

**Universidad De San Carlos De Guatemala -Usac-
Centro Universitario De Santa Rosa -Cunsaro-
Sección Nueva Santa Rosa
Instituto De Investigaciones Agronómicas Cunsaro -Iiacunsaro-**

**Informe Final Del Ejercicio Profesional Supervisado, Diagnóstico, Servicios E Investigación
Ejecutados En La Empresa Semillas Del Campo S.A. Nueva Santa Rosa, Santa Rosa,
Guatemala, C.A.**

Ponente: Claudia Roxana Rojas Palma, Registro académico: 201346364

Código Único de identificación: 2384 20701 0604

Asesora: Ma. Inga. Astrid Victoria Hernandez Archila

Coordinador General de Exámenes de Graduación Maestro Félix Tomas Gómez Figueroa

Guatemala, Octubre 2019

Consejo Directivo del Centro Universitario de Santa Rosa

Director Licenciado José Luis Aguirre Pumay

Representante de Decanos del Consejo Superior Universitario Doctor Juan Carlos Godínez Rodríguez

**Representante del colegio de Ingenieros e Ingenieros Químicos de Guatemala
Ingeniero Gerson Omar López Galán**

Representante de los Egresados de la Facultad de Humanidades ante el Consejo Superior Universitario Licenciado Edwin Pedro Ruano Hernández

Representante de los Egresados del Centro Universitario de Santa Rosa Licenciada Claudia Marisela González Linares

Representantes estudiantiles del Centro Universitario de Santa Rosa Fredy Rolando Lemus López Bachiller Héctor Edmundo Pablo Solís

Coordinación Académica del Centro Universitario de Santa Rosa

Coordinador General de Exámenes de Graduación Ma. Félix Tomas Gómez Figueroa

Coordinador Académico José Luis Aguirre Pumay

Coordinador de Agronomía, Nueva Santa Rosa Ingeniero Agrónomo Jorge Luis Roldán Castillo

Coordinador de Administración de Empresas, Cuilapa, Licenciado Carlos Humberto Ordoñez Choc

Coordinador de Ciencias Jurídicas, Cuilapa, Licenciado Víctor Osvaldo Contreras Escalante

Coordinador Pedagogía y Administración Educativa, Cuilapa, Licenciado Walter Armando Carvajal Díaz

Coordinadora de Turismo, Cuilapa, Maestra Amelia Raquel So pony Pérez

Coordinador Pedagogía y Administración Educativa, Chiquimulilla Licenciado Juan Alberto Martínez Pérez

Coordinador de Administración de Empresas, Chiquimulilla Ingeniero William Leopoldo Rodríguez Cristales

Coordinador de Ciencias Jurídicas, Chiquimulilla Licenciando Alex Edgardo Lone Ayala

**Coordinador de Pedagogía y Administración Educativa, Taxisco Licenciado Selvin
Minray Guerra Rivera**

**Coordinador de Ciencias Jurídicas, Nueva Santa Rosa Licenciado Obdulio Rosales
Dávila**

Nota: para efectos legales, únicamente el sustentante es responsable del contenido del presente trabajo

REF. NSR-Agr-78-2018
Ejercicio Profesional Supervisado Agrícola

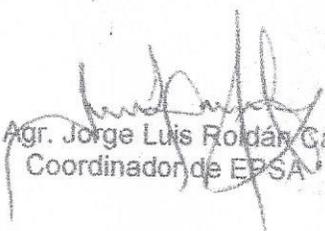
Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-
Sección Nueva Santa Rosa
Carrera: Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
Ejercicio Profesional Supervisado Agrícola -EPSA-
Supervisor-Docente: Astrid Victoria C. Hernández Archila

Nueva Santa Rosa, 28 de noviembre 2018

Por medio de la presente se hace constar que la estudiante Claudia Roxana Rojas Palma quien se identifica con el número de registro académico 201346364 y código único de identificación 2384207010604, culminó la fase de inducción-planificación, fase de ejecución de proyectos y la fase final de elaboración de informes que comprenden el Ejercicio Profesional Supervisado Agrícola -EPSA-, durante el período 15 de enero al 28 de noviembre; obteniendo una nota de promoción final de:

Calificación final		
Numérica	Literal	Promoción
90	Noventa	Aprobado


Inga. Agra. Astrid Victoria C. Hernandez Archila
Supervisor-Docente -EPSA-


Ing. Agr. Jorge Luis Roldán Castillo
Coordinador de EPSA

C.C. Coordinación académica CUNSARO
Estudiante
Archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA
COORDINACION DE EXAMENES GENERALES



Cuilapa 17, de octubre del 2019

MEPU. Claudia Roxana Rojas Palma.
Carrera Licenciatura en Agronomía en Sistemas de Producción Agrícola.
Sección Nueva Santa Rosa. Centro Universitario de Santa Rosa.

Respetable MEPU. Rojas Palma:

En atención a la solicitud de impresión del Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado desarrollado en la Empresa Semillas del Campo S.A. del municipio Nueva Santa Rosa, departamento de Santa Rosa, por la estudiante Claudia Roxana Rojas Palma, registro académico 201346364. La Coordinación de Exámenes Generales con fundamento en el Normativo vigente de la Carrera Licenciatura en Agronomía en Sistemas de Producción Agrícola, de esta unidad académica, autoriza la orden de impresión del mismo, debiendo entregar el o los ejemplares a las instancias correspondientes.

Deferentemente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read "LIC. MA. Félix Tomás Gómez Figueroa".

LIC. MA. Félix Tomás Gómez Figueroa.
Coordinador General de Exámenes de Graduación. CUNSARO.USAC.



ACTO QUE DEDICO A:

Dios por el don de la vida, por sus bendiciones, y por ser luz en mi camino para lograr mis metas.

Mis padres por inculcarme valores, principios y el esfuerzo que dedicaron en mi educación.

Mi hijo por darme fuerzas, valentía e inspiración para luchar por mis sueños.

Mi Tía Sor Bernarda por ser un ángel en mi camino, quien siempre me motivó y ayudó para salir adelante y ser excelente persona.

Edvin por apoyarme incondicionalmente para poder terminar la universidad y motivarme a seguir adelante.

Inga. Astrid por ayudarme a finalizar mi trabajo de graduación gracias por su apoyo incondicional, motivación, dedicación, entusiasmo, esfuerzo, constancia, perseverancia y por todo el cariño que ha dedicado a mi persona.

Ing. Samuel por su esfuerzo, entusiasmo, positivismo, esfuerzo y por toda su ayuda para que pueda cumplir mi meta.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios por permitirme realizar mis sueños, por la sabiduría, entendimiento y por sus bendiciones.

Mis padres por infundirme principios y valores, por su esfuerzo, dedicación y cariño que me sirvió de base para lograr mis sueños.

Mi hijo por darme el valor, el entusiasmo, y por ser mi motor de vida, para luchar y cumplir mis sueños.

Mi Tía Sor Bernarda por su sabiduría, enseñanzas cariño y ejemplo que me ayudaron a ser una profesional con valores.

Inga. Astrid gracias por su apoyo incondicional como asesora de tesis y EPS, por su motivación, dedicación, entusiasmo, esfuerzo, perseverancia y por todo el cariño que ha dedicado a mi persona.

Ing. Samuel por compartir sus valiosos conocimientos por ese entusiasmo, positivismo, esfuerzo, por el aprecio que ha dedicado para que pueda cumplir mi meta.

Ing. Miguel por su motivación, sus conocimientos, enseñanzas, por su sabiduría y cariño que me brindó.

Inga. Claudia Moreno por su apoyo, aprecio y dedicación para formarme como una profesional.

Ing. Joaquín Melgar por sus valiosos conocimientos, valores principios y por permitirme ser parte de un gran equipo de la Empresa Semillas del Campo.

Licda. Yaseni López por brindarme su apoyo, entusiasmo, perseverancia y por sus enseñanzas.

Ing. Luis Roldan por el apoyo que me brindo durante el transcurso de mi carrera y por ser parte de mis logros, por sus valiosos conocimientos y valores impartidos hacia mí.

Universidad de San Carlos gloriosa, gracias por permitirme ser una profesional.

Índice general

CAPITULO I.....	1
1. DIAGNOSTICO 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. Ubicación geográfica.....	3
1.2.2. Descripción general de la ubicación de la empresa Semillas del Campo.....	6
1.2.3. Proyecto rio.....	7
1.2.4. Proyecto finca del Valle.....	8
1.2.5. Planta empacadora.....	8
1.2.6. Vías de comunicación.....	9
1.2.7. Clima.....	9
1.2.8. Fisiografía, hidrografía y zonas de vida.....	9
1.2.9. Suelos.....	10
1.3. Objetivos:.....	11
1.3.1. General.....	11
1.3.2. Específicos.....	11
1.4. Metodología.....	12
1.4.1. Recopilación de información de fuentes primarias.....	12
1.4.2. Observación.....	12
1.4.3. Entrevistas.....	13
1.4.4. Recopilación de información de fuentes secundarias.....	13
1.5. Resultados obtenidos.....	14
1.5.1. Problemas detectados.....	15
1.5.2. Priorización de problemas.....	15
1.6. Conclusiones.....	17
1.7. Bibliografía.....	18
1.8. Anexos.....	19
CAPITULO II.....	21

2. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A. NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.....	21
2.1. Presentación	22
2.2. Servicio 1: Manejo, evaluación y organización de datos de aplicaciones del aminoácido biotamino a plantas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	23
2.2.1. Problema.....	23
2.2.2. Objetivos.....	23
2.2.3. Metodología	23
2.2.4. Material experimental.....	23
2.2.5. Diseño experimental.....	24
2.2.6. Tratamientos y repeticiones.....	24
2.2.7. Descripción de la unidad experimental	24
2.2.8. Manejo del experimento	24
2.2.9. Toma de datos	26
2.2.10. Variables de respuesta	26
2.2.11. Resultados y discusión.....	26
2.2.12. Conclusiones.....	27
2.3. Servicio 2: Escala gráfica del desarrollo radicular de chile pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) hidropónico, con aplicaciones de <i>Trichoderma harzianum</i>	27
2.3.1. Problema.....	27
2.3.2. Objetivos.....	28
2.3.3. Metodología	28
2.3.4. Material experimental.....	28
2.3.5. Aplicaciones de <i>Trichoderma harzianum</i>	28
2.3.6. Manejo del experimento	29
2.3.7. Toma de datos	30
2.3.8. Resultados y discusión.....	30
2.3.9. Conclusiones.....	33
2.4. Servicio 3: Elaboración de ficha técnica de aphibanks.....	33
2.4.1. Problema.....	33
2.4.2. Objetivo	34
2.4.3. Metodología	34

2.4.4.	Definición de aphibanks	34
2.4.5.	Descripción de aphibanks.....	34
2.4.6.	Manejo de aphibanks	35
2.4.7.	Resultados: Ficha técnica de aphibank	35
2.4.8.	Bibliografía	38
2.5.	Anexos	38
CAPITULO III		42
Informe de Investigación.....		42
Resumen.....		43
3.1.	Introducción	45
3.2.	Planteamiento del Problema	46
3.3.	Justificación	47
3.4.	Marco teórico.....	49
3.4.1.	Marco conceptual	49
3.4.2.	Características morfológicas del pulgón (<i>Myzus persicae</i> Sulzer).....	49
3.4.3.	Ciclo de vida de <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	49
3.4.4.	Cultivos que ataca pulgón verde del chile pimiento (<i>Myzus persicae</i> Sulzer)	50
3.4.5.	Daños que ocasiona <i>Myzus persicae</i> Sulzer al cultivo del chile pimiento.....	50
3.4.6.	Importancia Económica del pulgón plaga en chile pimiento (<i>Myzus persicae</i> Sulzer)	50
3.4.7.	Manejo de la plaga <i>Myzus persicae</i> Sulzer	51
3.4.8.	Características morfológicas del pulgón presa (<i>Melanaphis sacchari</i>)	51
3.4.9.	Ciclo de vida de <i>Melanaphis sacchari</i>	52
3.4.10.	Hospederos del pulgón <i>M. sacchari</i>	54
3.4.11.	Daños que ocasiona <i>M. sacchari</i>	54
3.4.12.	Crecimiento poblacional de <i>Melanaphis sacchari</i>	55
3.4.13.	Influencia de la temperatura sobre el crecimiento de <i>Melanaphis sacchari</i>	55
3.4.14.	Concepto de fluctuación poblacional de insectos.....	55
3.4.15.	Antecedentes	56
3.5.	Marco Referencial	57
3.5.1.	Ubicación geográfica	57
3.5.2.	Vías de comunicación.....	57

3.5.3.	Zona de vida y característica climáticas de Finca el Valle	57
3.6.	Objetivos.....	58
3.6.1.	Objetivo general	58
3.6.2.	Objetivos específicos	58
3.7.	Metodología	58
3.7.1.	Material experimental:.....	58
3.7.2.	Colecta de pulgones <i>M. sacchari</i>	59
3.7.3.	Manejo del experimento	59
3.7.4.	Preparación de sustrato y siembra	59
3.7.5.	Inoculación de pulgones <i>M. sacchari</i>	60
3.7.6.	Manejo agronómico del experimento	60
3.7.7.	Toma de datos	60
3.7.8.	Diseño del experimento	61
3.7.9.	Descripción de los Tratamientos y unidades experimentales	61
3.7.10.	Diseño experimental.....	61
3.7.11.	Unidad experimental	62
3.7.12.	Distribución de las unidades experimentales en campo	62
3.8.	Resultados y discusión.....	62
3.8.1.	Determinación del crecimiento poblacional de <i>Melanaphis sacchari</i>	62
3.8.2.	Cuantificación el número de colonias de <i>Melanaphis sacchari</i> sobre los hospederos	64
3.8.3.	Cuantificación del número de individuos de <i>Melanaphis sacchari</i> por colonia sobre los hospederos	65
3.8.4.	Distribución porcentual de estadios de <i>Melanaphis sacchari</i> en el cultivo de sorgo.	66
3.9.	Conclusiones	67
3.10.	Recomendaciones.....	68
3.11.	Bibliografía	68
3.12.	Anexos	75

Índice de cuadros

Cuadro 1. Matriz de priorización de problemas	16
Cuadro 2. Tratamientos bajo estudio.....	61

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de los departamentos de Guatemala.....	4
Figura 2. Vista satelital de Finca del Valle Nueva Santa Rosa, Santa Rosa	5
Figura 3. Vista satelital proyecto Cecilio	6
Figura 4. Vista aérea del proyecto CCIPP.....	7
Figura 5. Vista aérea proyecto rio	7
Figura 6. Vista satelital del proyecto finca del Valle	8
Figura 7. Vista aérea de la planta empacadora.....	9
Figura 8. Esquema de causas y consecuencias de los problemas detectados	14
Figura 9. Grados brix en tres variedades de tomate cherry, bambelo, moscatel y lemonade.....	26
Figura 10. Producción (kg/m ²) por variedad.....	27
Figura 11. Ciclo de vida de <i>Myzus persicae</i>	50
Figura 12. Ninfas y adultos jóvenes de <i>M. sacchari</i>	52
Figura 13. Estadios del pulgón <i>Melanaphis sacchari</i>	53
Figura 14. Ciclo biológico del pulgón <i>Melanaphis sacchari</i>	54
Figura 15. Método utilizado para realizar los conteos de pulgón con un cuadrante de 4cm ²	61
Figura 16. Unidad experimental.....	62
Figura 17. Crecimiento poblacional de <i>M. sacchari</i> en cuatro hospederos	63
Figura 18. Cantidad de colonias por hospedero	65
Figura 19. Cantidad de individuos por colonia en cuatro hospederos.....	66
Figura 20. Distribución porcentual de estadios de <i>M. sacchari</i> en sorgo.....	66

Índice de anexos

Anexo 1. Evaluación de <i>Trichoderma</i> en <i>Capsicum annuum</i> L.	19
Anexo 2. <i>Myzus persicae</i> en chile pimiento	19
Anexo 3. Escaso desarrollo radicular en planta de <i>C. annuum</i>	20
Anexo 4. Toma de datos de rendimiento de <i>Capsicum annuum</i>	38
Anexo 5. Presentación de aphibanks	39
Anexo 6. <i>Solanum lycopersicum</i> con aplicación de Biota-Amino	39
Anexo 7. Toma de datos en el cultivo de tomate.....	40
Anexo 8. Aplicación tipo drench.....	40
Anexo 9. Supervisión de campo en el cultivo de <i>Capsicum annuum</i> L.	41
Anexo 10. Visita de supervisión de Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-	41
Anexo 11. Transporte de <i>Melanaphis sacchari</i> de laboratorio a campo con una hoja de <i>Zea Mays</i>	75
Anexo 12. Plantas con infestación de pulgones.....	75
Anexo 13. <i>Melanaphis sacchari</i> en sorgo, una semana después de la inoculación.....	76
Anexo 14. <i>Melanaphis sacchari</i> en maíz blanco una semana después de la inoculación	76
Anexo 15. <i>Melanaphis sacchari</i> en maíz dulce, una semana después de la inoculación	77
Anexo 16. <i>Melanaphis sacchari</i> en alpiste.....	77
Anexo 17. Conteo de pulgones.....	78

Resumen

Como requisito previo al acto de investidura como Ingeniera Agrónoma, se realizó el 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 3 fases: A) Diagnostico B) Informe de servicios C) Proyecto de investigación: Fluctuación poblacional de (*Melanaphis sacchari*) sobre los hospederos: sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays var. saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), bajo condiciones de invernadero.

El diagnostico se llevó a cabo en el área de investigación de la empresa Semillas del Campo y fue elaborado mediante la recolección de información primaria y secundaria. Dicha información se obtuvo del personal de la empresa por medio de entrevistas y de la consulta bibliográfica de diferentes documentos. Con la información obtenida se procedió a la identificación de problemas y su priorización a través de una matriz que determina el grado de impacto. Los principales problemas identificados en el área de investigación del Centro de Capacitación, Innovación, Producción, Popoyán-Priva -CCIPPP- fueron el mal manejo de los sustratos de fibra de coco, carencia de un departamento de investigación de los distintos laboratorios, organización de los datos de las pruebas experimentales de aplicación de productos, disposición final de los residuos de cosecha, cama BIODROP de Bayer incompleta, el inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de Soluciones biológicas sostenibles -MISCA- y el proyecto de elaboración de aphibanks incompleto.

De acuerdo con la matriz de priorización de problemas, los problemas de mayor impacto detectados fueron: proyecto de aphibanks incompleto, inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de Soluciones biológicas sostenibles -MISCA- y la falta de organización de los datos de pruebas experimentales de productos, los cuales se utilizaron como base para el informe de servicios.

El informe de servicios detalla la ejecución de los servicios realizados en campo los cuales fueron: A) Manejo, evaluación y organización de datos provenientes de las aplicaciones de Biota-Amino (*i.e.*, aminoácidos) sobre tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En dicha prueba se evaluó la eficiencia del producto en el cultivo de tomate tipo cherry variedades bambelo, moscatelo y lemonade. Los resultados sugieren que la variedad bambelo aprovecha eficientemente las aplicaciones de Biota-Amino, ya que en comparación con las variedades moscatel y lemonade,

expresó un aumento en dulzura (10 °Bx) y un rendimiento de 9kg/m². B) Evaluación y análisis de datos de las aplicaciones del producto biológico “*Trichoderma harzianum*”. Se determinó mediante una escala grafica el desarrollo radicular en las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), con dos dosis de producto y un testigo absoluto. Los resultados obtenidos demuestran que la dosis de 2 gramos de rikoderma (*Trichoderma harzianum*) por litro de agua fue la más eficiente ya que se logró alcanzar un 80% del desarrollo radicular a los 60 días, mientras que con 1 gramo de rikoderma/litro se observó un desarrollo radicular del 70%, en cuanto al testigo no hubo un aumento significativo ya que el desarrollo radicular durante el periodo de evaluación fue de 35%. C) Elaboración de ficha técnica de “aphibanks”, dicha ficha se realizó en base a un ensayo realizado en campo para validar los resultados y dejar como documentación una guía para la elaboración de “aphibanks”.

El proyecto de investigación consistió en estudiar la fluctuación poblacional del pulgón (*Melanaphis sacchari*) sobre los hospederos: sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maiz (*Zea mays* L.), maiz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), bajo condiciones de invernadero. En dicho ensayo experimental los resultados mostraron que la fluctuación poblacional de *Melanaphis sacchari* sobre el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) es más eficiente en contraste con los hospederos maiz (*Zea mays* L.), maiz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.). A los 28 días después de la inoculación del pulgón sobre las plantas de *S. vulgare*, la población fue de 41,736 individuos/maceta lo que equivale a una tasa de crecimiento exponencial de $1x^4$ y una densidad de 21 individuos por colonia. Mientras que en los demás hospederos la fluctuación poblacional tendió a cero.



CAPITULO I

1. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A. NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

CLAUDIA ROXANA ROJAS PALMA

GUATEMALA, OCTUBRE 2019

1.1. Presentación

Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores -AGEXPORT-, Guatemala es el principal productor y exportador de chile (*Capsicum annuum* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) para la región de Centroamérica. Para el mes de febrero del año 2018, las cifras de exportaciones de tomate ascienden a 4,378,909 dólares (BANGUAT, 2018), respecto a chile pimienta se estima que el monto de las exportaciones para el año 2016, fue de 15,088,808.00 dólares (MAGA, 2018). Las principales regiones productoras de chile y tomate son los departamentos de: Zacapa, Baja Verapaz, Petén, Jutiapa, Santa Rosa y San Marcos, predominando la producción bajo condiciones de invernadero. Esta producción se destina a consumo local, mercados regionales, la industria y exportación (MAGA, 2005)

La empresa, Semillas del Campo, S.A., ubicada en la Finca El Valle en Nueva Santa Rosa; se dedica a la producción y exportación de chile pimienta (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) hidropónicos bajo condiciones de invernadero con destino al mercado internacional de Estados Unidos. La empresa está conformada por diferentes proyectos, entre ellos se citan: Proyecto Cecilio, Proyecto Rio, Proyecto Finca del valle y Proyecto Centro de Capacitación, Innovación y Producción, Popoyán-Priva -CCIPPP-. El proyecto Cecilio está compuesto por cuatro invernaderos destinados a la producción de *C. annum*. En ese mismo sentido, el proyecto CCIPPP, comprende 7 invernaderos y una casa malla para la producción de chile pimienta (*Capsicum annuum* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la misma manera disponen de un edificio que se utiliza como centro de capacitación y talleres para agricultores y estudiantes. En ese orden de ideas, el proyecto rio, está estructurado por 17 casas mallas destinadas a la producción de tomate. Así mismo, el proyecto finca el Valle cuenta con un invernadero y 6 casas mallas. Los proyectos citados anteriormente, han sido creados con el objetivo de obtener incrementos en la producción y resultados efectivos de acuerdo con los requerimientos de cada mercado de exportación.

A continuación, se detalla el diagnóstico realizado en la empresa, Semillas del Campo, S.A., elaborado mediante la recolección de información primaria, revisión de información secundaria, contrastación de información colectada para la identificación y priorización de problemas, con el fin de identificar la condición para el año 2018 y priorizar problemas que influyen negativamente dentro de la empresa. Los principales problemas identificados en el área de investigación del Centro

de Capacitación, Innovación, Producción, Popoyán-Priva -CCIPPP-, fueron: el mal manejo de los sustratos de fibra de coco ya utilizados, carencia de un departamento de investigación de los distintos laboratorios, organización de los datos de las pruebas experimentales de aplicación de productos, disposición final de los residuos de cosecha, cama BIODÉP de Bayer incompleta, el inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de MICSA y el proyecto de elaboración de aphibanks incompleto.

1.2. Marco referencial

1.2.1. Ubicación geográfica

La empresa Semillas del Campo S.A. se ubica en la Finca El Valle en el municipio de Nueva Santa Rosa. Según SEGEPLAN, el municipio de Nueva Santa Rosa está localizado a una latitud $14^{\circ}22'50''$ y longitud $90^{\circ}17'10''$. Dista a 30 kilómetros de la cabecera departamental y 73 de la ciudad capital. Geográficamente limita, al norte con San Rafael Las Flores y Casillas, Santa Rosa, y Mataquescuintla, Jalapa; al este con Casillas, Santa Rosa; al sur con Cuilapa, Santa Rosa y al oeste con Santa Cruz Naranjo y Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

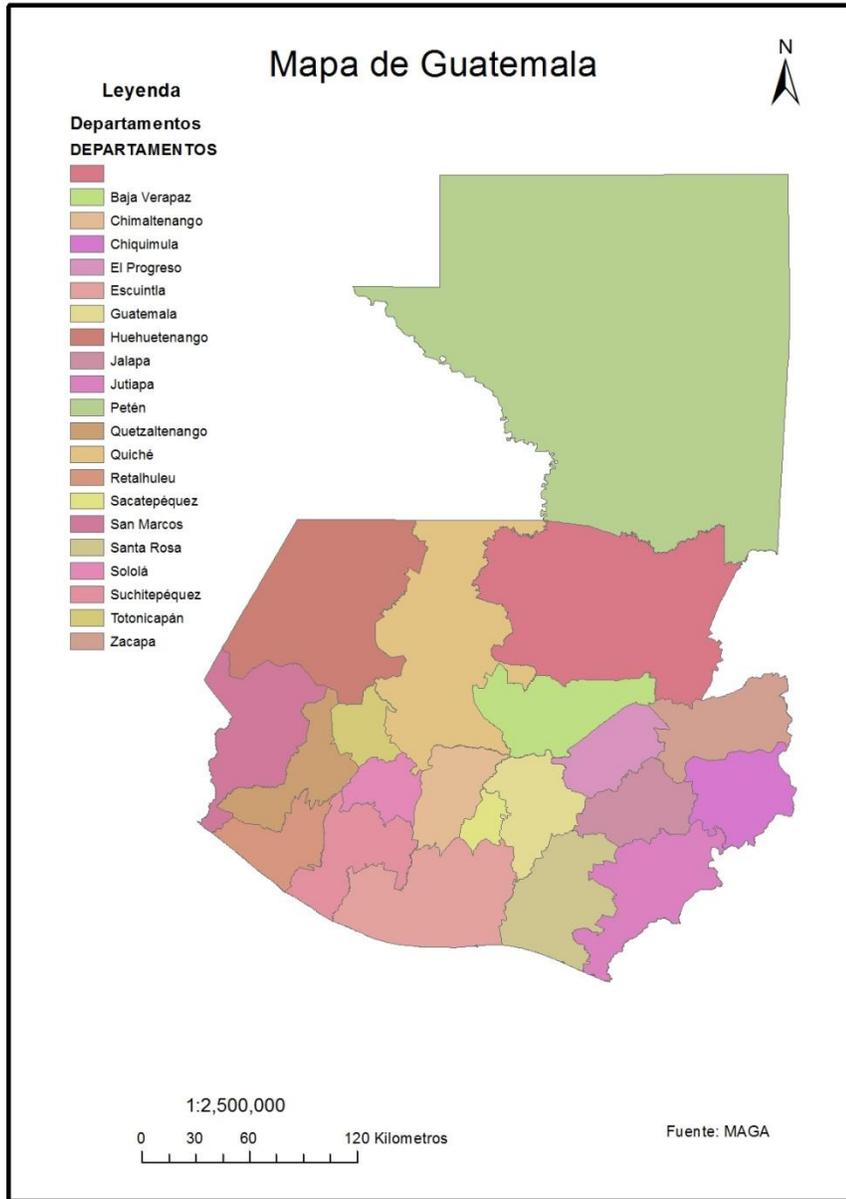


Figura 1. Mapa de los departamentos de Guatemala

Fuente: IGN, 2017

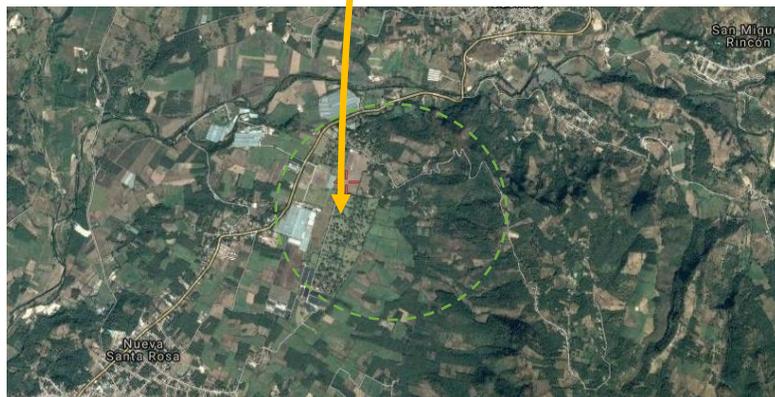
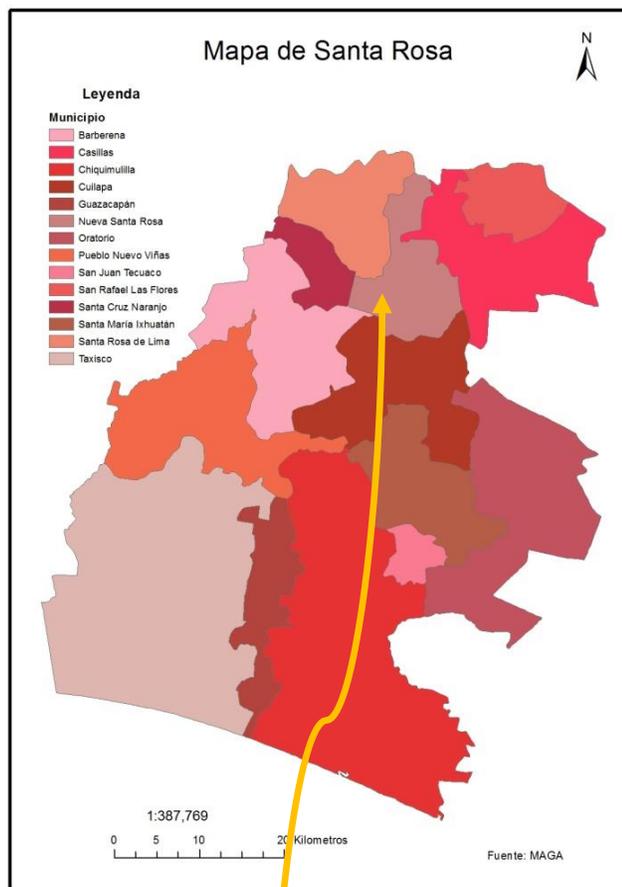


Figura 2. Vista satelital de Finca del Valle Nueva Santa Rosa, Santa Rosa

Fuente: MAGA, 2010

1.2.2. Descripción general de la ubicación de la empresa Semillas del Campo

- **Proyecto Cecilio**

Dio inicio en el año 2010, está estructurado por 4 invernaderos de diseño tipo holandés, el cual incluye una base de tubos galvanizados, en la parte superior contiene una cobertura de polietileno blanco, las partes laterales cubiertas de malla, en el interior posee un sistema de cortinas de función automática. La producción es específicamente de chile pimiento orgánico (*Capsicum annuum* L.) y no se utilizan ningún control de plagas y enfermedades con productos químicos.



Figura 3. Vista satelital proyecto Cecilio

Fuente: Semillas del Campo, 2017

- **Proyecto centro de capacitación, innovación y producción, Popoyán-privada -CCIPPP-**

Surge en el año 2013, está constituido por 7 invernaderos y una casa malla en dichas estructuras se produce chile pimiento convencional (*Capsicum annuum* L.), tomate cherry y tomate TOV (*Solanum lycopersicum* L.). Así mismo se evalúan diferentes características fenotípicas para validar diversas variedades de chile pimiento y tomate. Adicionalmente cuenta con un edificio en el cual se llevan a cabo cursos, charlas, talleres y eventos, sobre agricultura sostenible.



Figura 4. Vista aérea del proyecto CCIPP

Fuente: Semillas del Campo, 2017

1.2.3. Proyecto rio

Inicia en el año 2011, está compuesto por 17 casas mallas, delimitadas en un área de 6.70 hectáreas, estructuradas en su base con tubos galvanizados, cobertura de malla. Las siembras se realizan directamente en el suelo, protegido con mulch. La producción es específicamente de chile pimiento convencional (*Capsicum annuum* L.).



Figura 5. Vista aérea proyecto rio

Fuente: Semillas del Campo, 2017

1.2.4. Proyecto finca del Valle

Fue el primer proyecto de la empresa, al inicio los cultivos se sembraban a campo abierto, produciendo únicamente tomate (*Solanum lycopersicum* L.), y cebolla (*Allium cepa* L.). En el año 2007, se establecieron 3 casas malla para la producción de tomate. Para el año 2018, la cantidad de casas mallas se incrementó a 7 en total y un invernadero, juntos tienen un área de 8.96 hectáreas de estructuras protegidas.



Figura 6. Vista satelital del proyecto finca del Valle

Fuente: Semillas del Campo, 2017

1.2.5. Planta empacadora

La planta de empaque se construyó en el año 2006. Dentro de ella la metodología que se utiliza es semi mecánica, llevando a cabo diferentes procesos: recepción del producto, clasificación, empaque, cuartos fríos, y área de carga de contenedores. Tiene personal capacitado el cual opera la maquinaria tecnificada, para que los procesos sean eficientes y garantizar la inocuidad de los productos.



Figura 7. Vista aérea de la planta empacadora

Fuente: Semillas del Campo, 2017

1.2.6. Vías de comunicación

El acceso hacia finca del Valle es por la ruta interamericana CA-1, ingresando por Barberena rumbo sureste, por la ruta nacional 3-N. La otra vía de ingreso es por la ruta antigua, ingreso por el Km 16 hacia aldea Amberes, Santa Rosa de Lima ingresando por la carretera que conduce hacia la granja penal pavón la cual traslada hacia la aldea de Amberes (Alvarez, 2018).

1.2.7. Clima

El municipio está ubicada a 1000 metros sobre el nivel del mar, sus temperaturas oscilan entre 16.4° y 31.1°C. En la zona existe una precipitación anual de 1552.3, la humedad relativa es de 76% aproximadamente, la velocidad del viento 2.7 km/h (INSIVUMEH, 2018).

1.2.8. Fisiografía, hidrografía y zonas de vida

Según SEGEPLAN, entre los principales accidentes geográficos del territorio se encuentran, el Volcán Jumaytepeque y las montañas: El Picacho, Monte Verde, Santa Lucía y Los Papeles. Dentro de la fisiografía se resaltan los cerros: Chepe, El Chupadero, Pelón, Pínula, Verde, y Buena Vista. La hidrografía del municipio está constituida por 5 ríos (La Plata, Las Cañas, Los Achiotes, Los Esclavos, Chicón y Pínula), 1 Riachuelo, y 25 quebradas. Nueva Santa Rosa se encuentra a una altitud de 1,000 metros sobre el nivel del mar. Está ubicado en la zona de vida de bosque húmedo

sub-tropical (templado). El municipio presenta topografía variada, cerros bien definidos, con altitudes de 700 a 1,400 msnm.

1.2.9. Suelos

Los suelos del municipio tienen un pH ligeramente ácido ya que oscilan entre 5.5% a 7.5%. Las texturas del suelo de Nueva Santa Rosa son: suelo franco-arcillosos y suelos arenosos, la estructura de los suelos pueden ser: terciario: rocas volcánicas sin dividir predominantemente Mio-Piloceno, incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos; Cuaternario, rocas volcánicas, con coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos, rocas plutónicas sin dividir, posee granitos de dioritas (SEGEPLAN, 2018).

1.3. Objetivos:

1.3.1. General

- Realizar un diagnóstico en el área de investigación de la empresa Semillas del Campo, S.A.

1.3.2. Específicos

- Identificar los principales problemas en el área de investigación.
- Priorizar los problemas que prevalecen en el área de investigación.
- Optar por 3 de los problemas priorizados como servicios potenciales para ejecución en el Ejercicio Profesional Supervisado.

1.4. Metodología

Para la elaboración del presente diagnóstico se recolectó información primaria así mismo se revisó información secundaria con el fin de contrastar información para la identificación de problemas en el área de investigación de la empresa Semillas del Campo. A continuación, se detalla la metodología utilizada para la identificación y priorización de problemas.

1.4.1. Recopilación de información de fuentes primarias

Se llevó a cabo en el área de investigación de la empresa Semillas del Campo S.A., recopilando información de todas las actividades que se realizan en torno al espacio de trabajo, por medio de entrevistas utilizando un modelo presencial individual al personal que labora dentro del área, tomando como criterio para elegir a los entrevistados las labores a las que se dedican dentro del área de investigación. Se utilizó principalmente el método de observación, por medio de esta técnica se realizó un reconocimiento de todas las subáreas en las que se divide el proyecto realizando anotaciones, tomando fotos de todas las características importantes como las estructuras de las casas mallas, invernaderos, formas de riego priva (*i.e.*, máquinas computarizadas y sistematizadas para realizar automáticamente el riego y la fertilización de los cultivos). De esta manera se realizó una recopilación de las diferentes labores a las que se dedica la empresa en general, lo cual fue indispensable para la identificación de problemas.

1.4.2. Observación

Mediante un recorrido por las instalaciones del proyecto “Centro de Capacitación, Innovación, Producción, Popoyán-Priva -CCIPP-, Semillas del Campo, S.A. se efectuó un reconocimiento visual de los siguientes componentes: estructuras del invernadero, casas mallas, formas de fertirrigación, métodos de cultivos orgánicos, control de plagas y enfermedades, control biológico, introducción de colmenas de abejas para polinización koppert, manejo del cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.), manejo de residuos de cosecha, densidades de siembra de los cultivos, evaluación de diferentes variedades, tamaños de sustratos de fibras de coco, métodos de tutorado holandés, recirculado del agua de drenaje, cosecha de tomate y chile pimiento, tipos de podas de los cultivos, fitosanidad, sombreados en módulos de cultivos de chile y rechazo de frutos. Así mismo se observó los procesos que se ejecutan en el edificio del Centro de Capacitación, Innovación, Producción, Popoyán-Priva -CCIPP- para implementar las capacitaciones, talleres y cursos de agricultura sostenible.

1.4.3. Entrevistas

Se realizaron entrevistas presenciales individuales, por medio del dialogo directo, realizando una serie de preguntas abiertas a los técnicos, e ingenieros que trabajan en el área de Investigación del Centro de Capacitación, Innovación, Producción, Popoyán-Priva -CCIPPP-. Las preguntas realizadas durante la entrevista fueron: ¿Qué actividades realiza en el área de trabajo?, ¿Considera que el trabajo que realizan diariamente en su área es efectivo?, ¿Ha observado algunas dificultades en el desempeño de su trabajo?, ¿Cree que existen limitantes para la efectividad de los proyectos de investigación, y cuáles son?, ¿Cuál es el mayor reto al que se enfrentan dentro de la ejecución de sus labores en la empresa?, ¿Existen proyectos dentro del área que estén pendientes de realizar o finalizar?, y ¿Considera que existen áreas de trabajo en el área de investigación que necesitan ser mejoradas?

1.4.4. Recopilación de información de fuentes secundarias

Se recopiló información de esta naturaleza principalmente para elaborar el marco referencial y, complementar conceptos que definen a la empresa, la misma fue tomada de dos trabajos de graduación de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, realizados dentro de la empresa, ambos se citan a continuación:

- ✓ Propuesta de plan de aprovechamiento de aguas residuales de planta empacadora, empresa Semillas del Campo, S.A., diagnóstico y servicios realizados en empresa Semillas del Campo, S.A., Municipio de Nueva Santa Rosa, Departamento de Santa Rosa, Guatemala, C.A.(Alvarez, 2018)
- ✓ Evaluación del efecto de la provisión de dióxido de carbono por medio del sistema de ventilación sobre el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum*), Carlos Linneo 1753 (Jardines Botánicos Reales, Kew, el Jardín Botánico de Missouri , 2013) hidropónico, bajo condiciones de invernadero en la finca el “Valle”, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala, C.A., diagnóstico y servicios en el área de investigación y producción de la empresa Semillas del Campo S.A. y CCIPPP S.A., Periodo de febrero a noviembre 2013 (Hernández, 2018)

1.5. Resultados obtenidos

Por medio de la metodología citada anteriormente, dentro del área de investigación del Centro de Capacitación, Innovación, Producción, Popoyán-Priva -CCIPPP-, se pudieron detectar los siguientes problemas:

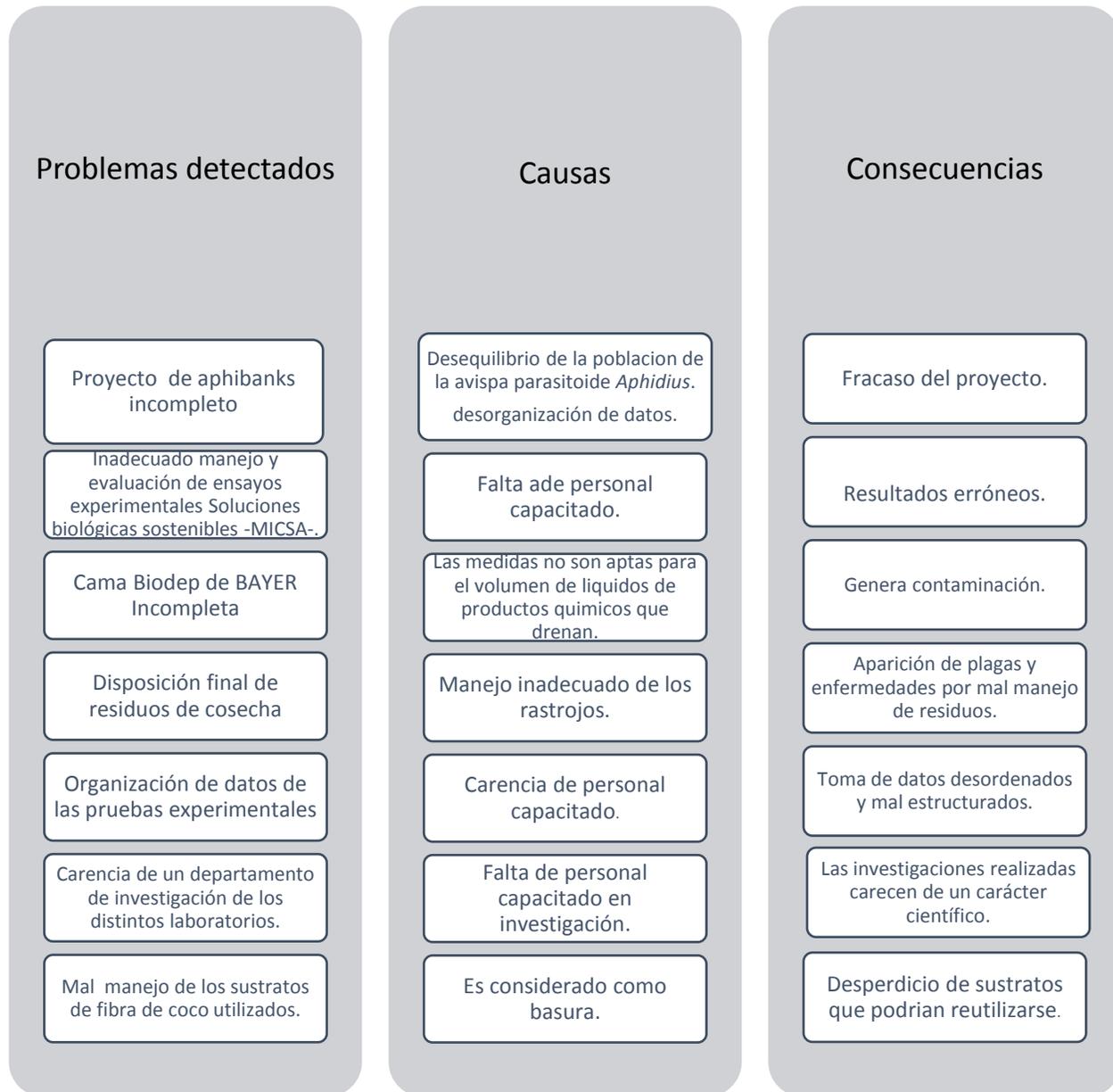


Figura 8. Esquema de causas y consecuencias de los problemas detectados

1.5.1. Problemas detectados

- Manejo y evaluación de ensayos de la empresa Soluciones biológicas sostenibles -MICSA-: existen deficiencias en la evaluación y análisis de los datos sobre la aplicación del producto biológico “*Trichoderma harzianum*” que se lleva a cabo en los invernaderos de investigación en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.).
- Cama BIODÉP de Bayer: no existe una cama BIODÉP en el espacio donde se realizan ensayos de Bayer. La utilidad de dicha cama es servir de depósito para los residuos de los químicos que se desechan por las aplicaciones en los módulos de investigación.
- En el área de investigación no se cuenta con una ficha técnica de elaboración de “aphibanks”; dicha ficha se debe de realizar en base a un ensayo en campo para validar los resultados y dejar como documentación una guía para la realización de “aphibanks”.
- Organización de datos de las pruebas experimentales: En el área de investigación no existe un manejo, evaluación y organización de datos de las aplicaciones de aminoácidos, en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).
- Carencia de un departamento de investigación de los distintos laboratorios debido a que no se cuenta con materiales y equipos necesarios para realizar investigaciones científicas.
- Manejo de los sustratos de fibra de coco utilizados; se desechan los sustratos de fibra de coco los cuales podrían ser reutilizados para la realización de aboneras.

1.5.2. Priorización de problemas

En base a los problemas detectados se realizó una matriz de priorización de problemas para definirlos en base a su impacto y así poder establecer tres como servicios que se ejecutarían durante el Ejercicio Profesional Supervisado Agrícola. Para la priorización de problema en el área de investigación de -CCIPPP-, se utilizó una matriz de priorización de problemas, que se caracteriza por determinar el grado de impacto de cada problema identificado. Esta matriz se clasifica en una ponderación de 1 a 5; donde 1, tiene un menor impacto y 5, posee un mayor impacto, esto en la primera categoría. En la segunda categoría se representa como, 1 al menor tiempo de solución y 5 el mayor tiempo de solución. Al final de cada clasificación se realizó la suma de las ponderaciones dadas a cada categoría citada con anterioridad y a los resultados de las sumatorias se les asigna una letra mayúscula (A-E) para posteriormente conocer el orden de prioridad (Ruas, 2010).

Cuadro 1. Matriz de priorización de problemas

Problema identificado	Impacto (1-5)	Oportunidad de solución a corto plazo (1-5)	Prioridad (sumatoria)
Mal manejo de los sustratos de fibra de coco utilizados.	4	2	6E
Carencia de un departamento de investigación de los distintos laboratorios.	4	1	5C
Organización de datos de las pruebas experimentales de productos.	5	5	10B
Disposición final de residuos de cosecha.	4	4	8D
Cama Biodep de bayer Incompleta.	3	3	6E
Inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de MICSA.	5	5	10B
Proyecto de aphibanks incompleto.	5	5	10A

De acuerdo con la matriz de priorización de problemas, los problemas de mayor impacto fueron: proyecto de aphibanks incompleto, inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de MICSA y la falta de organización de los datos de pruebas experimentales de productos.

1.6. Conclusiones

Los principales problemas identificados en el área de investigación del Centro de Capacitación, Innovación, Producción, Popoyán-Priva -CCIPPP-, fueron: el mal manejo de los sustratos de fibra de coco ya utilizados, carencia de un departamento de investigación de los distintos laboratorios, organización de los datos de las pruebas experimentales de aplicación de productos, disposición final de los residuos de cosecha, cama BIODÉP de Bayer incompleta, el inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de MICSA y el proyecto de elaboración de aphibanks incompleto.

Por medio de una matriz de priorización de problemas en base a su impacto y oportunidad de solución a corto plazo se determinó que los problemas de mayor impacto fueron: proyecto de aphibanks incompleto, inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de MICSA y la falta de organización de los datos de pruebas experimentales de productos.

Basados en la priorización de problemas se definió como servicios potenciales del Ejercicio Profesional Supervisado, la elaboración de la ficha técnica de aphibanks, la elaboración de una escala gráfica del desarrollo radicular de plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), en hidroponía y el Manejo, evaluación y organización de datos de las aplicaciones de aminoácidos sobre plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el área de investigación.

1.7. Bibliografía

Alvarez, A. L. (2018). Propuesta de plan de aprovechamiento de aguas residuales de planta empacadora, empresa Semillas del Campo, S.A., diagnostico y servicios realizados en empresa Semillas del Campo, S.A., Municipio de Nueva Santa Rosa, Departamento de Santa Rosa, Guatemala. Guatemala: Usac.

BANGUAT. (11 de Abril de 2018). *Banco de Guatemala*. Obtenido de <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=3977&lang=1&aud=1>

Garden, M. B. (11 de abril de 2018). *Tropicos*. Obtenido de <http://www.tropicos.org/Home.aspx>

Hernández, M. M. (2018). Propuesta de plan de aprovechamiento de aguas residuales de planta empacadora, empresa Semillas del Campo, S.A., diagnostico y servicios realizados en empresa Semillas del Campo, S.A., Municipio de Nueva Santa Rosa, Departamento de Santa Rosa, Guatemala. Guatemala: Universidad Guatemala.

MAGA (2018). El agro en cifras. Guatemala , Guatemala: Planeamiento del Ministerio de Agricultura Ganaderia y Alimentacion .

MAGA. (2010). Mapa de Santa Rosa . Guatemala.

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

SEGEPLAN. (11 de Abril de 2018). Plan de Desarrollo Nueva, Santa Rosa, Santa Rosa. Guatemala, Guatemala: Secretaria de Planificacion y Programacion de la Presidencia.

1.8. Anexos



Anexo 1. Evaluación de *Trichoderma* en *Capsicum annuum* L.



Anexo 2. *Myzus persicae* en chile pimiento



Anexo 3. Escaso desarrollo radicular en planta de *C. annuum*



CAPITULO II

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

CLAUDIA ROXANA ROJAS PALMA

GUATEMALA, OCTUBRE 2019

2.1. Presentación

El presente documento describe los servicios realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), el cual se llevó a cabo durante los meses de febrero a noviembre del año 2018, en la Empresa Semillas del Campo, S.A., ubicada en el km 77 del municipio de Nueva Santa Rosa, Santa Rosa.

Los servicios se determinaron en base al diagnóstico realizado en la empresa en mención, para el área de investigación del Centro de Capacitación, Innovación, y Producción Popoyán-Priva. - CCIPPP-. Por medio de una matriz de priorización de problemas en base a su impacto y oportunidad de solución a corto plazo se determinó que los problemas de mayor impacto fueron: completar proyecto de aphibanks, inadecuado manejo y evaluación de ensayos experimentales de la empresa Soluciones biológicas sostenibles -MICSA- y la falta de organización de los datos de pruebas experimentales de productos.

Como parte del EPS se ejecutaron los servicios: A) Manejo, evaluación y organización de datos de las aplicaciones de Biota-Amino (*i.e.*, aminoácidos) sobre las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En dicha prueba se evaluó la eficiencia del producto en el cultivo de tomate tipo cherry en las variedades bambelo, moscatelo y lemonade. Los resultados sugieren que la variedad bambelo aprovecha eficientemente las aplicaciones de Biota-Amino, ya que en comparación con las variedades moscatel y lemonade, expresó un aumento en dulzura (10 °Bx) y un rendimiento de 9kg/m². B) Evaluación y análisis de datos de las aplicaciones del producto biológico “*Trichoderma harzianum*” llevado a cabo en el área de investigación. Se determinó mediante una escala grafica el desarrollo radicular en las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.). Los resultados obtenidos demuestran que la dosis de 2 gramos de rikoderma (*Trichoderma harzianum*) por litro de agua fue la más eficiente ya que se logró alcanzar un 80% del desarrollo radicular a los 60 días, mientras que con 1 gramo de rikoderma/litro se observó un desarrollo radicular del 70%, en cuanto al testigo no hubo un aumento significativo ya que el desarrollo radicular durante el periodo de evaluación fue de 35%. C) Elaboración de ficha técnica de “aphibanks”, dicha ficha se realizó en base a un ensayo realizado en campo para validar los resultados y dejar como documentación una guía para la elaboración de “aphibanks”.

2.2. Servicio 1: Manejo, evaluación y organización de datos de aplicaciones del aminoácido biotamino a plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

2.2.1. Problema

No se existe documentación de análisis científico sobre los datos provenientes de las pruebas experimentales de aplicación del producto biotamino, el cual contiene aminoácidos los cuales son aplicados a las plantas de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L.), variedad lemonade, bambelo y moscatel.

2.2.2. Objetivos

- **General**

Evaluar la aplicación del producto Biota-Amino sobre el cultivo de tomate tipo cherry (*Solanum lycopersicum* L.) sobre tres variedades; lemonade, bambelo y moscatel, en el área de investigación de la empresa Semillas del Campo.

- **Específicos**

Determinar el grado de dulzura de frutos de tomate tipo cherry (*Solanum lycopersicum* L.) en tres diferentes variedades; lemonade, bambelo y moscatel.

Cuantificar el rendimiento del cultivo de tomate tipo cherry (*Solanum lycopersicum* L.) en tres diferentes variedades bambelo, lemonade y moscatel.

2.2.3. Metodología

2.2.4. Material experimental

- **Tomate tipo cherry:** se evaluaron tres variedades (lemonade, moscatel y bambelo) el fruto es ovalado con un diámetro que varía de 4-5mm y una longitud de 4-5 color rojo, respecto a la parte foliar la planta puede llegar a medir hasta 27 metros ya que es de crecimiento indeterminado las hojas tienen una longitud de 30cm.
- **Aminoácidos “Biota-Amino”:** es un producto elaborado a base de aminoácidos, aspártico, glutámico, alanina, valina, lisina, leucina, serina, glicina, treonina, isoleucina, fenilalanina,

tirosina, cisteína e histidina. Todos estos elementos ayudan a acelerar el metabolismo de la planta y mejorar la dulzura de frutos, como también a obtener altos rendimientos. Debido a su origen natural contiene una alta concentración materia orgánica y elementos tales como fósforo, potasio y hierro (MICSA, 2014).

2.2.5. Diseño experimental

El experimento fue establecido en campo bajo un diseño completamente al azar, ya que las unidades experimentales bajo estudio fueron colocadas en un invernadero con condiciones controladas. Las plantas se aleatorizaron al azar y fueron sembradas a un distanciamiento de 50 centímetros entre planta y colocadas sobre una cama de 14.5 metros de largo.

2.2.6. Tratamientos y repeticiones

Se utilizaron dos tratamientos; tratamiento 1 (aplicación de biotamino) y un testigo absoluto, con 10 repeticiones por tratamiento. Se utilizó 20 plantas de cada variedad (*i.e.*, lemonade, bambelo, moscatel). El experimento constó de un total de 60 unidades experimentales.

2.2.7. Descripción de la unidad experimental

La unidad experimental estaba compuesta por una planta de tomate tipo cherry de cada una de las diferentes variedades; lemonade, bambelo y moscatel, sembradas en sustrato de fibra de coco, a una profundidad de 30 centímetros ocupando un área de 65cm², por unidad experimental.

2.2.8. Manejo del experimento

- Preparación del sustrato

El sustrato es un “grower” una bolsa de fibra de coco con dimensiones de 50cm x 15cm que tiene 4 agujeros, Previo a la siembra definitiva de los pilones se hidrató hasta llegar a capacidad de campo desde un día antes de la siembra.

- Tutorado

Se realizó un tutorado tipo holandés, con pita, guiando a la planta hacia la derecha. Esta actividad se realizó a los 20 días del trasplante.

- **Deshije y deshoje**

Se realizó cada 15 días un deshoje quitando las hojas viejas así mismo se extrajeron los hijos (*i.e.*, brotes laterales), que van saliendo a los laterales de las plantas.

- **Control de malezas**

Se realizó de manera manual cada ocho días, dada la naturaleza del cultivo se evitó el uso de productos químicos.

- **Control de plagas y enfermedades**

Se llevó a cabo un programa preventivo en el cual se liberaron insectos benéficos tales como; *Limonica sp*, *Orius sp*, *Ceraeochrysa cincta*, antes del apareamiento de las plagas. Las enfermedades fueron prevenidas aplicando productos biológicos como: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus turigensis*, *Xentari sp*, y realizando desinfección de herramientas y vestuario con peróxido de hidrogeno.

- **Aplicación del producto Biota-Amino**

Se realizaron aplicaciones de Biota-Amino a plantas de *S. lycopersicum* tipo cherry. El producto fue aplicado de forma drench (*i.e.*, aplicación del producto sobre la superficie del suelo o sustrato); utilizando una dosis de 4cc de producto/litro de agua. A cada planta se le aplicó 100cc de solución, con una probeta. El producto se aplicó sobre el sustrato de fibra coco para que la planta lo absorbiera directamente por las raíces. La frecuencia de aplicación fue a cada 8 días.

- **Riego y fertilización**

Se realizó mediante las máquinas priva, las cuales están conectadas a la tubería del riego de las plantas y aplican macro y micronutrientes varias veces al día dependiendo de las condiciones del clima.

- **Cosecha**

Esta se realizó dos veces por semana, de manera manual.

2.2.9. Toma de datos

A cada 15 días se tomó datos dulzura de frutos (grados brix) y peso de frutos de cada variedad de tomate.

2.2.10. Variables de respuesta

Dulzura ($^{\circ}\text{Bx}$), los cuales se midieron con un refractómetro digital.

Rendimiento (kg/m^2), se midió con una pesa digital.

2.2.11. Resultados y discusión

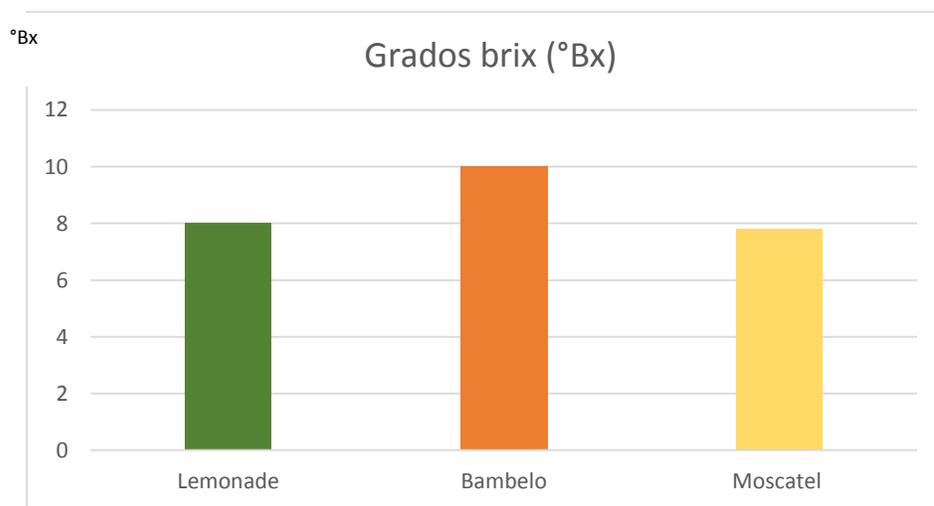


Figura 9. Grados brix en tres variedades de tomate cherry, bambelo, moscatel y lemonade

En la figura 9, se observa que la variedad bambelo tuvo un aumento significativo respecto a $^{\circ}\text{Bx}$, alcanzando una dulzura de 10 $^{\circ}\text{Bx}$, en comparación con las variedades lemonade (8 $^{\circ}\text{Bx}$) y moscatel (7.8 $^{\circ}\text{Bx}$).

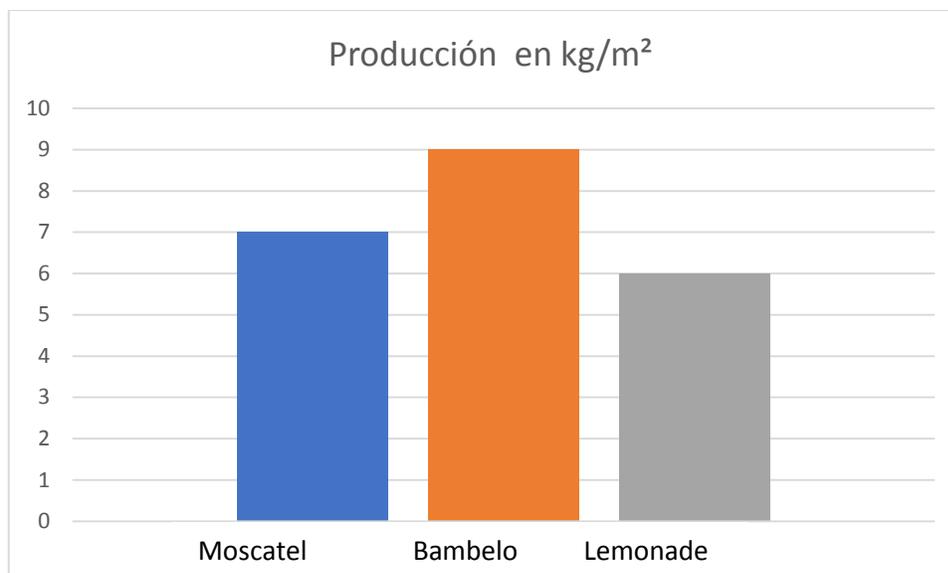


Figura 10. Producción (kg/m²) por variedad

En la figura 10, se puede visualizar que la variedad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bambelo alcanzó un rendimiento de 9 kg/m², valor superior a las variedades lemonade (6 kg/m²), y moscatel (7 kg/m²).

2.2.12. Conclusiones

Los resultados sugieren que la variedad bambelo aprovecha eficientemente las aplicaciones del producto Biota-Amino ya que en comparación con las variedades moscatel y lemonade, expresó un aumento en dulzura (10 °Bx) y un rendimiento de 9kg/m².

2.3. Servicio 2: Escala gráfica del desarrollo radicular de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) hidropónico, con aplicaciones de *Trichoderma harzianum*.

2.3.1. Problema

Con anterioridad no se realizaba un análisis científico de los ensayos experimentales del uso de los productos biológicos dentro del área de investigación.

2.3.2. Objetivos

- **General**

Elaborar una escala gráfica del desarrollo radicular de las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), hidropónico, con aplicación de *Trichoderma harzianum*.

- **Específicos**

Determinar el porcentaje de desarrollo radicular de las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L).

Realizar un análisis comparativo de la escala gráfica del desarrollo radicular de las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L), de dos dosis de aplicación de *Trichoderma harzianum*.

2.3.3. Metodología

2.3.4. Material experimental

- **Chile pimiento (*Capsicum annuum* L.):** la variedad que se utilizó fue Yellow yark el fruto es tipo morrón, color amarillo. Las plantas pueden llegar a medir hasta 28 metros de largo, es de crecimiento indeterminado. En producción se le definen varios ejes del tallo, las hojas miden de 15- 16 centímetros y tiene una dulzura aproximada de 8 °Bx, el ciclo de vida es de 10 meses después del trasplante.
- **Producto rikoderma:** Es el hongo *Trichoderma harzianum*, es antagonista, mico-parásito, el cual inocula a las raíces formándose por colonización, creando un buen desarrollo de raíces y una protección prolongada a través de una simbiosis entre la raíz y el hongo (MICA, 2018)

2.3.5. Aplicaciones de *Trichoderma harzianum*

Las aplicaciones de *Trichoderma harzianum*, se realizaron a diferentes dosis de; 1 gramo de rikoderma/ litro de agua y 2 gramos de rikoderma / litro de agua así mismo se utilizó un testigo absoluto (*i.e.*, sin aplicación de producto). Las aplicaciones se realizaron por el método *drench*, en el cual el producto se dirige al sustrato para que las raíces puedan absorberlo. La frecuencia de aplicación fue cada 8 días, con una probeta se incorporaron 100cc/de solución por planta.

2.3.6. Manejo del experimento

- Preparación del sustrato

El sustrato es un “grower” una bolsa de fibra de coco con dimensiones de 50 cm x 15cm que tiene 4 agujeros. Previo a la siembra definitiva de los pilones se hidrató hasta llegar a capacidad de campo desde un día antes de la siembra.

- Tutorado

Se realizó un tutorado con pitas, estas se cuelgan de un techo y se definen 2 pitas por planta para sujetarlas de una planta se toman dos ejes (*i.e.*, tallos), estos se guían hacia la derecha y de esta manera se sostiene la planta evitando que lance a la superficie

- Deshije y deshoje

El deshije se realizó quitando de la planta los hijos (*i.e.*, brotes laterales) que la planta genera y el deshoje se hizo quitando las hojas más viejas que ya no tienen ningún funcionamiento en las plantas, esta actividad se llevó a cabo cada 15 días.

- Control de malezas

Se realizó un control manual, cada semana. Por el tipo de producción se evita la utilización de productos químicos.

- Control de plagas y enfermedades

Se llevó a cabo la ejecución de un programa de prevención de enfermedades y plagas en el cual se liberaron insectos benéficos tales como; *Limonica sp*, *Orius sp*, *Ceraeochrysa cincta*, para combatir del apareamiento de plagas. Las enfermedades se previnieron aplicando productos biológicos como *Trichoderma harzianum*, *Bacillus turingensis*, *Xentari sp*, y realizando desinfección de herramientas y vestuario con peróxido de hidrogeno.

- Riego y fertilización

Las plantas de chile pimienta (*Capsicum annum L.*) se fertilizaron con riego localizado por goteo, funciona automáticamente con una máquina priva la cual está conectada a la tubería del riego de las

plantas. La máquina priva realiza una mezcla de los fertilizantes para distribuirlo a cada válvula de riego la válvula cubre 7 camas de 14m por 1m. Dicho proceso se le llama fertirriego.

- Cosecha

Esta se realiza dos veces a la semana manualmente y se llenó un registro de producción semanal.

2.3.7. Toma de datos

Se tomaron fotografías a las raíces de las plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum L.*) con una cámara de 16 mega pixeles. El control se realizó cada 15 días, durante 60 días. El porcentaje radicular se estimó en base al número de raíces así: 100% corresponde a 170-180 raíces.

2.3.8. Resultados y discusión



Dosis de 2 gramo de rikoderma/litro de agua
15 días después de la aplicación de rikoderma
20% de desarrollo radicular



Dosis de 2 gramo de rikoderma/litro de agua
30 días después de la aplicación de rikoderma
20% de desarrollo radicular



← Dosis de 2 gramo de rikoderma/litro de agua
45 días después de la aplicación de rikoderma
50% de desarrollo radicular



← Dosis 2 gramos de rikoderma/litro de agua
60 días después de la aplicación de rikoderma
80% de desarrollo radicular



← Dosis 1 gramos de rikoderma/litro de agua
15 días después de la aplicación de rikoderma
10% de desarrollo radicular



← Dosis 1 gramos de rikoderma/litro de agua
30 días después de la aplicación de rikoderma
20% de desarrollo radicular



Dosis 1 gramos de rikoderma/litro de agua
45 días después de la aplicación de rikoderma
35% de desarrollo radicular



Dosis 1 gramos de rikoderma/litro de agua
60 días después de la aplicación de rikoderma
70% de desarrollo radicular



Testigo (sin aplicación)
15 días después de la aplicación de rikoderma
10% de desarrollo radicular



Testigo (sin aplicación)
30 días después de la aplicación de rikoderma
15% de desarrollo radicular



Testigo (sin aplicación)

45 días después de la aplicación de rikoderma

20% de desarrollo radicular



Testigo (sin aplicación)

60 días después de la aplicación de rikoderma

35% de desarrollo radicular

Los resultados obtenidos demuestran que la dosis de 2 gramos de rikoderma/litro (*Trichoderma harzianum*) de agua fue la más eficiente ya que se logró alcanzar un 80% del desarrollo radicular a los 60 días, mientras que con 1 gramo de rikoderma/litro se observó un desarrollo radicular del 70%, en cuanto al testigo no hubo un aumento significativo ya que el desarrollo radicular durante el periodo de evaluación fue de 35%.

2.3.9. Conclusiones

Los resultados sugieren que la dosis de 2 gramos de rikoderma/litro de agua fue la más eficiente ya que se logró alcanzar un 80% del desarrollo radicular a los 60 días.

Comparando las dosis bajo estudio, la diferencia entre la dosis de 2 g/litro y 1 g/litro de *Trichoderma harzianum* fue del 10%. Sin embargo, en comparación con el testigo la diferencia fue del 45%.

2.4. Servicio 3: Elaboración de ficha técnica de aphibanks

2.4.1. Problema

Proyecto de aphibanks incompleto, no se contaba con una ficha técnica que describiera el proceso para elaborar aphibanks correctamente.

2.4.2. Objetivo

- Elaborar una ficha técnica para la realización de “aphibanks” en el área de investigación de la empresa Semillas del Campo.

2.4.3. Metodología

2.4.4. Definición de aphibanks

Es una planta hospedera del pulgón banco “*Melanaphis sacchari*” para la reproducción de “*Aphidius colemani*”, la cual es una avispa parasitoide de pulgones que se utiliza como control biológico para combatir los pulgones *Myzus persicae*.

Previo a la elaboración de los aphibanks se realizó el trabajo de investigación “Fluctuación poblacional de (*Melanaphis sacchari*) sobre los hospederos: sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), bajo condiciones de invernadero en la Finca el Valle, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa”. La cual consistió en sembrar plantas de sorgo (*Sorghum vulgare*), maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.) la siembra se llevó a cabo en macetas con una densidad de 10g/maceta, seguidamente de la germinación del sorgo, las plantas fueron inoculadas con pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*).

2.4.5. Descripción de aphibanks

- Material vegetal utilizado

Planta de sorgo (*Sorghum vulgare* L), esta planta es utilizada ya que como resultados de la tesis la tasa de crecimiento poblacional de *Melanaphis sacchari* fue más alta sobre el hospedero sorgo (*Sorghum vulgare* L.), en el cual a los 28 días la población ascendió a 41,736 individuos/maceta y una tasa de crecimiento poblacional de $1x^{4.1}$. No obstante, sobre los hospederos alpiste (*Phalaris canariensis* Pers), maíz blanco (*Zea mays* var. *Saccharata*) y maíz dulce (*Zea mays* L.) las poblaciones de *M. sacchari* se extinguieron a los 14 días

- Pulgón

El pulgón utilizado para la elaboración de aphibanks es *Melanaphis Sacchari*, fue seleccionado por sus características de un alto porcentaje de reproducción y por qué fue localizado cerca del área de investigación en Chapas Nueva Santa Rosa.

Ficha técnica Aphibanks



Aphibanks: Es una técnica de control biológico, la cual consiste en crear plantas que sirven como hospederos de un pulgón trampa para reproducir “aphidius” la cual es una avispa parasitoide de pulgones.



Figura a). Fotografía de una aphibanks.

Materiales para su elaboración

Planta hospedera: *Sorghum vulgare*.

Pulgón banco: *Melanaphis sacchari*

Macetas: De 15 cm de largo x 13 cm de ancho el material es de plástico.

Sustrato: fibra de coco más suelo en relación 1;1 suelo de la región del Valle, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala.

Densidad de siembra: 5 gramos de semillas de *Sorghum vulgare*.

Metodología de la elaboración de aphibanks

Se realiza la siembra de sorgo utilizando una densidad de 5 gramos de semilla.

A los 7 días después de la siembra del sorgo se realiza la inoculación de 385 pulgones por planta 250 hembras y 135 machos.

Cada pulgón (hembra) es capaz de reproducir 4 pulgones, bajo las

condiciones de invernadero el crecimiento exponencial es $1x^4$. La reproducción es partenogenética

Riego

Agregar una lámina de riego de 100 cc de agua a cada maceta por día.

Clima

Las temperaturas óptimas del desarrollo de los pulgones oscilan entre 21°C - 32°C.

Nutrición

Aplicar Urea 3 gramo por maceta se realizan dos fertilizaciones la primera es a los 15 días después de la germinación y la otra es a los 30 días después de la germinación.

Plagas

Cochinilla, y hormigas, en caso de ataque eliminar las macetas.

Altura

La altura adecuada para mantener las aphibanks es a 40 cm de la maceta como máximo.

Duración del proyecto

Tiempo de vida de las aphibanks 28- 37 días.

Ciclo de vida del pulgón

La reproducción es partenogenética en verano y en invierno sexual, pero en condiciones de invernadero con el clima, las enfermedades, y el riego controlados es exclusivamente por partenogénesis lo que quiere decir que un pulgón hembra puede parir hasta 5 ninfas desde en cualquier estado de vida. Los pulgones pasan por cuatro estadios de ninfa realizando mudas y un estado de adulto, el ciclo biológico termina a los 14 ó 17 días.

2.4.8. Bibliografía

MICSA (2018). Soluciones biológicas sostenibles. Disponible en: [micsa.com/index.php/producto biologic](https://micsa.com/index.php/producto-biologic).

2.5. Anexos



Anexo 4. Toma de datos de rendimiento de *Capsicum annuum*



Anexo 5. Presentación de aphibanks



Anexo 6. *Solanum lycopersicum* con aplicación de Biota-Amino



Anexo 7. Toma de datos en el cultivo de tomate



Anexo 8. Aplicación tipo drench



Anexo 9. Supervisión de campo en el cultivo de *Capsicum annum* L.



Anexo 10. Visita de supervisión de Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-



CAPITULO III

Informe de Investigación

Fluctuación poblacional de (*Melanaphis sacchari*) sobre los hospederos: sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays var. saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), bajo condiciones de invernadero en la Finca el Valle, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa.

CLAUDIA ROXANA ROJAS PALMA

GUATEMALA, OCTUBRE 2019

Resumen

El pulgón *Myzus persicae* es una plaga que ataca al cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) que ocasiona daños al cultivo al alimentarse ya que inserta su estilete en la planta y succiona provocando un debilitamiento generalizado de la planta y un amarilleamiento progresivo que termina necrosando las hojas. También aparece una melaza en la hoja, favoreciendo el crecimiento del hongo *Capnodium sp.* Disminuye aproximadamente un 30% de la producción ya que ocasiona daños en el fruto, causa el descenso del rendimiento y una disminución de la calidad y baja en el valor comercial del producto, consecuentemente se producen pérdidas económicas de aproximadamente Q. 50,000.00 por hectárea al año. Su control consiste principalmente en la aplicación de tratamientos fitosanitarios utilizando los más variados plaguicidas, elevando las dosis y el número de aplicaciones recomendadas, no obstante, la utilización de agroquímicos ha provocado resistencia.

Consecuentemente, se ha optado por la utilización de control biológico para mantener la plaga por debajo del umbral de daño económico. Para controlar dicha plaga se emplea el método de control biológico utilizando la técnica de aphibanks la cual consiste en plantas banco con el pulgón *Melanaphis sacchari* como hospedero para reproducir la avispa parasitoide *Aphidius colemani*. Debido a lo anterior es necesario mantener una dinámica poblacional estable de *M. sacchari* para reproducir la avispa parasitoide y controlar al pulgón *Myzus persicae*. La presente investigación consistió en estudiar la fluctuación poblacional del pulgón amarillo de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari*) sobre los hospederos: sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays var. saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), bajo condiciones de invernadero.

Bajo las condiciones de este estudio los resultados sugieren que la fluctuación poblacional de *Melanaphis sacchari* sobre el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) es más eficiente en comparación con los demás hospederos bajo estudio; ya que a los 28 días después de la inoculación del áfido sobre las plantas de *S. vulgare*, la población fue de 41,736 individuos/maceta lo que corresponde a una tasa de crecimiento exponencial de $1x^4$ y una densidad de 21 individuos por colonia. Mientras que en los hospederos maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays var. saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), fue notoria una dinámica poblacional que tiende a cero.

Palabras clave: Aphibanks| Áfidos| *Aphidius colemani*| Control biológico| *Myzus persicae*|

Abstract

The aphid *Myzus persicae* is a pest that attacks the pepper crop (*Capsicum annuum* L.) that causes damage to the crop when feeding as it sticks its stylet into the plant and sucks causing a generalized weakening of the plant and a progressive yellowing that ends necrosing the leaves. There is also a molasses on the leaf, favoring the growth of the fungus *Capnodium* sp. It diminishes approximately 30% of the production since it causes damages in the fruit, causes the descent of the yield and a decrease of the quality and low in the commercial value of the product, consequently economic losses of approximately Q. 50,000.00 per hectare per year are produced. Its control consists mainly of the application of phytosanitary treatments using the most varied pesticides, raising the doses and the number of recommended applications, however, the use of agrochemicals has caused resistance.

Consequently, we have opted for the use of biological control to keep the pest below the threshold of economic damage. To control this pest, the biological control method is used, using the aphibanks technique, which consists of bench plants with the *Melanaphis sacchari* aphid as host to reproduce the parasitoid wasp *Aphidius colemani*. Due to the above, it is necessary to maintain a stable population dynamics of *M. sacchari* to reproduce the parasitoid wasp and control the aphid *Myzus persicae*. The present investigation consisted of studying the population fluctuation of the yellow sugarcane (*Melanaphis sacchari*) on the hosts: sorghum (*Sorghum vulgare* Pers), corn (*Zea mays* L.), sweet corn (*Zea mays* var. *Saccharata*), and birdseed (*Phalaris canariensis* L.), under greenhouse conditions, at Finca El Valle, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala CA

Under the conditions of this study the results suggest that the population fluctuation of *Melanaphis sacchari* on sorghum (*Sorghum vulgare* Pers) cultivation is more efficient compared to the other hosts under study; since at 28 days after aphid inoculation on *S. vulgare* plants, the population was 41,736 individuals / pot, which corresponds to an exponential growth rate of 1x4 and a density of 21 individuals per colony. While in the hosts corn (*Zea mays* L.), sweet corn (*Zea mays* var. *Saccharata*), and birdseed (*Phalaris canariensis* L.), a population dynamic that tends to zero is notorious.

Keywords: Aphibanks | Aphids | *Aphidius colemani* | Biological control | *Myzus persicae* |

3.1. Introducción

El pulgón (*Myzus persicae*) se destaca por causar problemas principalmente en las producciones hortícolas. (e.g., en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.)) (*sensu*, Tapia et al., 2008). Ésta es una especie polífaga y cosmopolita que utiliza como huésped primario a especies del género *Prunus*, aunque puede colonizar como huésped secundario a especies de plantas de más de 40 familias botánicas, incluyendo muchas de interés económico como las solanáceas (Blackman & Eastop, 1985).

Myzus persicae, es considerada una de las especies con características de plaga expansiva especialmente en cultivos de hortalizas debido a la brevedad de su ciclo vital, su rápida dispersión (Mackauer & Way, 1976) este áfido suele ser un factor limitante para los cultivos bajo estructuras protegidas (Feng & Isman, 1995). Ante las elevadas infestaciones y sus consecuentes pérdidas económicas, los productores hortícolas se han visto obligados a intensificar los tratamientos fitosanitarios utilizando los más variados plaguicidas, elevando las dosis y el número de aplicaciones recomendadas, no obstante, la utilización de agroquímicos ha provocado resistencia (*i.e.*, los insecticidas ya no son eficientes en el control de pulgones) (Devonshire, 1989). Además, esta práctica no responde a las actuales exigencias de una producción con bajo nivel de contaminantes, por lo cual es necesario encontrar alternativas de control racionales desde el punto de vista de la sustentabilidad del sistema (Alcázar et al., 2000). El control biológico constituye una táctica en donde se utiliza a los enemigos naturales de las plagas con el propósito de reducir su abundancia por debajo del umbral económico (Stary, 1975).

La empresa Semillas del Campo S.A. de Finca el Valle produce chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) orgánico con fines de exportación a Estados Unidos, razón por la cual se prescinde del control químico e implementan métodos de control biológico (Delucchi, 1976). El cultivo de *C. annuum* se produce bajo condiciones de invernadero y con el uso de alta tecnología a pesar de ello el 30% de la producción se ve afectada por la infestación de la plaga conocida como pulgón verde del chile pimiento (*Myzus persicae* Sulzer) (Moreno, 2018) que ocasiona daños en el fruto, causa el descenso del rendimiento y una disminución de la calidad y baja en el valor comercial del producto,

consecuentemente se producen pérdidas económicas de aproximadamente Q. 50,000.00 por hectárea al año (*sensu*, Moreno, 2018).

Para controlar la plaga en el año 2017, la empresa utilizó el control biológico, específicamente la utilización de la técnica de elaboración de aphibanks (*i.e.* banco de la avispa parasitoide *Aphidius colemani*), para esto se intentó criar como presa el pulgón (*Rhopalosiphum maidis*). Empero, se evidenció un declive de la población de *A. colemani*, lo cual impidió su reproducción bajo condiciones de invernadero, fracasando como controlador biológico por lo cual se determinó utilizar una especie distinta a la ya estudiada (Moreno, 2018).

La presente investigación consistió en estudiar la fluctuación poblacional del pulgón (*Melanaphis sacchari*) sobre los hospederos: sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays var. saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), bajo condiciones de invernadero. Bajo las condiciones de este estudio los resultados sugieren que la fluctuación poblacional de *Melanaphis sacchari* sobre el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) es más eficiente en comparación con los demás hospederos bajo estudio; debido a que esta planta presenta una vaina de la hoja bien desarrollada como para resguardar al áfido en comparación con los demás hospederos, por lo cual a 28 días después de la inoculación del áfido sobre las plantas de *S. vulgare*, la población fue de 41,736 individuos/maceta lo que corresponde a una tasa de crecimiento exponencial de $1x^4$ y una densidad de 21 individuos por colonia. Mientras que en los hospederos maíz (*Zea mays* L.), maíz dulce (*Zea mays var. saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), fue notoria una fluctuación poblacional que tiende a cero individuos.

3.2. Planteamiento del Problema

El chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza que presenta una amplia distribución de su producción a nivel nacional. Para el año 2016, el área cosechada fue de 2,187 hectáreas, del total de la producción el 4% corresponde al departamento de Santa Rosa. En ese mismo año el volumen de producción fue de 14,221.97 toneladas métricas cuyo monto de exportaciones ascendió a US\$15,088,808.00 (MAGA, 2018). No obstante, a pesar de ser un producto generador de divisas y con un mercado de exportación amplio (*e.g.* principalmente El Salvador y Estados Unidos), su producción se ve afectada por diversos factores como fluctuaciones climáticas, cambios en abundancia de poblaciones de insectos y principalmente enfermedades causadas por virus y diseminadas por vectores como áfidos y trips (Quiroz, Larraín & Sepúlveda, 2005; Sepúlveda,

Larraín, Quiroz, Rebufel & Graña, 2005). Éstos últimos causan deformaciones severas, manchas y disminución de tamaño de frutos, así mismo a nivel mundial los virus son considerados los principales responsables del descenso del rendimiento y calidad de los frutos de *C. annum* (Yudin, Cho & Mitchell, 1986; Quiroz et al., 2005; Abdalla, Desjardins & Dodds, 1991).

En el departamento de Santa Rosa se ubica la empresa Semillas del Campo S.A. dentro de la Finca El Valle, la cual es productora de diversos cultivos hortícolas entre ellos *C. annum* bajo condiciones de invernadero. Dentro de esta empresa la producción del cultivo se realiza en ambientes altamente tecnificados, sin embargo, el 30% de la producción se ve afectada por la infestación de la plaga conocida como pulgón verde del chile pimiento (*Myzus persicae* Sulzer), (Moreno, 2018). Este áfido es descrito como altamente polífago con más de 400 especies de plantas hospederas lo cual resalta su importancia económica a nivel mundial (Tapia, Troncoso, Vargas, Olivares-Donoso & Niemeyer, 2008). Por sus hábitos de alimentación directa, en el cultivo de *C. annum*, provoca en la planta clorosis, manchas y muerte de hojas, aparecimiento de *Capnodium sp.*, por las excreciones azucaradas, mal formación de frutos por ataques de virus y baja producción (La Rossa, Vasicek & López, 2013; Sepúlveda et al., 2005; Ricci, La Rossa & Vasicek, 2000). Específicamente los daños en el fruto causan el descenso del rendimiento, disminución de la calidad y baja en el valor comercial del producto, consecuentemente se producen pérdidas económicas de aproximadamente Q. 50,000.00 por hectárea al año (*sensu*, Moreno, 2018).

Después de las consideraciones anteriores es importante resaltar que *M. persicae*, es considerado uno de los áfidos más importantes a nivel mundial por las pérdidas económicas que ocasiona, hay una serie de factores que contribuyen a ello como su amplia distribución mundial, rango de hospederos, ciclo de vida, habilidad para adaptarse a nuevas plantas hospederas, alta capacidad de dispersión, elevada eficiencia como vector viral (*sensu*, Blackman, & Eastop, 2000) y su constante evolución en la resistencia a insecticidas (Bass et al., 2014). En efecto es indispensable buscar alternativas (*e.g.* control biológico) de control para esta especie, ya que derivado del uso intensivo de control químico sus poblaciones son resistentes a varias clases de insecticidas.

3.3. Justificación

El pulgón (*Myzus persicae*), plaga que ocasiona daños directos en la planta de chile pimiento (*Capsicum annum*) provocados por la succión de fotosintatos por adultos y ninfas, e indirectos ya que el estadio ninfa elimina sustancias ricas en hidratos de carbono sobre las que se desarrollan

hongos sobre las hojas (Castle, 1993; Van et al., 1969), a estos daños debe agregarse el más voraz, que consiste en su capacidad de transmitir más de 100 virus de plantas diferentes (Blackman, & Eastop, 2000). El control de *M. persicae*, en muchos cultivos se ha basado casi exclusivamente sobre el uso de insecticidas químicos, y su uso intensivo ha llevado al desarrollo de múltiples formas de resistencia (Foster, Denholm & Devonshire, 2000). Actualmente hay 10 diferentes clases de insecticidas que abordan seis modos de acción distintos y son considerados como control potencial, sin embargo, para la mitad de estos han adquirido genes de resistencia (Bass et al., 2014). Como resultado los áfidos en mención son resistentes a la mayoría de las clases de insecticidas incluidos los organofosforados, carbamatos, piretroides, ciclodienos y neonicotinoides, por esta razón es considerada una de las especies más resistentes del mundo (*sensu*, Bass et al., 2014; Devonshire & Moores, 1982), volviendo ineficiente el control químico. Debido a lo anterior, para la empresa Semillas del Campo S.A. es importante garantizar un control efectivo y sostenible de esta plaga que posea el potencial de mantener a *M. persicae* por debajo de los umbrales de daño económico en el cultivo de *C. annum*.

Para controlar la plaga en el año 2017, la empresa optó por el control biológico, específicamente la utilización de la técnica de elaboración de aphibanks (*i.e.* banco de la avispa parasitoide *Aphidius colemani*), para lo cual se intentó cultivar como presa el pulgón (*Rhopalosiphum maidis*). No obstante, se evidenció un declive de la población de *A. rhopalosiphi*, lo cual impidió su reproducción bajo condiciones de invernadero, fracasando como controlador biológico (Moreno, 2018), por lo cual se determinó utilizar una especie distinta a la ya estudiada.

Derivado de lo anterior y por su amplia distribución geográfica (*e.g.*, África, Asia, Australia y partes de América Central y del Sur), rango de hospederos (*e.g.*, Poaceas; Blackman & Eastop, 2000), y ecobiología en *S. bicolor* Moench (Singh, Padmaja & Seetharama, 2004), así como por sus características como controlador biológico (Irshad, 2001; Singh, Upadhyay, Singh & Chaudhary, 1999) de diversas plagas y presa de algunos parasitoides (*e.g.* *Aphidius rhopalosiphi*), se utilizó el pulgón de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari*) como presa de la avispa *Aphidius colemani*. Por lo cual, es transcendental para la empresa establecer un cultivo de *M. sacchari*, como potencial hospedero para *A. colemani*, que garantice una dinámica poblacional estable que permita controlar a *M. persicae* durante el ciclo del cultivo de Chile pimiento (*Capsicum annum* L.) y consecuentemente disminuir las pérdidas que ocasiona.

3.4. Marco teórico

3.4.1. Marco conceptual

3.4.2. Características morfológicas del pulgón (*Myzus persicae* Sulzer).

Los áfidos del género *Myzus* (Hemiptera: Aphididae), tienen una coloración que varía desde verde a amarilla, volviéndose durante la madurez de color negro con los ojos rojos, tienen la cabeza y el tórax negro, con el abdomen verde-amarillento y una gran mancha dorsal. Las ninfas y los adultos son de forma elíptica, miden cerca de 0,6 mm largo y 0,3 mm de ancho (Blackman, 1971).

3.4.3. Ciclo de vida de *Myzus persicae* (Sulzer)

Los pulgones se reproducen de forma sexual en la época de invierno, en las últimas generaciones nacen machos los cuales cortejan a las hembras, posteriormente estas hacen puesta de huevos los cuales depositan sobre su hospedador primario (*i.e.* melocotón *Prunus persica* L. Batsch), (Doniseti 2,005) normalmente en la base de las yemas los cuales pasan el invierno en forma latente, y en el verano eclosionan dando lugar a pulgones hembras fundadoras, como se observa en la figura 11. Estas se reproducen asexualmente por partenogénesis originando a otras hembras vivíparas (Duarte et al., 2011). El ciclo de vida de *M. persicae* es de 20 días promedio (*sensu*, Andorno et al., 2017)

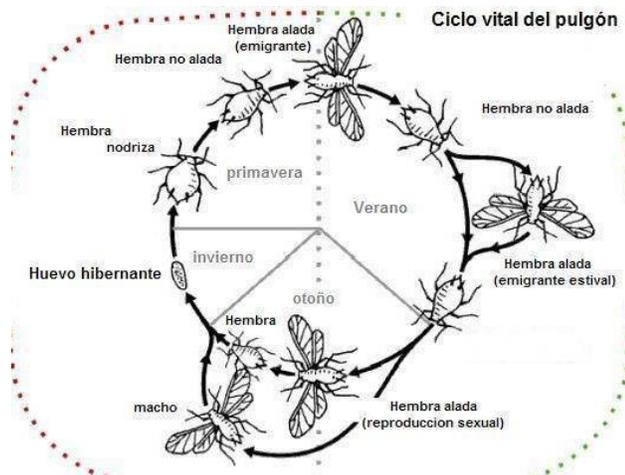


Figura 11. Ciclo de vida de *Myzus persicae*

Fuente: Gonzales, 2016

3.4.4. Cultivos que ataca pulgón verde del chile pimiento (*Myzus persicae* Sulzer)

Este áfido generalista es una plaga cosmopolita de los cultivos hortícolas, afecta a un amplio rango de hospederos entre ellos: *sensu stricto*, especies del género *Prunus*, como su hospedero principal y más de 400 especies de plantas distribuidas en aproximadamente 40 familias, como hospederos secundarios (Tapia et al., 2008). Respecto a hospederos secundarios se puede resaltar a especies miembros de la familia de las solanáceas (*e.g.*, principalmente papa, tomate, chile pimiento, berenjena, tabaco); crucíferaceas (*e.g.*, repollo, coliflor y brócoli); cucurbitáceas (*e.g.* melón y pepino); así como ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.) y cítricos (Vasicek, 2003).

3.4.5. Daños que ocasiona *Myzus persicae* Sulzer al cultivo del chile pimiento

En el cultivo de *C. annuum*, provoca los siguientes daños; debilitamiento de la planta, reducción del crecimiento, amarillamiento de la planta, así mismo transmite el virus de la patata (PVY) y el virus del mosaico del pepino (CMV) (Syngenta, 2018). Desarrolla deformaciones de hojas y brotes, afecta también a flores y la calidad de los frutos (*sensu*, Van et al., 1969). Dicho áfido segrega una melaza que favorece el ataque del hongo fumagina (*Capnodium sp.*), el cual disminuye la capacidad fotosintética de la planta, así como la tasa de respiración de ésta. El daño más significativo corresponde al fruto depreciando la calidad de las cosechas y disminuyendo el rendimiento (Hincapié et al., 1990).

3.4.6. Importancia Económica del pulgón plaga en chile pimiento (*Myzus persicae* Sulzer)

A nivel mundial su importancia económica radica principalmente en dos aspectos: el primero de ellos, su capacidad de transmitir más de 70 virus (INIA, 2016); y el segundo la disminución del rendimiento y calidad de las cosechas del cultivo. Es una plaga polífaga que provoca pérdidas económicas altas, como en el departamento de Santa Rosa, Guatemala, donde reduce el 30% del

rendimiento del cultivo provocando pérdidas que ascienden a Q. 50,000 por hectárea al año (*sensu*, Moreno, 2018), aun cuando este es cultivado en invernaderos altamente tecnificados.

3.4.7. Manejo de la plaga *Myzus persicae* Sulzer

El manejo de esta plaga se realiza principalmente con productos químicos. Según Bass et al., (2014) se conocen 10 diferentes clases de insecticidas que abordan seis modos de acción distintos y son considerados como control potencial para *M. persicae*. No obstante, para la mitad de estos insecticidas han adquirido genes de resistencia. Consecuentemente, los áfidos del género *Myzus* son resistentes a la mayoría de las clases de insecticidas incluidos los organofosforados, carbamatos, piretroides, ciclodienos y neonicotinoides, por esta razón es considerada una de las especies más resistentes del mundo (*sensu* Devonshire & Moores, 1982), volviendo ineficiente el control químico. Derivado de lo anterior y a las exigencias del mercado de exportación, es importante resaltar como opción factible el control biológico de *Myzus persicae* (*i.e.* táctica en donde se utiliza a los enemigos naturales) con el propósito de reducir su abundancia poblacional por debajo del umbral de daño económico (Devonshire et al., 1998).

En el mismo sentido, en la Empresa Semillas del Campo se emplea el método de control biológico aphibanks que consiste en reproducir el pulgón del sorgo (*Melanaphis sacchari*) sobre plantas hospederas. Dicho áfido sirve de banco alimenticio a la avispa parasitoide *Aphidius colemani*, la cual parasita a *Myzus persicae* provocándole la muerte y reduciendo considerable sus poblaciones en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), (*sensu*, Moreno, 2018). A continuación, se describen los aspectos más importantes sobre el pulgón presa *M. sacchari*.

3.4.8. Características morfológicas del pulgón presa (*Melanaphis sacchari*)

Los áfidos de la especie *M. sacchari* son ápteros vivíparos, de cuerpo piriforme, globoso, mide entre 1.1 y 2.0 milímetros, como se observa en la figura 12. La coloración es variable, desde blanquecino hasta púrpura, las antenas tienen de 5 a 6 marzartejos de aproximadamente 2/3 de la longitud del

cuerpo oscurecidas hacia el ápice (*sensu*, Singh et., al 2004) poseen cornículos cortos, oscuros, con un reborde en el ápice, las patas, provistas de numerosas sedas (Peña, 2017).



Figura 12. Ninfas y adultos jóvenes de *M. sacchari*

Fuente: Cortez, 2017

3.4.9. Ciclo de vida de *Melanaphis sacchari*

El ciclo de vida de los áfidos del género *Melanaphis*, tiene numerosos casos de polimorfismos (*i.e.*, diversidad de aspecto que, en algunas especies, presentan los individuos de una población en el mismo estadio de desarrollo) (Ris Lambers, 1980). Se caracterizan por tener un ciclo heterociclo-holocíclico, (*i.e.* se desarrolla sobre un hospedero primario y otro secundario), que presenta una fase sexual y una partenogenética (Espul & Mansul, 1968).

El ciclo de vida de los áfidos inicia con un pulgón hembra realizando una puesta de huevos que invernán pasando el invierno en estado de latencia, los cuales se localizan en los brotes tiernos y las axilas de las yemas, de un hospedero primario. Con la llegada de la primavera, las ninfas eclosionan y de cada una surge una hembra áptera denominada fundatrix (*i.e.*, hembra adaptada para reproducirse en forma masiva y acelerada asexualmente) (Sawicki, 1979) de la que se originan nuevas hembras partenogenéticas aladas que emigran a un hospedero secundario y se reproducen por dos o tres generaciones durante los meses de verano (Vega et al., 2015).

Los áfidos son partenogenéticos y se reproducen exponencialmente. Las hembras pueden producir de 3 a 10 pulgones por día durante varias semanas (Fuentes-Contreras, 1997). La duración del

desarrollo dependerá de numerosos parámetros, en condiciones óptimas de temperatura y humedad, solo son necesarios de 14-15 días (Luengo, 2016). Dentro de un invernadero la reproducción es esencialmente asexual porque tiene las condiciones de temperatura y humedad óptimas para reproducirse (*sensu*, Delfino, 1983). Durante el verano y la primavera su reproducción es exclusivamente asexual (*i.e.*, la descendencia es un clon de su madre) (*sensu*, Cervantes et., al 2004).

La duración del ciclo de vida de áfido en promedio va de dos semanas hasta 28 días, con nacimientos de aproximadamente 96 ninfas por hembra (Hamid, 1987a; Teetes et al., 1995). El Pulgón amarillo, presenta 4 estadios ninfales, los cuales se desarrollan en aproximadamente 5.4 días.

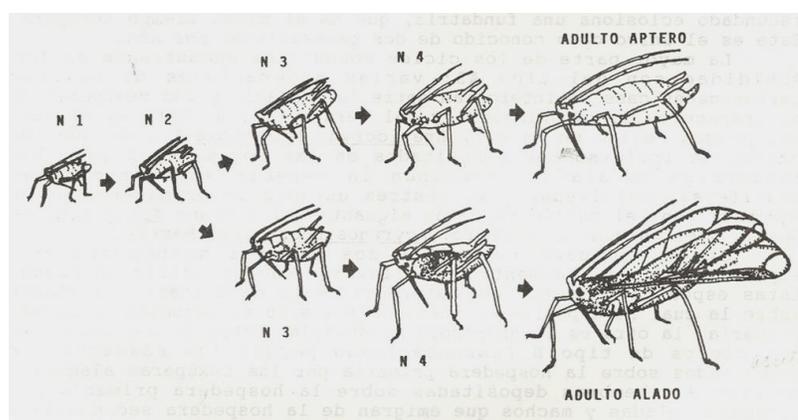


Figura 13. Estadios del pulgón *Melanaphis sacchari*

Fuente: Peña, 2010

En la figura 13, se observan cuatro estadios ninfales y el estado de adulto. Los pulgones adultos generan alas cuando sienten la necesidad de migrar para perpetuar la especie. Los adultos ápteros tienen una longevidad de 11.7 días promedio y pueden dar origen a 46 ninfas/hembra aproximadamente. La forma alada tiene una longevidad promedio de 7.5 días y da origen a 10.6 ninfas/hembra (Gómez-Souza & Díaz, 1999). Según Peña-Martínez et al. (2016) la longevidad de este pulgón alado puede durar de 3 a 4 semanas siendo la temperatura óptima para el desarrollo del áfido a 25 °C

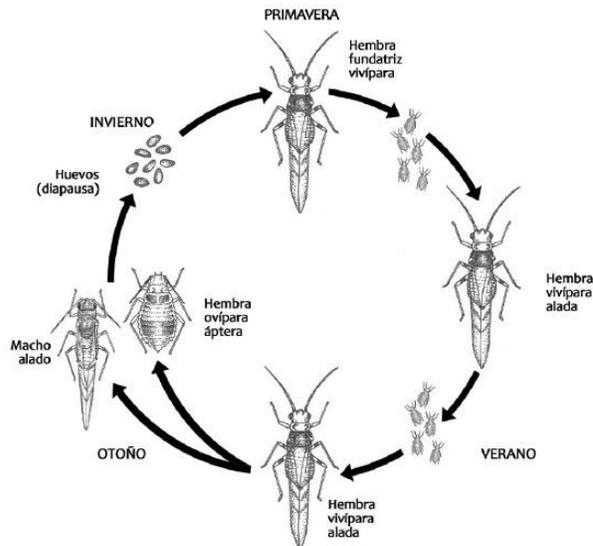


Figura 14. Ciclo biológico del pulgón *Melanaphis sacchari*

Fuente: Cortez, 2017

Como se observa en la figura 14, el ciclo biológico de *Myzus persicae* puede seguir dos rutas: a. Sexual, en la cual la hembra y el macho se aparean posteriormente la hembra hace una puesta de huevecillos que pasan todo el invierno en modo de latencia los cuales eclosionan en verano y nacen hembras fundatrix; b. Asexual, donde las fundatrix se reproduce asexualmente pariendo hembras que se reproducen por partenogénesis (Peña-Martínez et al., 2016; Cortes 2017).

3.4.10. Hospederos del pulgón *M. sacchari*

Melanaphis sacchari, es un hospedero específico del cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare Pers*), existen reportes en México, que indican que este pulgón se ha encontrado atacando a 18 géneros de plantas, de un total de 23 registrados a nivel mundial (Peña-Martínez et al., 2015). Este áfido tiene preferencia por algunos miembros de la familia Poaceae como hospederos primarios entre los cuales se encuentran: de maíz (*Zea mays L.*) sorgo (*Sorghum vulgare Pers*), Alpiste (*Phalaris canariensis L.*) y Maíz dulce (*Zea mays var saccharata*) y algunos pastos (Singh et al., 2004; White et al., 2001).

3.4.11. Daños que ocasiona *M. sacchari*

En el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare Pers*), el pulgón amarillo se alimenta succionando la savia de tejidos vegetales de las hojas, tallos y de los granos desde que están en formación hasta la etapa de llenado, afectando la calidad y el rendimiento del cultivo. *Melanaphis sacchari*, se desarrolla

aceleradamente cuando las temperaturas se encuentran por arriba de los 25 °C (Colares et al., 2015). Este áfido provoca desórdenes fisiológicos como: acoloramiento y marchitamiento de la hoja, disminución del contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, azúcares, clorofila y en el grano disminuye el contenido proteico, minerales, así como contenido de grasas (López-Gutiérrez et al., 2016). Ocasiona daños indirectos, ya que sobre la melaza que es producida por el pulgón se desarrolla el hongo *Capnodium sp.* afectando la capacidad fotosintética de la planta. Existen reportes que indican que *M. sacchari* puede transmitir los virus Sugarcane mosaic virus (SCMV) y Sugarcane yellow leaf virus (ScYLV) (CABI, 2014)

3.4.12. Crecimiento poblacional de *Melanaphis sacchari*

La tasa de crecimiento poblacional de *M. sacchari* es dos veces más alta comparada con las especies de áfidos que atacan comúnmente al sorgo (*Sorghum vulgare* Pers). Existen registros que indican que su densidad poblacional puede alcanzar los 30,000 individuos/planta, en 21 días durante la etapa vegetativa del cultivo (López Gutiérrez et., al, 1897). Estos pulgones presentan una tasa de crecimiento poblacional exponencial de $1x^5$ por lo que la reproducción es considerada como alta (Peña et al., 2016).

3.4.13. Influencia de la temperatura sobre el crecimiento de *Melanaphis sacchari*

La influencia del clima sobre los áfidos puede observarse durante todo el año. Las densidades poblacionales varían en función de las condiciones ambientales y alimenticias (Van Rensburg & Hamburg, 1975). De manera general la temperatura óptima para su desarrollo es de entre 24 °C - 26 °C. Por encima de 30 °C, prácticamente no se reproduce (Hall, 1987). Puede sobrevivir a temperaturas no menores de 6 °C, ya que el áfido se inmoviliza entrando en latencia (Delgado Ramírez et al., 2016)

3.4.14. Concepto de fluctuación poblacional de insectos

Se define 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 (Morales, Cola, Pratissoli & Fabres, 2000).

3.4.15. Antecedentes

Una investigación ejecutada por Singh, Padmaja & Seetharama (2004), sobre biología y manejo del áfido de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari* Zehntner), en sorgo, incluyó la evaluación de líneas de germoplasma resistencia de *S. vulgare*. En la misma se reflejó un menor número de días a la reproducción, mayor mortalidad, menor longevidad, y producción de ninfas, producto de la resistencia genética del cultivo.

Nibouche et al., (2014), estudiaron la diversidad genética en las poblaciones de áfidos de *Melanaphis sacchari* a escala mundial, para lo cual utilizaron 10 marcadores microsatélite para genotipo en 1333 individuos en 15 países. El propósito de la investigación fue evaluar la diversidad genética y la estructuración de las poblaciones de esta especie según el huésped y la localidad. Al final del estudio se concluyó que, entre los áfidos, *M. sacchari* tiene una de las tasas más bajas conocidas de diversidad genética para una distribución geográfica tan amplia.

Un estudio conducido por Colares, Michaud, Bain, & Torres (2015b), sobre el Reclutamiento de artrópodos afidófagos a plantas de sorgo infestadas con *Melanaphis sacchari* y *Schizaphis graminum*. Consistió en monitorear poblaciones de ambos áfidos en un hábitat abierto, plantaciones urbanas, y dentro de un monocultivo de sorgo. Los resultados sugieren que ambas especies de áfidos fueron eliminadas por los enemigos naturales dentro de los 13 días en la primera cohorte poblacional, pero en la segunda, *M. sacchari* alcanzó números más altos que *S. graminum* y sobrevivió una semana más. El control biológico fue exitoso en ambos casos; los áfidos no produjeron generaciones de alados y las plantas no sufrieron daños significativos.

Los autores Colares, Michaud, Bain, & Torres (2015), estudiaron los depredadores de áfidos nativos con altos niveles de precaptación a una nueva presa, *Melanaphis sacchari*. El estudio consistió reproducir *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, *Coleomegilla maculata* DeGeer, *Chrysoperla carnea* Stephens y *Orius insidiosus* Say en tres especies de presas: *Schizaphis graminum* Rondani, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) y *Ephestia Kenniel* Kenniez. Los resultados indican que todos los depredadores estudiados están preadaptados para utilizar el áfido de la caña de azúcar como presa y tienen un excelente potencial para proporcionar un control biológico sostenible de esta plaga.

Se han realizado numerosos estudios enfocados en conocer la biología, diversidad y estructura genética, fluctuación poblacional de *Melanaphis sacchari* a nivel de laboratorio, control químico en campo abierto, capacidad de transmisión de virus, potenciales controladores biológicos, así como recopilaciones teóricas de su ciclo de vida, no obstante, existe escasa información sobre las fluctuaciones poblacionales de *Melanaphis sacchari* sobre sus principales hospederos primarios.

3.5. Marco Referencial

3.5.1. Ubicación geográfica

La empresa Semillas del Campo S.A., o Finca el Valle se ubica en el municipio de Nueva Santa Rosa. Según SEGEPLAN está localizada a una latitud 14°22'50" y longitud 90°17'10". Dista 30 kilómetros de la cabecera departamental y 73 de la ciudad capital. Geográficamente limita, al norte con San Rafael Las Flores, Casillas, Santa Rosa, y Mataquescuintla, Jalapa; al este con Casillas, Santa Rosa; al sur con Cuilapa, Santa Rosa y al oeste con Santa Cruz Naranjo y Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

3.5.2. Vías de comunicación

El acceso principal hacia finca El Valle es por la ruta interamericana CA-1, ingresando por Barberena rumbo sureste, al enlace con la ruta nacional 3-N. La otra vía de acceso es sobre la antigua carretera hacia Amberes Km 16 por la carretera que conduce hacia la granja penal pavón que conduce hacia la aldea de Amberes y conecta con la ruta que lleva a Mataquescuintla (Alvarez, 2018).

3.5.3. Zona de vida y característica climáticas de Finca el Valle

Posee un clima de templado a frío está ubicado en la zona de vida de bosque húmedo sub-tropical templado. La temperatura media de 15 °C a 25 °C. La precipitación anual promedio es de entre 1,500 a 2,500 mm. El municipio presenta topografía variada, cerros bien definidos con altitudes de 700 a 1400 metros sobre el nivel del mar (De la Cruz, 1982).

La investigación fue conducida bajo condiciones de invernadero en la Finca El Valle, las variables climáticas promedio durante la ejecución de la fase de campo fueron: humedad relativa de 91%, radiación de 1222 joules y temperatura entre 18.3 °C - 21.45 °C. Fuera del invernadero la humedad relativa promedio fue de 82%, radiación de 1233 joules y temperaturas que oscilaron entre 20.3 °C – 23.4 °C.

3.6. Objetivos

3.6.1. Objetivo general

Estudiar la fluctuación poblacional del pulgón (*Melanaphis sacchari*) sobre los hospederos sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maiz (*Zea mays* L.), maiz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.), bajo condiciones de invernadero.

3.6.2. Objetivos específicos

- Determinar el crecimiento poblacional de *Melanaphis sacchari* sobre los hospederos sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maiz (*Zea mays* L.), maiz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.).
- Cuantificar el número de colonias de *Melanaphis sacchari* sobre los hospederos sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maiz (*Zea mays* L.), maiz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.).
- Cuantificar el número de individuos de *Melanaphis sacchari* por colonia sobre los hospederos sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maiz (*Zea mays* L.), maiz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.).
- Establecer la distribución porcentual de estadios de *Melanaphis sacchari* en el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), maiz (*Zea mays* L.), maiz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*), y alpiste (*Phalaris canariensis* L.).

3.7. Metodología

3.7.1. Material experimental:

El material experimental que se utilizó para realizar esta investigación se cita a continuación:

a. Pulgón *Melanaphis sacchari*

Esta especie fue considerada por su facilidad de colecta en los alrededores del municipio de Nueva Santa Rosa, así como por sus características de crecimiento exponencial, adaptación a especies de la familia Poaceae y ecobiología en el cultivo de Sorgo (*Sorghum vulgare* Pers). Las densidades poblacionales de esta especie varían en función de las condiciones ambientales de temperatura (*i.e.*, óptimo desarrollo entre 24 °C - 26 °C) y alimenticias (Van Rensburg & Hamburg, 1975; Hall, 1987).

b. Plantas hospederas

Para estudiar las fluctuaciones poblacionales de *Melanaphis sacchari*, se utilizaron cuatro hospederos primarios en concordancia con su predilección por miembros de la familia Poaceae. Se utilizó maíz blanco (*Zea mays* L.), alpiste (*Phalaris canariensis* L.) y maíz dulce (*Zea mays* var *Saccharata*), y sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), en ésta última especie la tasa de crecimiento poblacional de *M. sacchari* es dos veces más alta comparada con las especies de áfidos que lo atacan comúnmente (*sensu*, López Gutiérrez et al., 1897).

3.7.2. Colecta de pulgones *M. sacchari*

Previo a la recolección de pulgones en campo se realizó un estudio teórico del insecto tomando en cuenta las cualidades taxonómicas, morfológicas, formas de reproducción, crecimiento poblacional, formas de las colonias y plantas hospederas. Posteriormente se realizó búsquedas del áfido en diferentes fincas ubicadas en la Aldea Chapas, Nueva Santa Rosa, Aldea Cerro Gordo, Santa Rosa de Lima y Aldea las Minas, Casillas Santa Rosa con ecosistemas de cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare* L.).

Con la ayuda de una lupa se colectó pulgones de la especie *M. sacchari* en plantaciones de sorgo (*Sorghum vulgare* L.). Se tomó hojas infestadas que contenían colonias de aproximadamente 20 pulgones en estadios de ninfa 1, 2, 3 4. El material se trasladó en hieleras conteniendo hielo seco. El material fue introducido dentro de un invernadero en plantas hospederas. Se colectaron 3,200 pulgones, 160 colonias de 20 individuos cada una. Para determinar que el áfido colectado fuera la especie de interés se utilizó como guía una clave taxonómica dicotómica entomológica de la Facultad de Agronomía de la universidad de San Carlos de Guatemala.

3.7.3. Manejo del experimento

3.7.4. Preparación de sustrato y siembra

Se utilizó como sustrato una mezcla de 1.5 kg/suelo y 1.5 kg de fibra de coco con una proporción de 1:1 obteniendo un peso total de 3kg/maceta. Posteriormente se procedió a la siembra de 10gr semilla/maceta distribuidas uniformemente, a una profundidad de 3 centímetros colocando una capa de suelo fina por encima de las semillas. Se utilizó una densidad de 100 plantas por maceta de cada especie (*i.e.*, *Zea mays*, *Sorghum vulgare* Pers, *Phalaris canariensis* L. y *Zea mays* var. *saccharata*).

3.7.5. Inoculación de pulgones *M. sacchari*

La inoculación se llevó a cabo a los ocho días después de la siembra, con las plántulas a una altura de 5 centímetros, se agregaron a cada maceta (*i.e.*, unidad experimental) 10 colonias de *M. sacchari*, cada una de las colonias contenía 20 pulgones, los cuales estaban divididos en diferentes estadios; 5 pulgones de ninfa 1, 5 pulgones de ninfa 2, 5 pulgones de ninfa 3, 5 pulgones de ninfa 4, los cuales fueron específicamente hembras. Previo a la inoculación los pulgones fueron identificados con la ayuda de un estereoscopio. Los pulgones eran trasladados del laboratorio al invernadero en una hoja de *Zea Mays* de 5 centímetros, se colocaban en el suelo de la maceta y posteriormente eran introducidos con pinzas directamente entre el tallo y la hoja en desarrollo de cada hospedero.

3.7.6. Manejo agronómico del experimento

Dada la naturaleza del estudio el único manejo aplicado a las unidades experimentales fue riego y fertilización. La frecuencia de riego fue diaria, aplicando una lámina de 400 centímetros cúbicos por maceta para mantener a capacidad de campo el sustrato. Se aplicó urea granulada incorporándola al suelo después del riego, aplicando 1 gramo por maceta una vez a la semana.

3.7.7. Toma de datos

Se midió la temperatura (°C) y la humedad relativa (% HR) diariamente desde que se inició el estudio hasta finalizar la investigación, los datos se obtuvieron por medio de una estación meteorológica que se ubica dentro del invernadero.

Se realizaron 6 conteos, con una frecuencia semanal, durante la mañana (*i.e.* 7 a.m.). Para dicha actividad se utilizó un cuadrante de 4 cm². En los conteos se determinó la cantidad de estadios de ninfa 1, ninfa 2, ninfa 3, ninfa 4 y adulto por cuadrante, esta medición se realizó en cada una de las macetas (*i.e.*, unidades experimentales), los datos se registraron en una boleta de campo.



Figura 15. Método utilizado para realizar los conteos de pulgón con un cuadrante de 4cm²

3.7.8. Diseño del experimento

3.7.9. Descripción de los Tratamientos y unidades experimentales

El experimento se constituyó de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales. Los tratamientos utilizados se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos bajo estudio

Tratamiento	Código	Descripción
T1	MS	<i>Melanaphis sacchari</i> , en sorgo
T2	MMD	<i>Melanaphis sacchari</i> , en maíz dulce
T3	MM	<i>Melanaphis sacchari</i> , en maíz blanco
T4	MA	<i>Melanaphis sacchari</i> , en alpiste

3.7.10. Diseño experimental

El experimento fue establecido bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y 4 repeticiones.

3.7.11. Unidad experimental

La unidad experimental fue una maceta plástica con dimensiones de 13 cm x 15 cm. Dicha maceta contenía 100 plantas de cada especie de planta bajo estudio. En total se establecieron 16 unidades experimentales distribuidas bajo el diseño experimental completamente al azar en un área de 21 m², dentro de un invernadero.



Figura 16. Unidad experimental

3.7.12. Distribución de las unidades experimentales en campo

Las unidades experimentales se distribuyeron completamente al azar en una cama de forma lineal.

3.8. Resultados y discusión

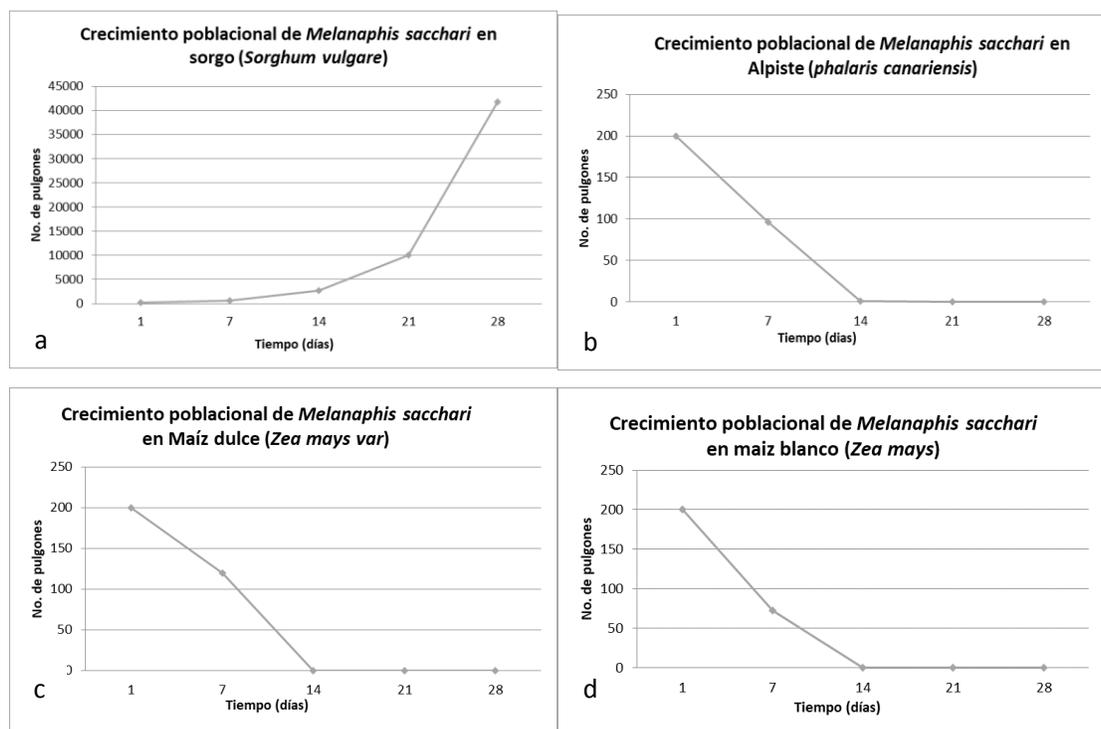
3.8.1. Determinación del crecimiento poblacional de *Melanaphis sacchari*

Como se observa en la figura 17a, el crecimiento poblacional del pulgón *Melanaphis sacchari* en la planta hospedera sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) sigue un patrón de crecimiento exponencial. Cada colonia inoculada fue de 20 individuos; se inició el día 1, con 10 colonias haciendo un total de 200 individuos/maceta, a los 7 días la población de áfidos aumento a 624 individuos/maceta; con una tasa de crecimiento poblacional de $1x^{3.12}$. A los 14 días la población siguió creciendo hasta alcanzar los 2,640 individuos/maceta y una tasa de crecimiento poblacional de $1x^4$. A los 21 días la población fue de 10,032 individuos/maceta, lo cual corresponde a una tasa de crecimiento poblacional de $1x^4$.

A los 28 días la población fue de 41,736 individuos/maceta y una tasa de crecimiento poblacional de $1x^4$. La tasa de crecimiento poblacional obtenida a los 28 días ($1x^4$) es considerada como alta. Según Peña-Martínez et al., (2016), la tasa de reproducción óptima (*i.d.*, crecimiento poblacional) es de $1x^5$, así mismo la temperatura de reproducción idónea es de 25 °C. Bajo las condiciones de manejo del experimento la temperatura osciló entre 18.3 °C - 21.45 °C y la humedad relativa entre 82% - 97.93%

En la figura 17b se observa que la población del pulgón *Melanaphis sacchari* en la planta hospedera alpiste (*Phalaris canariensis* L.), tendió a desaparecer totalmente. La fluctuación de la población se observó durante 28 días. Se inoculó colonias de 20 individuos; se inició el día 1, con 10 colonias haciendo un total de 200 individuos/maceta, a los 7 días la población de áfidos decreció a 286 individuos/maceta, lo que corresponde a una tasa de crecimiento poblacional de $1x^{0.48}$. A los 14 días la población fue de cero individuos. La tasa de reproducción fue disminuyendo gradualmente hasta llegar a cero individuos de *M. sacchari*. Un factor que pudo influir negativamente en la reproducción del áfido en este hospedero es que a los 12 días *P. canariensis* aún no tiene una vaina de la hoja bien desarrollada como para resguardar al áfido, esto en comparación con sorgo *S. vulgare*.

Figura 17.



Crecimiento poblacional de *M. sacchari* en cuatro hospederos

Se estudió la fluctuación poblacional de *Melanaphis sacchari* sobre el hospedero maíz dulce (*Zea mays* var. *Saccharata*), durante 28 días. Como se observa en la figura 17c, la población declino hasta desaparecer por completo. Las inoculaciones de las colonias equivalen a 20 individuos, se inició el día 1, con 10 colonias un total de 200 individuos/maceta, a los 7 días el crecimiento de los áfidos declino a 120 individuos/maceta, con una tasa de crecimiento poblacional de $1x^{0.6}$. A los 14 días la población fue de cero individuos. El crecimiento poblacional pudo ser bajo debido a que el pulgón la tiende a tener predilección por planta de maíz en la etapa fenológica de floración ya que en esta se desarrollan más azúcares que en la etapa vegetativa.

La figura 17d, muestra el crecimiento poblacional del pulgón *Melanaphis sacchari* en la planta hospedera maíz (*Zea mays* L.) el cual fue evaluado durante 28 días. Las inoculaciones de las colonias equivalen a 20 individuos, se inició el día 1, con 10 colonias un total de 200 individuos/maceta. La población de los áfidos declino a 72 individuos/maceta con una tasa de crecimiento poblacional de $1x^{0.36}$ a los 7 días. A los 14 días la población fue de cero individuos. El escaso crecimiento poblacional fue ocasionado por que el pulgón prefiere atacar las planas de maíz en la etapa fenológica de floración ya que se desarrollan más azúcares que en la etapa vegetativa.

3.8.2. Cuantificación el número de colonias de *Melanaphis sacchari* sobre los hospederos

Cada población inicio con una inoculación de 10 colonias por hospedero las cuales equivalen a 20 pulgones por colonia, no obstante, en la figura 18, se observa que el hospedero *S. vulgare* fue el más eficiente ya que a los 28 días se llegaron a observar hasta 80 colonias por planta. Respecto a los demás hospederos: alpiste (*Phalaris canariensis Pers*), maíz dulce (*Zea mays* var *saccharata*) y maíz blanco (*Zea mays* L.) no hubo un incremento en la cantidad de colonias formadas por planta, ya que las poblaciones de *Melanaphis sacchari* a los 14 días fue de cero individuos.

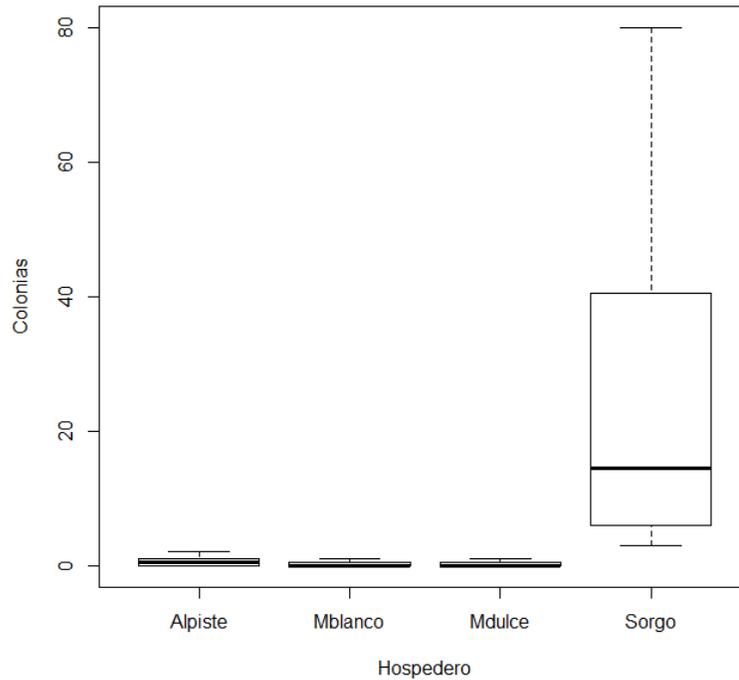


Figura 18. Cantidad de colonias por hospedero

3.8.3. Cuantificación del número de individuos de *Melanaphis sacchari* por colonia sobre los hospederos

Como se muestra en la figura 19, en el transcurso de 28 días se observó en el hospedero alpiste (*Phalaris canariensis* Pers) 5 individuos por colonia. Así mismo a los 7 días se observó en maíz blanco (*Zea mays* L.) 3 individuos por colonia y en el hospedero maíz dulce (*Zea mays* var saccharata), 4 individuos por colonia. En sorgo (*Sorghum vulgare* L.) se observó hasta 21 individuos por colonia, estos resultados sugieren que el hospedero que presenta una fluctuación poblacional estable es *S. vulgare*.

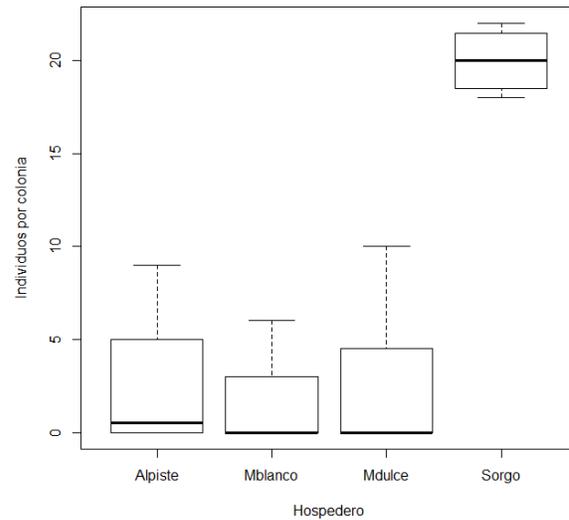


Figura 19. Cantidad de individuos por colonia en cuatro hospederos

3.8.4. Distribución porcentual de estadios de *Melanaphis sacchari* en el cultivo de sorgo.

La distribución porcentual de estadios de *Melanaphis sacchari* se analizó únicamente para el hospedero sorgo (*Sorghum vulgare* L.) ya que es la planta en la cual el pulgón mantuvo una fluctuación poblacional con una tasa de crecimiento poblacional alta, debido a que esta planta tiene una vaina de la hoja bien desarrollada para resguardar al áfido.

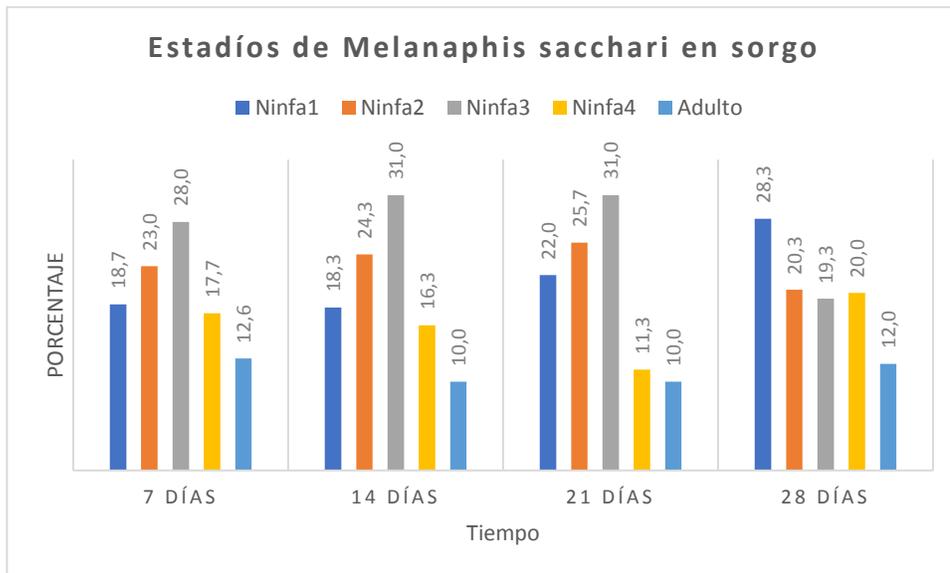


Figura 20. Distribución porcentual de estadios de *M. sacchari* en sorgo

Como se puede observar en la figura 20, a los 7 días después de la inoculación del pulgón *M. sacchari*, del 100% de la población, el 28% de los individuos correspondían al estadio de ninfa 3. A los 14 y 21 días después de la inoculación, el 31% de los individuos se encontraban en el estadio de ninfa 3. A los 28 días después de la inoculación del 100% de la población, un 28.3% pertenecían al estadio de ninfa 1. Esto demuestra que la población mantuvo una reproducción estable con una tasa de crecimiento poblacional alta ($1x^4$) en este cultivo. Únicamente fue descrita la distribución porcentual de estadios en *S. vulgare* debido a que en los hospederos alpiste (*Phalaris canariensis* Pers), maíz blanco (*Zea mays* L.) y maíz dulce (*Zea mays* var *saccharata*), la población declinó por completo a los 14 días.

3.9. Conclusiones

La tasa de crecimiento poblacional de *Melanaphis sacchari* fue más alta sobre el hospedero sorgo (*Sorghum vulgare* L.), en el cual a los 28 días la población ascendió a 41,736 individuos/maceta y una tasa de crecimiento poblacional de $1x^4$. No obstante, sobre los hospederos alpiste (*Phalaris canariensis* Pers), maíz blanco (*Zea mays* var. *Saccharata*) y maíz dulce (*Zea mays* L.) las poblaciones de *M. sacchari* tendieron a cero individuos a los 14 días.

Sobre el hospedero sorgo (*Sorghum vulgare* L.) a los 28 días se llegó a observar hasta 80 colonias por planta. Sin embargo, sobre los hospederos: alpiste (*Phalaris canariensis* Pers), maíz dulce (*Zea mays* var *saccharata*) y maíz blanco (*Zea mays* L.) no hubo un incremento en la cantidad de colonias formadas por planta, ya que las poblaciones de *Melanaphis sacchari* se desaparecieron por completo a los 14 días.

Los resultados sugieren que sobre el hospedero sorgo (*Sorghum vulgare* L.) se presenta una fluctuación poblacional estable de *Melanaphis sacchari*, ya que se registró hasta 21 individuos por colonia. Durante 7 días se observó sobre el hospedero alpiste (*Phalaris canariensis* Pers) 5 individuos por colonia, así mismo en maíz dulce (*Zea mays* var *saccharata*), 4 individuos por colonia y en maíz blanco (*Zea mays* L.) 3 individuos por colonia.

Los resultados obtenidos demuestran que la población de *Melanaphis sacchari* mantuvo una tasa de reproducción estable en el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* L.) ya que durante la ejecución del estudio del 100% de la población, la mayoría de los individuos se encontraban en el estadio ninfal 3, siendo así: el 28% (7 días) y el 31% (14 y 21 días) de los individuos se encontraban en el estadio de ninfa 3. A los 28 días después de la inoculación del 100% de la población, un 28.3% correspondían al estadio de ninfa 1.

3.10. Recomendaciones

Derivado de los resultados de esta investigación donde fueron utilizados 4 miembros de la familia Poaceae como hospedero de *Melanaphis sacchari*, y cuyos resultados sugieren que el hospedero *Sorghum vulgare* manifiesta una fluctuación poblacional estable se recomienda también evaluar la capacidad hospedante del pasto Johnson (*Sorghum halepense* L.), ya que anatómicamente es similar a *S. vulgare*, o bien otros miembros de la familia Poacea de abundancia relativa en la región de Finca El Valle.

3.11. Bibliografía

- Abdalla, O. A., Desjardins, P. R., & Dodds, J. A. (1991). Identification, disease incidence, and distribution of viruses infecting peppers in California. *Plant disease*, 75(10), 1019-1023
- Anacafe. (2017). ANACAFE.ORG. elaborado el 05 de mayo del 2018 disponible en https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_maiz
- Andorno A.V. Botto E.N. La Rossa F.R. y MöhleR. (2014). Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas. Argentina: INTA.
- Andorno, A. V. (Noviembre de 2012). Evaluación del sistema planta hospedera-huésped alternativo como estrategia para el control biológico de pulgones (Hemiptera: Aphididae) en sistemas de producción hortícola en cultivos protegidos. Buenos Aires, Argentina: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires.
- Alvarez, A. L. (2018). □ Propuesta de plan de aprovechamiento de aguas residuales de planta empacadora, empresa Semillas del Campo, S.A., diagnóstico y servicios realizados en empresa Semillas del Campo, S.A., Municipio de Nueva Santa Rosa, Departamento de Santa Rosa, Guatemala. Guatemala: Usac.

- Arturo, D. (2012). pulgones clave para identificar las formas apteras que atacan a los cereales. Argentina, Argentina : RIAN red informacion agropecuaria Nacional.
- BANGUAT. Elaborado el (11 de Abril de 2018). Banco de Guatemala. Obtenido de <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=3977&lang=1&aud=1>
- BAYER. Elaborado el (25 de junio de 2017). Crop sciense. disponible en <http://www.cropscience.bayer.cl/soluciones/fichaproblema.asp?id=1092>
- Blackman y Eastop 2018. (s.f.). aphidNet.org. elaborado el 7 de agosto del 2018 de http://www.aphidsonworldsplants.info/Cloning_Experts_3.htm
- Blackman, r. L. Y v. F. Eastop. (1985). Aphids on the world´s crops. An identification guide. John Wiley y Sons. Chichester. Ecological Entomology.
- Blackman, RL (1971). Variación en la respuesta fotoperiódica dentro de poblaciones naturales de *Myzus persicae* (Sulz.). Boletín de Investigaciones Entomológicas, 60 (4), 533-546.
- Bass, C., Puinean, A. M., Zimmer, C. T., Denholm, I., Field, L. M., Foster, S. P., ... Williamson, M. S. (2014). The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 51, 41–51.
- CABI. 2014. Crops Protection Compendium. Data Sheet for: *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Consultado en línea en junio de 2014 disponible en: <http://www.cabi.org/isc/datashet/26757>
- Castle, S. J. (1993). Rates of growth and increase of *Myzus persicae* on virus infected potatoes according to type of virus-vector relationship. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 69 (1): 51-57.
- Cibiogem. (2014). conacyt.gob. elaborado el 06 de junio del 2018 Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>
- Colares, F., Michaud, J. P., Bain, C. L., & Torres, J. B. (2015a). Indigenous aphid predators show high levels of preadaptation to a novel prey, *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 108(6), 2546-2555.

- Colares, F., Michaud, J. P., Bain, C. L., & Torres, J. B. (2015b). Recruitment of aphidophagous arthropods to sorghum plants infested with *Melanaphis sacchari* and *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae). *Biological Control*, 90, 16-24.
- CropLife latin america. elaborado el (11 de Junio de 2016). disponible en <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/239-pulgon-de-la-espiga>
- Castle, S. J. (1993). Rates of growth and increase of *Myzus persicae* on virus infected potatoes according to type of virus-vector relationship. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 69 (1): 51-57.
- De la Cruz, R. (1982). Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR, 42.
- Delfino, M. A. 1983. Reconocimiento de los pulgones (Homoptera: Aphididae) frecuentes en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la República Argentina. *Revista de Investigación del CIRPON* 1(3):123-134
- Devonshire, A. L., & Moores, G. D. (1982). A carboxylesterase with broad substrate specificity causes organophosphorus, carbamate and pyrethroid resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 18(2), 235-246.
- Devonshire, AL, Field, LM, Foster, SP, Moores, GD, Williamson, MS y Blackman, RL (1998). Evolución de la resistencia a los insecticidas en el áfido melocotón-papa, *Myzus persicae*. *Transacciones filosóficas de la Royal Society de Londres. Serie B: Ciencias Biológicas* , 353 (1376), 1677-1684.
- Delgado-Ramírez, C. S., Salas-Araiza, M. D., Martínez-Jaime, O. A., Díaz-García, J. A., Guzmán-Mendoza, R., & Salazar-Solís, E. (2016). Consumo de *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) por *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) y *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Entomol. Mex.*, 3, 369-374
- Doniseti M, Rodrigues N, Filho C, Adaime R, Busoli AC. Longevidade e parâmetros reprodutivos de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. *Ciencia Rural*. 2005;35(4):789-793.

- Duarte, L., Ceballos, M., Baños, H. L., Sánchez, A., Miranda, I., & Martínez, M. D. L. A. (2011). Biología y tabla de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio. *Revista de Protección Vegetal*, 26(1), 1-4.
- Duarte, Ceballos, Baños, Sánchez, Miranda y Martínez. (2011). Biología y tabla de vida de *Myzus persicae* (Sulzer)(Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio. *Scielo.cl* , 26(1), 1-4.e. (s.f.). redalyc .
- FAO. (2017). *Morfología del -maiz Tropical*. Guatemala.
- Fuentes-Contreras, E. D. (1997). Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphidoidea) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* , 70, 531-542.
- Foster, S. P., Denholm, I., & Devonshire, A. L. (2000). The ups and downs of insecticide resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*) in the UK. *Crop Protection*, 19(8-10), 873-879.
- Gómez –Souza, J; Díaz, J. 1999. Aspectos biológicos de *Melanaphis sacchari* (Zehnt.) (Homoptera, Aphididae). *Centro Agrícola*, Año 26, No. 3
- Hall, D. G. (1987). The sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), in Florida. *Journal of the American Society of Sugarcane Technologists*, 7, 26-29.
- Hincapié, V., Ospina, Z., Bustillo, P., & Saldarriaga, V. (1990). Evaluación del entomopatógeno *Verticillium lecanii* en el control de áfidos *Myzus persicae* en crisantemos. *Revista Colombiana de Entomología*, 16(2), 21-27p.
- INIA, I. d. elaborado el (7 de 11 de 2017). *Los Pulgones* . Chile: Ministerio de Agricultura Chile.
- Irshad, M. (2001). Aphids and their biological control in Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(5), 537-541.
- López M. and Fernández M, 1999. Biology of *Melanaphis sacchari* (Z) in sugar cane II-life cycle, survival curve and populations parameters (biología de *Melanaphis sacchari* (Z) en caña de azúcar II-ciclo de vida, curva de supervivencia y parámetros poblacionales). *Revista de Protección Vegetal*, 14(3):155-159.

- La Rossa, F. R., Vasicek, A., & López, M. C. (2013). Effects of pepper (*Capsicum annuum*) cultivars on the biology and life table parameters of *Myzus persicae* (Sulz.)(Hemiptera: Aphididae). *Neotropical entomology*, 42(6), 634-641.
- MAGA. (11 de Abril de 2018). El agro en cifras. Guatemala , Guatemala: Planeamiento del Ministerio de Agricultura Ganaderia y Alimentacion .
- MAGA. (marzo de 2007). Guia tecnica del sorgo. El Salvador, La Libertad: primera edicion.
- Morales, N. E., Cola Zanuncio, J., Pratisoli, D., & Fabres, A. S. (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.
- Moran, N. (1992). The evolution of aphid life cycles. *Annual Review Entomology*.
- Moreno, C. (22 de Marzo de 2018). Perdidas Economicas por daño del pulgón en el chile pimiento . (R. Rojas, Entrevistador)
- Moreno, C. (22 de Marzo de 2018). Pérdidas economicas por daño del pulgón en el chile pimiento . (R. Rojas, Entrevistador)
- Nibouche, S., Fartek, B., Mississippi, S., Delatte, H., Reynaud, B., & Costet, L. (2014). Low genetic diversity in *Melanaphis sacchari* aphid populations at the worldwide scale. *PLoS One*, 9(8), e106067
- Parodi, L. (1959). forrajes para regiones calidas. En *Enciclopedia Argentina de agricultura y ganaderia* (pág. 173). Argentina: acme S.A.C.I.
- Peña, A. L. (2017). Guía ilustrada para la identificación de los pulgones (Hemiptera:Aphididae) de cereales en México. *researchgate.* , 35-36.
- Quiroz, E., Larraín, S., & Sepúlveda, R. (2005). Abundancia estacional de insectos vectores de virosis en dos ecosistemas de pimiento (*Capsicum annum* L.) de la región de Coquimbo, Chile. *Agricultura Técnica*, 65(1), 3-19.
- Redalyc. (2009). El cultivo del maíz su origen y clasificación. *redalyc* , 113-120.
- Rensburg NJV, 1973. Notes on the occurrence and biology of the sorghum aphid in South Africa. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 36(92):293-298.

- Ricci, E., La Rossa, F., & Vasicek, A. (2000). Demografía del " pulgón verde del duraznero" *Myzus persicae* (Sulzer)(Homoptera: Aphidoidea) sobre pimiento (*Capsicum annum*) en condiciones de laboratorio.
- Roger Blackman y Vic Eastop. (s.f.). aphidNet.org. elaborado el 14 de septiembre del 2018 disponible en http://www.aphidsonworldsplants.info/Cloning_Experts_3.htm
- SAGARPA. (julio de 2018). El Cultivo del Trigo . Mexico.
- Sary., P. (1975). *Aphidius colemani* Viereck: its taxonomy, distribution and host range (Hymenoptera, Aphidiidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*.
- Syngenta. (2018). Syngenta España. Elaborado el 7 de abril de 2018, disponible en <https://www.syngenta.es/cultivos/pimiento/plagas>
- Setokuchi O, 1979. Damage to forage sorghum by *Longiunguis sacchari* (Zennther) (Aphididae). *Proceeding of the Association of Plant Protection of Kyushu*,
- SIAP. 2014. Anuarios de producción agrícola 2012. Servicio d Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultada en línea en Junio 2014: <http://siap.sagarpa.gob.mx>.
- SEGEPLAN. (11 de Abril de 2018). Plan de Desarrollo Nueva, Santa Rosa, Santa Rosa. Guatemala, Guatemala: Secretaria de Planificacion y Programacion de la Presidencia.
- Sepúlveda, P., Larraín, P., Quiroz, C., Rebufel, P., & Graña, F. (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.
- Singh, B. U., Padmaja, P. G., & Seetharama, N. (2004). Biology and management of the sugar cane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner)(Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. *Crop Protection*, 23(9), 739-755.
- Singh, R., Upadhyay, B. S., Singh, D., & Chaudhary, H. C. (1999). Aphids (Homoptera: Aphididae) and their parasitoids in north-eastern Uttar Pradesh. *J. Aphidol*, 13, 49-62.
- Tapia, D. H., Troncoso, A. J., Vargas, R. R., Olivares-Donoso, R., & Niemeyer, H. M. (2008). Experimental evidence for competitive exclusion of *Myzus persicae nicotianae* by *Myzus*

- persicae* (Hemiptera: Aphididae) on sweet pepper, *Capsicum annuum* (Solanaceae). *European Journal of Entomology*, 105(4).
- Teetes GL, Manthe CS, Peterson GC, Leuschner K, Pendleton BB, 1995. Sorghum resistant to the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Homoptera: Aphididae), in Botswana and Zimbabwe. *Insect Science and its Applications*, 16(1):63-71.
- Van Rensburg, N. J., & Hamburg, H. V. (1975). Grain sorghum pests: an integrated control approach. In *Entomological Society of Southern Africa: Proceedings of the First Congress of the Entomological Society of Southern Africa, 1974 Stellenbosch.* (pp. 151-162). Entomological Society of Southern Africa.
- Vasicek, A., La Rossa, F., Paglioni, A., & Fostel, L. (2003). Incremento poblacional de *Myzus persicae* (Sulzer) sobre tres crucíferas hortícolas en laboratorio. *Agricultura Técnica*, 63(1), 10-14.
- Van Emden, H. F., Eastop, V. F., Hughes, R. D., & Way, M. J. (1969). The ecology of *Myzus persicae*. *Annual review of Entomology*, 14(1), 197-270
- White, W. H., Reagan, T. E., & Hall, D. G. (2001). *Melanaphis sacchari* (Homoptera: Aphididae), a sugarcane pest new to Louisiana. *Florida Entomologist*, 84(3), 435-436.
- Yudin, L. S., Cho, J. J., & Mitchell, W. C. (1986). Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), with special reference to *Leucaena glauca*. *Environmental Entomology*, 15(6), 1292-1295.
- Zuñiga, S. E. (15 de abril de 1986). Control biológico de los afidos (Homoptera: Aphididae) de los cereales en Chile. 2. Obtencion, introduccion y cuarentena de depredadores y parasitoides. Guatemala.

3.12. Anexos



Anexo 11. Transporte de *Melanaphis sacchari* de laboratorio a campo con una hoja de Zea Mays



Anexo 12. Plantas con infestación de pulgones



Anexo 13. *Melanaphis sacchari* en sorgo, una semana después de la inoculación



Anexo 14. *Melanaphis sacchari* en maíz blanco una semana después de la inoculación



Anexo 15. *Melanaphis sacchari* en maíz dulce, una semana después de la inoculación



Anexo 16. *Melanaphis sacchari* en alpiste



Anexo 17. Conteo de pulgones