptera: Pseudococcidae) against the brown lacewing *Symphorobius fallax* Navas (Neuroptera: Hemerobiidae). *Entomologica*, 33, 279-285.
- Gutierrez, A., Robles, A., Santillan, C., Ortiz, M., & Cambero, O. J. (2013). Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *CONACYT*.
- Granara de Willink, M. C. (2003). Nuevas citas y huéspedes de *Phenacoccus* para la Argentina (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 62.
- Graña, F., Larraín, P., Quiroz, C., Rebufel, P., & Sepúlveda, P., (2005). Identificación e incidencia de virus en pimiento en la zona centro norte de Chile y su asociación con vectores. *Agricultura Técnica*, 65(3), 235-245.
- Guigón López, C., & González González, P. A. (2001). Estudio regional de las enfermedades del chile (*Capsicum annum*, L.) y su comportamiento temporal en el sur de Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(1).
- IRAC (2017) Clasificación del Modo de Acción de Insecticidas y Acaricidas IRAC
- INE (2013) Caracterización departamental de Guatemala.
- Jaramillo Noreña, J. E. & Tamayo, P. J.(2013). Enfermedades del tomate, Pimentón, ají y berenjena en Colombia: guía para su diagnóstico y manejo (No. Doc. 26730) CO-BAC, Bogotá).

- Kirschbaum, D. S. Lefebvre, M. G., & Reguilón, C., (2013). Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), como agente de control biológico de trips en el cultivo de frutilla. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 39(3), 273-280.
- Klimaszewski, J., Kevan, D. M., & Peck, S. B. (1987). A review of the Neuroptera of the Galápagos Islands with a new record for *Sympherobius barberi* (Banks)(Hemerobiidae). *Canadian journal of zoology*, 65(12), 3032-3040.
- Larraín, P., Varela, F., Quiroz, C., & Graña, F. (2006). Efecto del Color de Trampa en la Captura de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: thripidae) en Pimiento (*Capsicum annum* L.). *Agricultura Técnica*, 66(3), 306-311.
- Lebdi., Mansour, R., Mazzeo, Russo, A., & Suma, P., G., KG, (2011). Evaluación de los efectos secundarios de insecticidas más nuevos en la vid cochinilla parasitoide *Anagyrus* sp. cerca de pseudococos, con implicaciones para el manejo integrado de plagas en viñedos. *Phytoparasitica* , 39 (4), 369-376.
- Lomelí-Flores, J. R., Pacheco-Rueda, I., Rodríguez-Leyva, E., & Ramírez-Delgado, M. (2011). Ciclo de vida y parámetros poblacionales de *Sympherobius barberi* Banks (Neuroptera: Hemerobiidae) criado con *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). *Acta zoológica mexicana*, 27(2), 325-340.
- Macián, A. J., Ghiggia, L. I., Fernández, J. A., Arce, O. E., Pereyra, V., Vargas, P., & Jaime, A. P. (2014). Identificación y manejo de trips presentes en un cultivo comercial de pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo carpa plástica en Tucumán. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 34(1), 27-31.
- MAGA (2015). El agro en cifras 2015. Consultado el 14 de marzo de 2019. Recuperado de:http://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/Integracion%20y%20comercio%20exterior/el_agro_en_cifras_2015.p
- Makarkin, V. N., & Wedmann, S. (2009). First record of the genus *Sympherobius* (Neuroptera: Hemerobiidae) from Baltic amber. *Zootaxa*, 2078(5).
- Manejo de fertirriego y datos de estación meteorológica del proyecto Cecilio, empresa Semillas del Campo S.A. (Arzú Franco; comunicación personal 06 de marzo de 2019).

- Martínez-Estévez, M. & Ruiz-Lau, N., Medina-Lara, F., (2011). El chile habanero: su origen y usos. *Revista ciencia*.
- Mena García, A., Jiménez Martínez, E., & Rayo Cruz, I. (2015). Productos botánicos para el manejo del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks.) (Acarina; Tarsonemidae, en chiltoma (*Capsicum annum* L.), en Masaya, Nicaragua. La Calera.
- MINECO (2018). Tratado de libre comercio. Consultado el 27 de marzo de 2019. Recuperado de: <https://www.mineco.gob.gt/node/239>
- Miranda, Alexandra (2011) evaluación de productos naturales para el control de la cochinilla harinosa, *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae), en el fruto de piña, San Carlos, Costa Rica.
- Moreno Salmerón, J. (2012). Prospección e identificación de cochinillas algodonosas (Hemiptera: Pseudococcidae) y búsqueda de parasitoides asociados en cultivos hortícolas protegidos del poniente almeriense.
- McCorquodale, A. & Hodges, A. (2016) Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de la Florida. Striped mealybug-*Ferrisia virgata*.
- McLeod, M. J., Guttman, S. I., & Eshbaugh, W. H. (1982). Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). *Economic Botany*, 36(4), 361-368.
- Orellana, (2014) proceso de extracción y beneficiado de semilla híbrida de chile pimiento (*capsicum annum* l.) para exportación en la empresa hft seedservices s.a., potrero carrillo, Jalapa.
- Oswald, J.D. (1985) New Early Eocene brown lacewings from western North America (Neuroptera: Hemerobiidae).
- Panis, A. (1977). Bioecología de la cochinilla común de los agrios en la región mediterránea (Homoptera, Coccoidea, Coccidae). *Boletín del Servicio de Defensa Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 3, 157-160.
- Pire, R., & Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. *Propuesta metodológica. Bioagro*, 15(1).

- Rabinovich, J. E. (1978). Ecología de poblaciones animales (No. 591.5 RAB). Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Reséndiz-Melgar, R. C., Moreno-Pérez, E. D. C., Castillo, S. D., Rodríguez-Pérez, J. E., & Peña-Lomelí, A. (2010). Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(3), 223-229.
- Rivera, A. (2009) Efecto de diferentes sistemas de poda en chile pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de malla sombra.
- Romero, M. (2017) efecto de productos químicos y orgánicos para el control de cochinilla harinosa (*Dymicoccus brevipes*, Pseudococcidae) en Rambutan, nuevo progreso, San Marcos.
- Satar, S. & Yayla, M., (2012). Temperature influence on development of *Sympherobius pygmaeus* (Rambur)(Neuroptera: Hemerobiidae) reared on *Planococcus citri* (Risso)(Hemiptera: Pseudococcidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 36(1), 11-22.
- SEGEPLAN, (2010). Plan de desarrollo Nueva Santa Rosa, Santa Rosa. Guatemala.consultado el 15 de marzo de 2019. Recuperado de:
<http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/57-quetzaltenango?download=164;pdm-colomba>
- Silvestres, q. a. p. c. y. (1997) cochinillas harinosas (homoptera, pseudococcid ae) que afectan plantas cultivadas y silvestres en Uruguay Lista actualizada de plantas hospederas.
- Southwood, T. 1994. *Ecological methods*. 2nd.ed. London, UK. Chapman & Hall Pub. 524 p.
- Variegas (2012) *arthropoda Mexica*, *Sympherobius barberi* (Banks).
- Willink, M. C. G. (1991). Una nueva especie de *Ferrisia* Fullaway en la República Argentina.(Homoptera: Pseudococcidae). *Insecta Mundi*, 5(3-4), 181-184.

3.10 ANEXOS



VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES
DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO

INFORME DE RESULTADOS DIAGNOSTICO FITOSANITARIO

NO. MUESTRA:	LDFP19-0107	NO. DIAGNOSTICO:	LDFP19-1435E
CULTIVO/PRODUCTO:	Chile pimiento	FECHA INGRESO PAÍS:	11/03/19
TIPO RECIPIENTE /EMBALAJE:	Vial con alcohol	FECHA TOMA MUESTRA:	13/03/19
USUARIO EMPRESA:	Claudia Marina Monroy	FECHA RECEPCIÓN:	15/03/19
LUGAR TOMA DE MUESTRA:		FECHA REPORTE:	
FINCA:	Empresa Semillas del Campo		
PROCEDECENCIA MUESTRA:			
UBICACIÓN:	Coordenadas X 14.404479 Y -90.271631		
ORIGEN:	Santa Rosa		
INSPECTOR:	Ing. Julio Álvarez		

DETERMINACIÓN:

En la muestra analizada se encontró:

Inv. 1 cama 156 gab. 1: Insectos del Orden Hemiptera / Familia Pseudococcidae / *Phenacoccus solani*.

Inv. 2 cama 13 gab. 4: Insectos del Orden Hemiptera / Familia Pseudococcidae / *Ferrisia virgata*.

Ovisaco cama 2 gab. 2: Insectos del Orden Hemiptera / Familia Pseudococcidae / *Phenacoccus madeirensis*.

METODO UTILIZADO

Observación al estereomicroscopio y microscopio



SELLO


Ing. Agr. Jose Foo. Garcia O.
Diagnostico Fitosanitario Petén

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
JFGO	

NOTA IMPORTANTE: El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.
Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Departamento de laboratorio.

Calle a Cuevas de Aktun Can, Santa Elena, Flores, Petén
Tel. 7926-0636, 7926-0709

Anexo 10. Diagnostico fitosanitario realizado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación



*Anexo 11. Siembra de plantas de *Capsicum annuum**



*Anexo 12. Inoculación de cochinillas sobre plantas de *Capsicum annuum**



Anexo 13. Cochinilla *Ferrisia virgata*



Anexo 14. Cochinilla *Phenacoccus solani*



Anexo 15. Liberación de larvas de *Sympherobius barberi*