

Prácticas de Monitoreo, Control Biológico y Manejo Integral de plagas en el Jardín Botánico de la ciudad de Denver, Colorado, USA.



Periodo de práctica: Junio a Septiembre 2017

Estudiante: Lucas Hernán Vignera

Tecnicatura en Viveros

Tutora de la UNRN: Ing. Agr. Martha Riat

Co-tutora de la UNRN: Lic. Paola Pizzingrilli

Responsables del Jardín Botánico: Dr. Sarada Krishnan, Katy Wiczorek y Mike Kintgen.

Profesor Práctica Laboral: Ing. Ariel Mazzoni

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Marcela Ferreyra, Martha Riat, Gustavo Sanchez y a todo el equipo docente que hizo posible esta experiencia gracias a su compromiso y dedicación con la Universidad Nacional de Río Negro y sus estudiantes; por haberme transmitido su pasión por la botánica, y principalmente por haber confiado en mí para ser parte de este intercambio académico y cultural.

Además quiero agradecer a mis profesoras y tutoras Martha Riat y Paola Pizzingrilli, por guiarme en todo momento y brindarme su atención, sus conocimientos y las herramientas que fueron imprescindibles para la elaboración de este trabajo.

A Irene, por su compañía incondicional y por enseñarme a apreciar la belleza en las plantas.

Y a mis padres Mirta y Gustavo, por motivarme y apoyarme para que pueda cumplir mis sueños.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. DBG, ACTIVIDADES Y MARCO GENERAL	8
2. OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVOS GENERALES	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. PRIMER OBJETIVO, LA IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS	13
3.1. MARCO TEÓRICO	13
3.2. ACTIVIDADES DE TRABAJO	17
3.2.1. INSPECCIONES Y MONITOREO A CAMPO	18
3.2.2. USO DE TRAMPAS CROMÁTICAS	19
3.3. RESULTADOS, OBSERVACIONES Y DISCUSIÓN	20
3.3.1. INSPECCIONES Y MONITOREOS A CAMPO	20
3.3.1.1. DAÑOS GENERADOS POR TRIPS	20
3.3.1.2. DAÑOS GENERADOS POR ARAÑUELA	21
3.3.1.3. PRESENCIA DE OTROS INSECTOS	22
3.3.2. DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS MEDIANTE TRAMPAS	25
3.3.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS	28
3.3.3.1. TRIPS	28
3.3.3.2. FUNGUS GNAT	29

3.3.3.3. MOSCA BLANCA	29
3.3.3.4. PULGÓN	29
4. SEGUNDO OBJETIVO, CONTROL BIOLÓGICO	30
4.1. MARCO TEÓRICO	30
4.2. ACTIVIDADES DE CONTROL BIOLÓGICO	33
4.2.1. SELECCIÓN DE LOS CONTROLADORES	33
4.2.1.1. BIO CONTROLADORES DE TRIPS	36
4.2.1.2. BIO CONTROLADORES DE FUNGUS GNAT	36
4.2.1.3. BIO CONTROLADORES DE MOSCA BLANCA	36
4.2.1.4. BIO CONTROLADORES DE PULGÓN	36
4.2.2. APLICACIÓN DE LOS CONTROLADORES	37
4.2.2.1. <i>Orius insidiosus</i>	37
4.2.2.2. <i>Chrysoperla rufilabris</i>	38
4.2.2.3. <i>Aphidius colemani</i> , <i>Aphidius ervi</i> , <i>Aphelinus abdominalis</i>	40
4.2.2.4. <i>Aphidoletes aphidimyza</i>	41
4.2.2.5. <i>Encarsia formosa</i> , <i>Eretmocerus eremicus</i>	43
4.2.2.6. <i>Steinernema felitae</i>	47
4.3. RESULTADOS Y OBSERVACIONES	50
4.3.1. APLICACIÓN DE PRODUCTOS CON DEPREDADORES: ORIUSforce y CHRYSOforce	50
4.3.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO ACE mix CON ESPECIES PARASITOIDES	51

4.3.3. OTROS RESULTADOS.	53
5. CONCLUSIONES	53
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital del Jardín Botánico de Denver ubicado en York st.	11
Figura 2. Zonas de invernaderos y sus inmediaciones en Denver Botanic Gardens.	11
Figura 3. Sanitización de mesada de trabajo, cara interna de los invernaderos.	12
Figura 4. Katy Wieczorek analiza biocontroladores, cara interna de los invernaderos.	12
Figura 5. Estructura piramidal del manejo integral de plagas.	16
Figura 6. Pizarra con imágenes de referencia de insectos habitualmente presentes en los invernaderos.	18
Figura 7. <i>Heuchera</i> sp. presenta puntos cloróticos en hojas.	20
Figura 8. <i>Frankliniella occidentalis</i> en <i>Heuchera</i> sp.	21
Figura 9. Puntos cloróticos pequeños en hoja.	22
Figura 10. <i>Tetranychus urticae</i> , adultos y huevos en envés de hoja.	22
Figura 11. Otros insectos encontrados a simple vista.	23
Figura 12. Esquema del ciclo biológico de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i> .	24
Figura 13. Estadios de <i>Bemisia tabaci</i> .	25
Tabla 1. Insectos encontrados en 4 trampas cromáticas.	27
Figura 14. Insectos encontrados en trampa cromática.	28
Figura 15. Información de los insectos controladores en el catálogo de Rincon-Vitova.	34
Figura 16. Diferentes presentaciones de los productos en catálogo Rincon-Vitova.	34
Tabla 2. Productos que contienen controladores biológicos.	35
Figura 17. Aplicación de <i>Orius insidiosus</i> en invernadero DBG.	38

Figura 18. Aplicación de <i>Chrysoperla rufilabris</i> .	39
Figura 19. Aplicación de Aphiline ACE mix.	41
Figura 20. Bandeja de <i>Aphidoletes aphidimyza</i> con adultos, lista para comenzar aplicación.	42
Figura 21. Ciclo de vida de <i>Encarsia formosa</i> cuando parasita a mosca blanca.	44
Figura 22. Avispas parásitas recibidas por correo, en packaging original.	45
Figura 23. Cuarenta blisters de doscientas cincuenta pupas cada uno	45
Figura 24. Aplicación de <i>Encarsia formosa</i> y <i>Eretmocerus erermicus</i> (1).	46
Figura 25. Aplicación de <i>Encarsia formosa</i> y <i>Eretmocerus erermicus</i> (2).	46
Figura 26. Aplicación de <i>Encarsia formosa</i> y <i>Eretmocerus erermicus</i> (3).	47
Figura 27. Nemátodos vivos observados en microscopio óptico con aumento 40x.	49
Figura 28. Aplicación de Nemasys.	49
Figura 29. <i>Orius insidiosus</i> saliendo libremente del contenedor.	50
Figura 30. <i>Chrysoperla rufilabris</i> depredando <i>Myzus persicae</i> .	51
Figura 31. Pulgón parasitado con <i>Aphelinus abdominalis</i> .	52
Figura 32. Restos de pulgón parasitado, con orificio abdominal.	52

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2016, la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) se presentó a una convocatoria de proyectos para realizar experiencias de intercambio entre universidades de Argentina y Estados Unidos. La carrera Tecnicatura en Viveros (TEVI) fue seleccionada entre otras veinte propuestas por el fondo de innovación 100.000 Strong in the Americas, con el objetivo de realizar un programa de intercambio con Denver Botanic Gardens (DBG) y Colorado State University (CSU). Gracias a este acuerdo, los estudiantes Ramiro Nahuel Lincan, Irene Edwards y Lucas Vignera, viajaron en Junio del 2017 a la ciudad de Denver, Colorado en Estados Unidos.

Durante la experiencia en Denver, se realizaron actividades de monitoreo en viveros productores de la zona, acompañando a personal de United States Department of Agriculture (USDA), para observar cómo desarrollan sus tareas diarias los inspectores, evaluando los niveles de sanidad y el cumplimiento de la reglamentación vigente.

Por otra parte, se visitó la sede de extensión de la Universidad de Colorado en el condado de Jefferson, donde se pudo observar la dinámica de funcionamiento de la sede y su vínculo con la comunidad. Allí la Universidad de Colorado recibe consultas y problemas de los habitantes del condado relativos a la sanidad vegetal de sus jardines o cultivos y se les ofrece asesoramiento. Éste lugar cuenta con un jardín experimental y un laboratorio, donde se pudo participar y observar cómo se procede a la recolección de muestras, su clasificación y su análisis.

Por último, algunas de las actividades realizadas en DBG junto al equipo de voluntarios y empleados del jardín, incluyeron propagación agámica, preparación de sustratos, recolección, clasificación y acondicionamiento de semillas, siembra en almácigos, además de participar en tareas de micropropagación bajo la coordinación de Sarada Krishnan, directora del departamento de Horticultura y registro de plantas de DBG. En este último contexto se focalizó el trabajo que se informa, relacionado con el manejo integrado de plagas en los invernaderos del jardín botánico.

1.1. DBG, ACTIVIDADES Y MARCO GENERAL

Denver Botanic Gardens es una organización radicada en el estado de Colorado en Estados Unidos, que desarrolla sus actividades principalmente en dos ubicaciones. Una de ellas es en el parque estatal Chatfield, en la ciudad de Littleton, donde se realizan actividades de granja, cultivos a campo además de actividades educativas y recreativas. La otra locación es en la calle York, en pleno centro de la ciudad de Denver. Allí se encuentra instalada la sede central del Jardín Botánico (DBG), y los invernaderos donde se desarrollaron las actividades correspondientes a este trabajo.

DBG cuenta con varios departamentos que se encargan de su funcionamiento diario. Algunos de los más importantes son: Cuentas; Administración & CEO; Publicidad; Desarrollo; Educación; Exposiciones, Arte e Interpretación; Biblioteca Helen Fowler; Horticultura y registro de plantas; Marketing y responsabilidad social; Servicios de membresía; Jardín Infantil Mordecai; Identificación de plantas y colecciones vivas; Eventos privados; Relaciones públicas; Investigación y Conservación; Escuela de Ilustración Botánica; Tiendas comerciales; Eventos especiales; Excursiones; Voluntariado.

La principal misión de DBG es conectar a las personas con las plantas, especialmente de la región de las montañas Rocosas pero también del resto del mundo. Para eso el lugar cuenta con diversos sectores llamados *Living Collections* (Colecciones vivas), clasificados de la siguiente manera: Alpinas, Amenidad, Acuáticas, Cactus y Suculentas, Nativas, Estepa y Tropicales. Cada uno de estos sectores cuenta con un grupo de trabajo que se encarga de su mantenimiento y que responden al departamento Identificación de plantas y colecciones vivas.

Por otra parte, el departamento de Horticultura se encarga de la propagación de la mayoría de las especies del jardín botánico, su producción tiene un fin principalmente ornamental, ya sea para la plantación en las colecciones vivas o para abastecer ferias y eventos propios de la organización. En todos los casos se busca un cultivo saludable, que pueda alcanzar el máximo nivel de expresión para ser contemplado por el público, tanto con fines educativos como recreativos. Siempre se mantiene como eje principal el cuidado y la preservación del ambiente desde sus cuatro valores fundamentales: la transformación, la pertinencia, la diversidad y la sostenibilidad.

Como se observa en la figura 1, DBG cuenta con una superficie de casi 10 hectáreas donde se pueden encontrar diversas zonas de vegetación, agrupada por afinidad de condiciones de acuerdo a su ubicación geográfica natural. Además, dentro del mismo se encuentran algunos edificios con fines educativos y una zona de esparcimiento donde se realizan conciertos, entre otras actividades. En una superficie total de 1500 m², se disponen los invernáculos en batería. Cada uno de ellos es independiente, y sólo comparten una pared entre sí. Allí cada invernadero es manejado por los trabajadores del sector correspondiente. Entre ellos hay invernaderos exclusivos de plantas tropicales, otro de orquídeas (departamento identificación de plantas y

colecciones vivas) y finalmente dos dedicados a la producción (departamento horticultura y registro de plantas), donde se realizaron la mayor parte de las actividades.

Como se puede observar en la figura 2, por un lateral (rosa) se encuentra el área de trabajo con un acceso independiente, este sector no es visible por los visitantes, los cuales transitan por el sector coloreado con verde y tienen visibilidad hacia el interior de algunos de los invernaderos. En la zona de trabajo, figura 3 y 4, se realizan distintas tareas con plantas, semillas, sustratos. Además de espacios de trabajo en común, en este sector hay una sala con productos fitosanitarios, una sala de almacenamiento de semillas con lupas y un laboratorio de micropropagación.

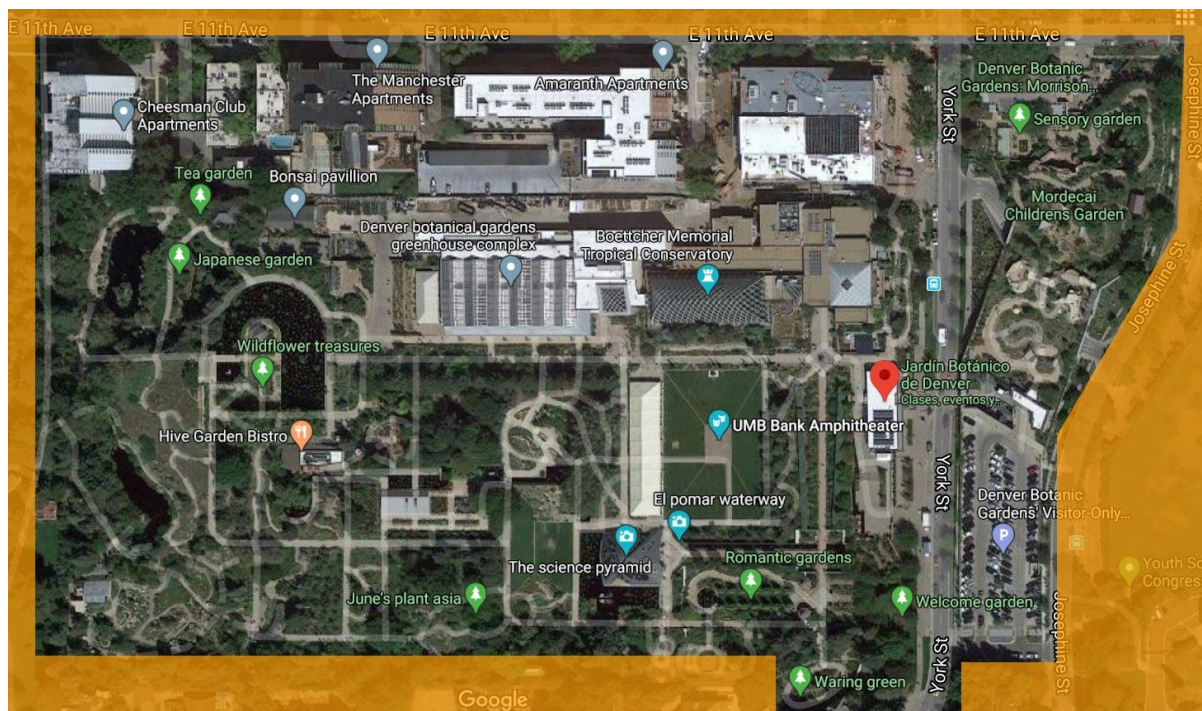


Figura 1. Imagen satelital del Jardín Botánico de Denver ubicado en York st.

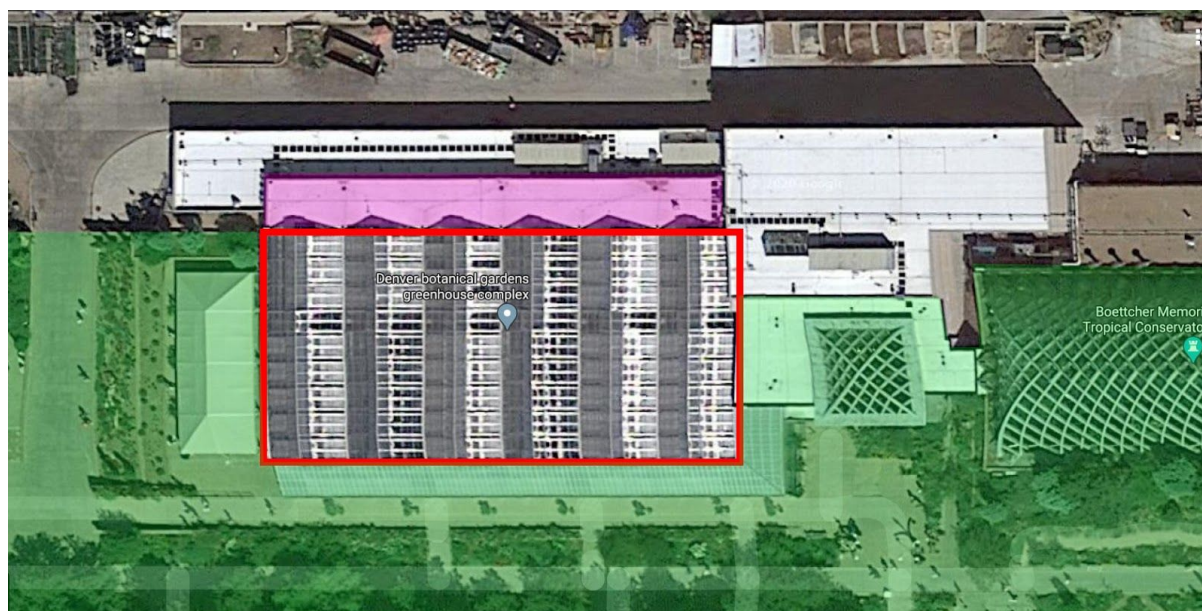


Figura 2. Zonas de invernaderos y sus inmediaciones en Denver Botanic Gardens. En verde: zona pública. En rosa: zona de trabajo, sólo acceso al personal. En cuadro rojo: invernaderos.



Figura 3. Sanitización de mesada de trabajo, debajo se encuentran cajones con sustratos, al frente está la cara interna de los invernaderos.



Figura 4. Katy Wieczorek observando controladores biológicos recién llegados a DBG. Se observa detrás la cara interna de los invernaderos.

1. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GENERALES

- Conocer las principales características del Jardín Botánico de Denver, los principales mecanismos de funcionamiento de los viveros y su manejo integral de plagas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Obtener experiencia en la identificación y diferenciación de plagas existentes utilizando las consignas de trabajo de los técnicos de DBG.
2. Adquirir conocimientos sobre técnicas de control biológico participando y ejecutando las prácticas que se realizan dentro de DBG.

3. PRIMER OBJETIVO, LA IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS

3.1. MARCO TEÓRICO

Los cultivos tienen requerimientos ambientales específicos para cumplir su ciclo de manera exitosa. Pero además se debe cumplir con ciertas exigencias sanitarias, ya que esto influye directamente en el rendimiento de las plantas. En el caso del Jardín Botánico de Denver, las políticas de manejo de cultivos se fueron orientando hacia un sistema agroecológico, en el contexto de la tendencia mundial de reducción de impacto ambiental. Esto se ve potenciado por

el cuidado de la salud de la gran cantidad de trabajadores, voluntarios y visitantes, que transitan y están en contacto directo diariamente con las plantas del lugar.

En algunos casos, los sistemas de producción convencionales consisten en monocultivos en los que cualquier elemento limitante es considerado la causa del problema y se lo trata de forma directa para corregir. Son altamente dependientes a insumos externos, debido a que se basan en la utilización de productos agroquímicos.

La necesidad de subsidiar energéticamente a los monocultivos requiere de incrementos en el uso de plaguicidas y fertilizantes, pero la eficiencia del uso de estos insumos aplicados es decreciente. Los rendimientos en la mayoría de los cultivos importantes se están estancando. En algunos lugares, los rendimientos están de hecho decreciendo. Por el contrario, los sistemas agroecológicos mantienen una mirada más sistémica y holística, cuyo objetivo es principalmente el equilibrio de todos los factores basándose en la diversidad y en procesos naturales que optimizan sinergias. La agroecología busca reducir progresivamente la utilización de agroquímicos, para disminuir tanto los costos del productor, como también el impacto ambiental. (Altieri y Nicholls, 2000)

De acuerdo con Altieri y Nicholls (2000): El manejo agroecológico de plagas consiste en la utilización de técnicas de manejo que apuntan a restaurar el equilibrio biológico con base en la diversidad intra e interespecífica de plantas y con la estimulación de enemigos naturales (depredadores, parásitos y antagonistas). (p 87)

Como se observa en la figura 5, el manejo integral de plagas (MIP) se puede definir como una estructura piramidal cuya base sólida está representada por las prácticas agronómicas, también llamadas tareas culturales. Estas actividades se desarrollan en el marco de una etapa preventiva. Las mismas incluyen rotación de cultivos, uso de variedades adecuadas para la zona geográfica, selección de cultivares resistentes o tolerantes, utilización de semillas estandarizadas, asociación de cultivos, aplicación de fertilización e irrigación equilibrada, medidas de higiene para evitar la propagación de organismos nocivos y protección de organismos benéficos. En el segundo escalón de la pirámide, o segunda etapa, se encuentran los sistemas de alerta, previsión, seguimiento y diagnóstico anticipado con el propósito de estimar los riesgos y optimizar el uso de las medidas de control. Para el funcionamiento correcto de esta etapa es fundamental la observación y el monitoreo continuo. Finalmente, se puede observar que la punta de la pirámide está conformada por tres escalones dedicados a la aplicación de algún producto. Cuando se justifica una intervención, los métodos físicos, mecánicos y naturales deben ser preferidos. Luego se considera la utilización de métodos de control biológico sostenibles y por último la aplicación de pesticidas químicos de origen sintético, con el objetivo de minimizar el riesgo para el medio ambiente (International Organisation for Biological Control [IOBC], 2015).



Figura 5. Estructura piramidal del manejo integral de plagas. International Organisation for Biological Control (2015).

3.2. ACTIVIDADES DE TRABAJO

Según Wieczorek Katy, *Senior Horticulturist*, encargada del área de propagación y producción del departamento de Horticultura y registro de plantas en DBG; el jardín botánico ha orientado su política entorno al concepto agroecológico, adoptando el manejo integral de plagas desde el momento en que ella ocupó su cargo. Anteriormente, se utilizaban principalmente soluciones químicas para resolver problemas fitosanitarios de los cultivos. Algunas de las actividades bajo la coordinación de Wieczorek K., basadas en la etapa de observación del MIP, son los monitoreos diarios por los distintos invernaderos. En algunas ocasiones estos recorridos son realizados por voluntarios o pasantes previamente capacitados. Lo que se busca es observar anomalías o daños en las plantas, estado general de las mismas, actividad de los agentes de control y procesar datos de las trampas cromáticas a planillas. Para contribuir en la capacitación de los encargados de los monitoreos, sobre la diferenciación de insectos según su morfología, se dispone de una pizarra dentro del área de trabajo, con fotografías aumentadas de insectos capturados en trampas cromáticas, como se observa en la figura 6. Una de las tareas más importantes del *Senior Horticulturist* en cuanto al manejo integral de plagas, es evaluar toda la información recopilada y determinar acciones concretas; como la modificación de alguna variable climática dentro del invernadero, el retiro y separación de plantas dañadas, la selección y compra de un agente de control específico, la renovación y reubicación de trampas cromáticas, la aplicación de un producto fitosanitario, entre otras; además de mantener un registro de todo lo realizado para su futura interpretación. Toda la información generada a partir de la experiencia, junto a sus conocimientos personales y la bibliografía reunida y almacenada de fuentes seleccionadas, le permiten resolver las situaciones planteadas con las estrategias adecuadas.



Figura 6. Pizarra con imágenes de referencia de insectos habitualmente presentes en los invernaderos.

3.2.1. INSPECCIONES Y MONITOREO A CAMPO

Las inspecciones y monitoreos se realizaron durante el mes de Septiembre, que corresponde al final del verano en el hemisferio norte. Los invernaderos en los que se trabajó están conformados por paredes y techo de policarbonato y suelo de cemento. Dentro, se encuentran mesadas metálicas móviles, desplazables por un sistema de rulemanes, sobre las que se disponen diversas especies de plantas, principalmente herbáceas en distintos tamaños de maceta. Durante diez días se realizaron recorridos de inspección en los invernaderos. La

actividad se realizó diariamente durante las horas de la mañana. El objetivo de esta actividad fue observar el estado general de las plantas, la existencia de daños, anomalías y presencia de insectos, con la utilización de lupas de mano y frontal.

3.2.2. USO DE TRAMPAS CROMÁTICAS

Dado que algunos insectos muestran preferencia por ciertas longitudes de onda, se procedió a colocar trampas cromáticas de color amarillo, dentro de uno de los invernaderos. Las trampas utilizadas fueron de la marca BASF, y el nombre comercial es Sensor®, de tamaño 3 x 5 pulgadas, las mismas se encuentran cubiertas de una sustancia pegajosa. Estas trampas no contienen feromonas, sino que atraen únicamente con el color. Para su colocación en el invernadero, se privilegiaron sectores donde se observó plantas dañadas. Se intentó respetar una distancia de aproximadamente cinco metros como mínimo, entre trampas. Las trampas cromáticas no sólo sirven para identificar y analizar morfológicamente los insectos presentes en el invernadero sino también para calcular y estimar las cantidades de cada población. En la mayoría de los casos, monitorear las trampas durante varias semanas permite poder definir la evolución de las poblaciones de insectos. Debido al tiempo preestablecido de la pasantía, se trabajó con los datos obtenidos de una sola semana y en función de estos se evaluaron distintas estrategias que se complementan con las acciones tomadas por Wieczorek K. hasta ese momento.

3.3. RESULTADOS, OBSERVACIONES Y DISCUSIÓN

3.3.1. INSPECCIONES Y MONITOREOS A CAMPO

3.3.1.1. DAÑOS GENERADOS POR TRIPS

En primer instancia se observó una bandeja de plantines de *Heuchera* sp., que presentaban puntos cloróticos en las hojas, como se puede ver en la figura 7. A partir de este daño se determinó la recolección de cierta cantidad de hojas para su observación bajo lupa. Se verificó que efectivamente las plantas contaban con el trips, *Frankliniella occidentalis*, perteneciente al orden Thysanoptera y se procedió a registrarlo tomándole una foto (figura 8). Se comprobó que los daños en las hojas se relacionan con su aparato bucal raspador-suctor, el que genera este tipo de heridas. Su morfología y tamaño permite diferenciarlo rápidamente de otros insectos, es común observar sus ojos de color rojo.



Figura 7. *Heuchera* sp. presenta puntos cloróticos en hojas.



Figura 8. *Frankliniella occidentalis* en *Heuchera* sp.

3.3.1.2. DAÑOS GENERADOS POR ARAÑUELA

Se identificó un patrón similar al descrito anteriormente, con la diferencia de que las hojas poseen mayor cantidad de puntos cloróticos y los mismos son de menor tamaño, dando una apariencia de mosaico muy común en infecciones virales (figura 9). Además se observó algo similar a una fina tela de araña en algunos sectores. En este caso se realizó el mismo procedimiento, pero se evidenció presencia de *Tetranychus urticae*, comúnmente llamadas arañuelas o 'spider mites'. Estos no son insectos sino ácaros, que cuentan con aparato bucal succionador, por eso se observa el daño en forma de puntos más pequeños a comparación de las manchas irregulares producidas por raspado. Además se pudo observar y diferenciar tanto adultos como juveniles y huevos, en el envés de las hojas recolectadas, como se observa en la figura 10. Esta especie en particular se identifica claramente por las dos manchas oscuras que tienen los adultos en los costados. Las tareas de monitoreo son indispensables para controlar este tipo de plaga debido a que a diferencia de otras, a estos no se los encuentra comúnmente en las trampas cromáticas.



Figura 9. *Puntos cloróticos pequeños en hoja.*



Figura 10. *Tetranychus urticae, adultos y huevos en envés de hoja.*

3.3.1.3. PRESENCIA DE OTROS INSECTOS

Durante los relevamientos se han encontrado otros insectos que son visibles sin necesidad de elementos de aumento, en plantas aún no dañadas. Como se puede observar en la figura 11, algunos de los insectos fueron reconocidos como *Planococcus citri* (cochinilla), *Bemisia tabaci* (mosca blanca) y *Myzus persicae* (pulgón).



Figura 11. Otros insectos encontrados a simple vista. De izquierda a derecha: *Planococcus citri* (cochinilla), *Bemisia tabaci* (mosca blanca) y *Myzus persicae* (pulgón).

En el caso de la mosca blanca, se recolectaron muestras que se observaron bajo lupa. A este insecto se lo denomina hemimetábolo, ya que posee metamorfosis incompleta en la que existen tres etapas: Huevo, Ninfas (1,2,3 y 4 instar) y finalmente Adulto; como se observa en la figura 12.

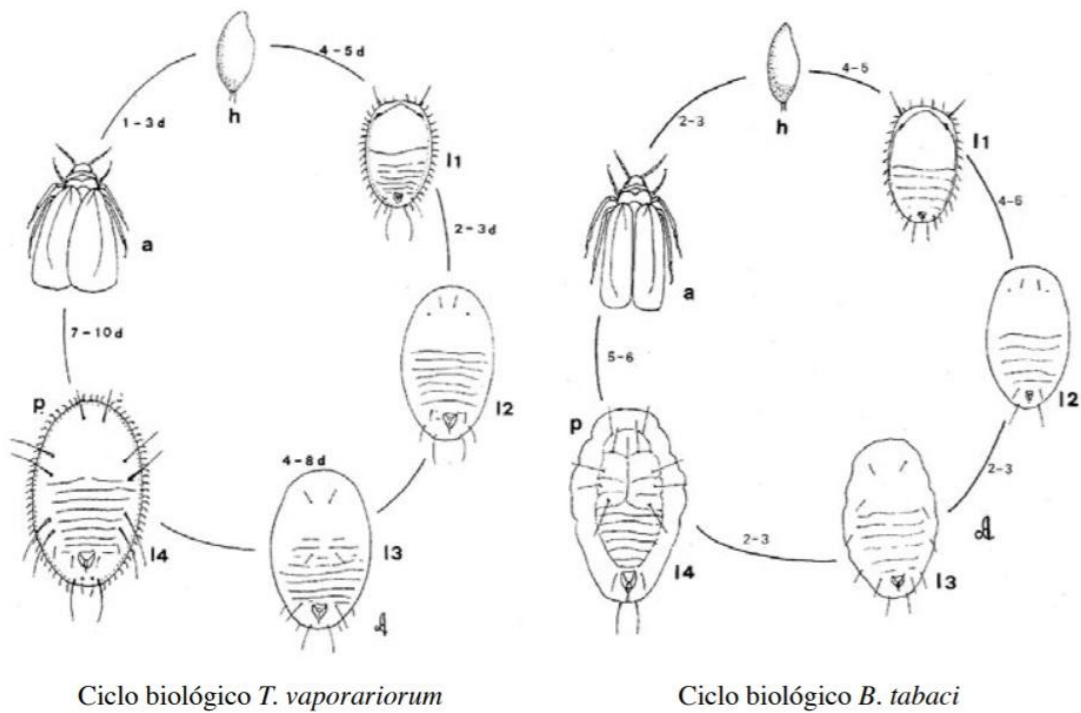


Figura 12. Esquema del ciclo biológico de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*. (García Jiménez, 2007)

Por lo general, una vez que eclosionan los huevos, las ninfas del primer instar recorren cortas distancias y luego; Las ninfas de la mosca blanca se instalan permanentemente en un punto de la hoja y obtienen del floema, todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de sus cuatro estadios ninfales. Las ninfas tienen una morfología muy reducida de acuerdo con este hábito de alimentación sésil. (Molina, 2017) Como se puede ver en la figura 13, en el envés de las hojas se encuentran presentes todas las etapas de su metamorfosis; los huevos colocados en forma circular, las ninfas ubicadas cerca de los huevos y un adulto.

La mosca blanca afecta a los cultivos de dos maneras. Por un lado produce daños directos, al tener aparato bucal succionador, absorben la savia de las hojas produciendo manchas cloróticas. Por otro lado, al producir melaza favorecen el desarrollo de organismos patógenos que dificultan la fotosíntesis de la planta. Además, se la considera un importante vector de virus que alteran a plantas susceptibles (Porcuna, 2010).



Figura 13. *Estadíos de Bemisia tabaci.*

3.3.2. DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS MEDIANTE TRAMPAS

Los insectos más relevantes, encontrados en las trampas cromáticas fueron trips, pulgones y moscas del mantillo.

Los trips de la especie *Frankliniella occidentalis*, se reconocen fácilmente en las trampas por ser los de menor tamaño. En cada trampa, se considera un valor normal, encontrar alrededor de 15 por semana, cada aproximadamente 100 m². Los límites varían de acuerdo a la susceptibilidad del cultivo, entre 10 y 40 por semana.

El pulgón *Myzus persicae*, se considera una amenaza para el cultivo con tan solo encontrar 1 individuo en las trampas cromáticas, debido a que es signo de que existe una alta población. Se los puede reconocer fácilmente por tener alas desproporcionalmente más grandes que su cuerpo, además, generalmente en las tarjetas quedan atrapados con las alas abiertas como se observa en la Figura 14.

Bradysia paupera y *Lycoriella ingenua* son insectos de la familia Sciaridae, conocidos como 'fungus gnats' ó 'moscas del mantillo', son muy similares a los mosquitos pero se caracterizan por poseer su tórax con forma de joroba y patas y antenas de mayor longitud. Su vuelo es lento y pesado. Para capturar a los adultos es conveniente colocar las trampas cromáticas de forma horizontal. Para atrapar las larvas se utilizan discos o cuñas de papa enterrados en el sustrato (Rettke, 2004).

Los datos de las trampas cromáticas fueron tomados el día 22 de Agosto de 2017, luego de haber estado instaladas durante una semana en un invernadero de aproximadamente 110 metros cuadrados de superficie. Se examinaron cuatro trampas cromáticas y se realizó el recuento de ejemplares de cada especie identificada y se procede a ordenar esta información como se puede observar en la Tabla 1. Además, se tomó registro fotográfico de los resultados obtenidos en las trampas, como se observa en la figura 14.

Orden	N. común	Trampa 1	Trampa 2	Trampa 3	Trampa 4	TOTAL
Thysanoptera	Trips	55	30	20	56	161
Diptera	Fungus gnat	36	42	20	44	142
Hemíptero	Mosca blanca	6	24	22	22	74
Hemíptero	Pulgón	4	1	2	8	15
Diptera	Midges	27	48	25	28	128
Hymenoptera	Avispas	13	22	4	20	59
Diptera	Hunterfly	1	3	0	0	4
Otros	Araña	1	1	0	0	2

Tabla 1. *Insectos encontrados en 4 trampas cromáticas.*

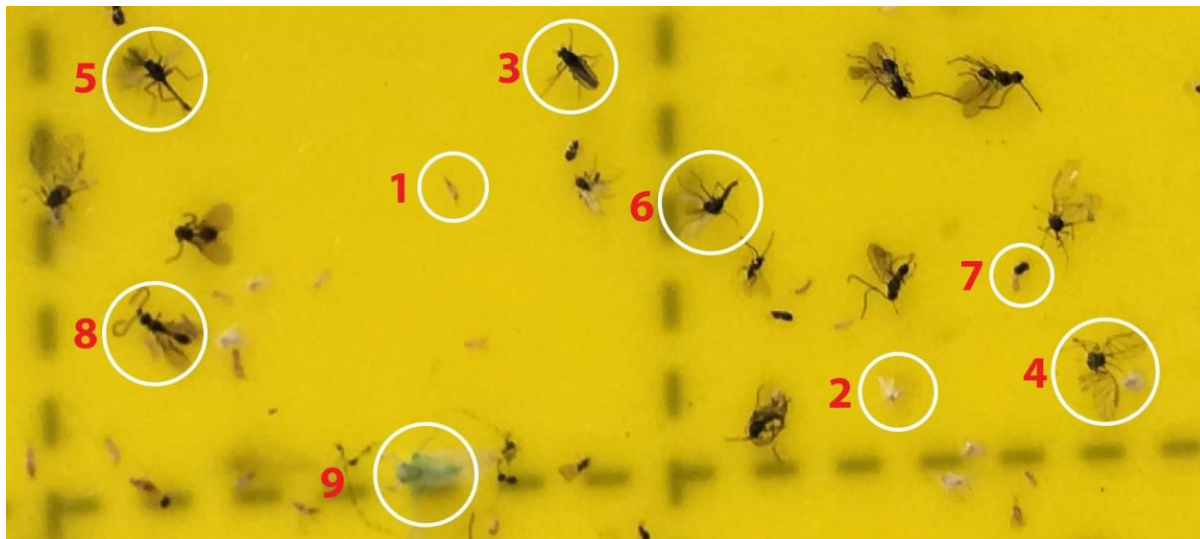


Figura 14. 1: *Frankliniella occidentalis* (trips), 2: *Bemisia tabaci* (mosca blanca), 3: *Coenosia attenuata* (hunter fly), 4: *Myzus persicae* (pulgón), 5: familia *Chironomidae* (mosquito), 6: Familia *Sciaridae* (fungus gnat ó mosca del mantillo), 7: *Encarsia formosa*, 8: *Aphidius ervi*, 9: familia *Cicadellidae* (chicharrita)

3.3.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Considerando la información recopilada en la Tabla 1 y los umbrales de acción que utiliza Wieczorek K. según su experiencia personal, teniendo en cuenta que los registros fueron realizados durante la época de verano, se determinaron distintas estrategias de control para cada especie.

3.3.3.1. TRIPS

Según los criterios de manejo usados en DBG, el umbral aceptable de trips se encuentra entre 10 y 40 ejemplares por trampa. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados expresados en la tabla

1, se asume un nivel elevado de esta población de insectos. En base a esta información se definen las estrategias de control biológico.

3.3.3.2. FUNGUS GNAT

Se establece que existe una alta población de fungus gnat (Familia Sciaridae), ya que la presencia de adultos en las trampas cromáticas sugieren la existencia del insecto en todos sus estadios, siendo las larvas las que producen el daño directo sobre las raíces de las plantas.

3.3.3.3. MOSCA BLANCA

Para el caso de mosca blanca, se recomienda analizar las plantas infectadas para determinar si se encuentra presente en todos sus estadios. En esta ocasión, esto ya se había comprobado previamente durante las actividades de monitoreo a campo. Se utiliza esta información para definir estrategia de control.

3.3.3.4. PULGÓN

Al encontrar al menos un pulgón, se interpreta la presencia de una alta población. Por lo tanto se plantea el monitoreo diario de las plantas para observar la evolución. Generalmente se determinan tres niveles de intervención de acuerdo con el grado de colonización de esta plaga. En primer instancia se acostumbra a retirar las plantas afectadas, en segundo lugar se toma una acción como por ejemplo aplicar un controlador biológico, y finalmente se recurre a la aplicación de productos fitosanitarios de origen sintético cuándo el daño es significativo. En este caso no se consideró necesario aplicar ningún producto químico para su control. Se procedió a retirar algunas de las plantas altamente infectadas y como se explica en el capítulo siguiente, se seleccionaron y aplicaron los bio controladores correspondientes.

Para el resto de los insectos identificados en las trampas cromáticas no se tomó ninguna medida ya que se determinó que no presentan ninguna amenaza para el cultivo.

4. SEGUNDO OBJETIVO, CONTROL BIOLÓGICO

4.1. MARCO TEÓRICO

El último escalón de la pirámide de MIP corresponde a la realización de ciertas acciones, tratamientos y/o aplicaciones de productos fitosanitarios o agentes de control biológico, con el objetivo de combatir directamente a la plaga. Como afirma Nicholls (2008), no se considera como objetivo eliminarla por completo, sino reducir su población a niveles que no representen un daño económico para el productor. Se prefieren métodos mecánicos de control de plagas, aunque esto no siempre es posible en grandes extensiones debido a que demanda tiempo y mano de obra capacitada.

A partir de la década de 1940, el método de control biológico fue tomando mayor importancia por sobre el control mediante insecticidas químicos, debido al impacto que generaban estos últimos sobre el medioambiente y sobre el hombre (Mahr et al., 2008). La técnica se basa principalmente en la premisa de que todo insecto posee un enemigo natural. Estos agentes de control biológico (ACB) generalmente son específicos para un tipo de insecto y por eso resultan efectivos, seguros para el medio ambiente y más económicos que otras opciones de control tradicionales. Según Nicholls (2008): pese a la amplia gama de organismos reportados en su acción como controladores naturales de insectos plaga, malezas o enfermedades, desde el punto de vista del control biológico convencional, los organismos que se usan como agentes de

control biológico se clasifican en cuatro categorías : parasitoides , depredadores , patógenos y antagonistas.

Las especies depredadoras matan a sus presas y se alimentan de ellas, aunque muchas veces matan un mayor número del que necesitan para subsistir. Aunque la preferencia de algunos depredadores por la presa es fija (se mantiene independiente de la disponibilidad relativa en el medio ambiente), otros depredadores cambian a especies de presas más comunes. La estación también constituye uno de los principales determinantes de la especificidad de la presa. (Nicholls, 2008)

Los insectos controladores no necesariamente se quedan en el lugar donde fueron liberados, sino que se dispersan, por este motivo pueden generar efectos como la disminución o extinción de una especie nativa, alteraciones en el hábitat, competencia por presa u hospedante con especies locales, depredación o parasitoidización de enemigos naturales nativos. Generalmente se considera mayor riesgo al introducir depredadores polifagos (que se alimentan de varias especies de presa), en comparación con la introducción de parasitoides que suelen ser muy específicos (Chacón, 2006). Por eso es importante conocer los hábitos alimenticios de los depredadores y las especies presentes en el ecosistema. Para la realización de este trabajo, las especies depredadoras que se utilizaron fueron: *Orius insidiosus*, *Chrysoperla rufilabris* y *Aphidoletes aphidimyza*.

Además, se aplicaron varias especies parasitoides, estas se reproducen depositando sus huevos en el interior de insectos llamados, hospedantes. Generalmente los parasitoides son avispas muy pequeñas y algunas especies de moscas. En este caso para controlar mosca

blanca se seleccionaron las especies: *Encarsia formosa* y *Eretmocerus eremicus*. Para controlar pulgón se eligieron *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi* y *Aphelinus abdominalis*, De las mencionadas, *A. abdominalis* y *E. formosa* también mantienen comportamiento depredador.

Por último, para control de mosca del mantillo ó fungus gnat, se utilizó la especie de nematodos entomopatógenos *Steinernema feltiae*. Estos nematodos tienen un estadio llamado juvenil infectivo, en el que infectan a los insectos huésped en el suelo o sustrato. Durante esta etapa no se alimenta, es el único momento en el que permanece fuera del insecto huésped. Luego penetran al huésped por sus aberturas naturales (Sáenz, 2005).

Los nematodos se ven atraídos a los insectos huésped por gradientes de dióxido de carbono, además de su temperatura y excreciones. Una vez en el interior, liberan una bacteria que se multiplica y produce enzimas proteolíticas (destructoras de proteínas), que le generan la muerte por septicemia en 48 horas. Además estas bacterias liberan antibióticos para evitar el crecimiento de otras bacterias contaminantes. Finalmente el nematodo se alimenta de la bacteria y los tejidos del hospedante (Carballo y Guharay, 2004).

Estos nematodos poseen asociaciones simbióticas con bacterias, cada especie de la familia Steinernematidae está asociada naturalmente con una especie de bacteria *Xenorhabdus*, aunque una especie de *Xenorhabdus* puede estar asociada con varias especies de nematodo. (Angulo, 2015).

No se aplicaron especies antagonistas durante el desarrollo de la práctica.

4.2. ACTIVIDADES DE CONTROL BIOLÓGICO

4.2.1. SELECCIÓN DE LOS CONTROLADORES

En base a las observaciones durante los monitoreos en DBG, se determinó que era necesario iniciar la etapa de aplicación, para controlar las plagas identificadas.

Rincon-Vitova Insectaries Inc. es el proveedor que abastece frecuentemente al jardín botánico. La compañía se desarrolla en California, Estados Unidos desde la década de 1950, y se dedica principalmente a la producción y comercialización de insectos y otros organismos para su aplicación en sistemas productivos. Además son distribuidores oficiales de productores ubicados en Canadá. (Rincon-Vitova, 2009)

A través de su sitio web se puede descargar un catálogo en el que se encuentra toda la información sobre cada especie, forma de aplicación, dosis, packaging y otros datos relevantes para su correcta utilización. Además ofrecen soluciones para monitoreo de insectos como redes y diversos tipos de trampas. Como complemento a estas tecnologías de manejo agroecológico, la empresa también comercializa semillas de plantas herbáceas de fácil cultivo, que florecen en distintos momentos y sirven de refugio y alimento para los enemigos naturales.

Se procedió a estudiar las posibles soluciones de control biológico que ofrecen en su catálogo. El mismo se utiliza de forma muy intuitiva, buscando primero el insecto que se quiere tratar y luego en esa sección, se pueden observar los distintos tipos de agente de control en todas sus presentaciones. Generalmente los controladores poseen una breve descripción que incluye las

condiciones favorables para su desarrollo, comportamiento y en algunos casos una fotografía del insecto. Además siempre se encuentra especificada la dosis recomendada y la forma de aplicación, como se observa en la figura 15. Finalmente todos los insectos descritos poseen una tabla con las presentaciones y los tiempos de envío, como la que se observa en la figura 16.

ORIOUS

Orius insidiosus, or the Minute Pirate Bug, is a general predator that targets thrips, mite, aphid, small caterpillars & other soft-bodied insects. Favorable conditions are moderate temperatures around 59° F, RH > 60%. Diapause occurs with day lengths < 12.5-14 hours. Orius can't survive without prey or pollen, so it is best to release Orius after thrips populations have become established or when pollen is also available. If prey is abundant, Orius will kill more thrips than it needs to survive. If Cucumeris has been released prior to Orius, Orius will feed on Cucumeris to become established. Cucumeris populations will decline briefly and then recover as thrips populations decline.



250-5,000 per acre OR 1-2 per 40 sq ft OR 1-4 per plant. Orius should be released in two applications, two weeks apart, to overlap the adult and immature life stages.

Figura 15. Información de los insectos controladores en el catálogo de Rincon-Vitova.

OR500 / 500 per bottle / (0.2 lb) P	Shipped Tuesday, order by previous Wednesday.
per bottle 58.00	
5+ bottles..... 43.50	
10+ bottles 39.50	
OR1000 / 1,000 per bottle / (0.3 lb) P	
per bottle 73.00	
5+ bottles..... 69.50	
10+ bottles 68.00	

Figura 16. Diferentes presentaciones de los productos en catálogo Rincon-Vitova.

Se seleccionaron ocho ACB incluidos en cinco productos en función de sus características, utilizando el catálogo de la empresa y comparándolo con lo observado a campo. La selección se realizó con la intención de controlar principalmente áfidos, trips y mosca blanca. En la Tabla 2 se puede observar los nombres comerciales de los productos, los agentes de control que contienen y los tipos de plaga que tratan. El pedido se efectuó por mail. Posteriormente, se recibió la encomienda solicitada y se realizó la intervención requerida para cada tipo de ACB.

Producto	Agentes de control	Plaga que trata
ORIOUSforce	<i>Orius insidiosus</i>	Trips, arañuelas, pulgones, pequeñas orugas.
CHRYSOforce	<i>Chrysoperla rufilabris</i>	Pulgones, arañuelas, mosca blanca, cochinillas, trips, psílidos, cicadélidos y pequeñas orugas.
Aphiline ACE mix	<i>Aphidius colemani</i> , <i>Aphidius ervi</i> , <i>Aphelinus abdominalis</i> .	Pulgones.
APHID ELIMINATOR	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Pulgones y psílidos.
S/N	<i>Encarsia formosa</i> , <i>Eretmocerus erermicus</i>	Mosca blanca.
Nemasys	<i>Steinernema feltiae</i>	Fungus gnat ó mosca del mantillo.

Tabla 2. Productos que contienen controladores biológicos y plagas para las que son utilizados.

Rincon-Vitova (2009).

4.2.1.1. BIO CONTROLADORES DE TRIPS

Se propone la utilización de *Amblyseius cucumeris* para restablecer los niveles normales de trips. Cuando se aplica esta especie depredadora, se espera reducir el nivel a 2 trips por trampa, por semana. Sin embargo, como ya se había utilizado previamente, se buscaron nuevos insectos que pueden controlar a más de una plaga, se optó por *Orius insidiosus* y *Chrysoperla rufilabris*.

4.2.1.2. BIO CONTROLADORES DE FUNGUS GNAT

Según los resultados de la tabla 1 y las experiencias previas en el invernadero, se recomienda utilizar el producto de nombre comercial Gnatrol, compuesto por *Bacillus thuringiensis* subespecie *israelensis* y Nemasys, compuesto por *Steinernema feltiae*.

4.2.1.3. BIO CONTROLADORES DE MOSCA BLANCA

Se determina la aplicación de *Encarsia formosa* y *Eretmocerus erermicus*, ambos agentes de control habían sido utilizados anteriormente con éxito.

4.2.1.4. BIO CONTROLADORES DE PULGÓN

Finalmente, se decidió introducir tres controladores biológicos parasitoides: *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi* y *Aphelinus abdominalis*. y un depredador, *Aphidoletes aphidimyza*. Se tuvo en cuenta que los insectos seleccionados para controlar trips; tanto *O. insidiosus* como *C. rufilabris*, también depredan pulgones.

4.2.2. APLICACIÓN DE LOS CONTROLADORES

4.2.2.1. *Orius insidiosus*

Es un insecto Hemíptero utilizado comúnmente para controlar trips (*F. occidentalis*), aunque también depreda pulgones (*M. persicae*) y otros. Temperaturas alrededor de los 15° C y humedad relativa mayor a 60 %, es lo ideal para su desarrollo. *O. insidiosus* no puede sobrevivir sin presas o polen, por eso se lo debe liberar una vez que la población de trips está establecida. De haber un exceso de presas, es capaz de matar a más de las que necesita para sobrevivir. *Amblyseius cucumeris*, es un ácaro depredador de trips que también se utiliza frecuentemente. Si se ha utilizado previamente, como en este caso, *O. insidiosus* se alimentará de *A. cucumeris* al principio, para establecerse. De esta manera sufrirá una leve disminución la población de *A. cucumeris*, que se recuperará de forma rápida. Finalmente, descenderá la población de trips. Se sugiere aplicar 1 o 2 individuos cada 4 metros cuadrados, ó entre 1 y 4 por planta. Debe realizarse una segunda aplicación a las dos semanas para abarcar todos los estadios de la presa (Rincon-Vitova, 2009).

De acuerdo a esta información se encargó la unidad más pequeña ofrecida por el insectario proveedor, conformada por un frasco plástico de 500 ml con 500 adultos de *O. insidiosus* en un sustrato compuesto por vermiculita y cascarilla de trigo. La tapa a rosca del frasco, posee un orificio central con una malla que permite la ventilación. Como se puede ver en la figura 17, la aplicación se realizó destapando el frasco dentro del invernadero y caminando cerca de las plantas con plagas para permitirles que vuelen por sí solos hacia sus presas y además

volcando el sustrato que contiene el frasco, principalmente alrededor de los tallos de las plantas donde se identificó previamente presencia de trips, pulgones y arañuelas.



Figura 17. Aplicación de *Orius insidiosus* en invernadero DBG.

4.2.2.2. *Chrysoperla rufilabris*

Se utiliza comúnmente contra pulgones, aunque en su estado larvario se alimenta de todos los insectos de cuerpo blando como ácaros, mosca blanca, cochinilla, trips y pequeñas orugas. Las hormigas se alimentan de los huevos y larvas de *C. rufilabris*. Durante su etapa adulta, las hembras necesitan néctar, melaza y polen para ovopositar. Se comercializa en todos sus estadios y en diversos embalajes (Rincon-Vitova, 2009). De acuerdo con esta información se considera importante aplicar el biocontrolador en momentos donde haya presencia de flores o por el contrario aportar contenedores con melaza para que se alimenten y puedan reproducirse.

Se decidió comprar un frasco con 1000 larvas, en sustrato compuesto por cascarilla de arroz. La forma de aplicación fue similar a *O. insidiosus* pero vertiendo el contenido principalmente

sobre estacas de rosales infestadas con pulgón, y además en otros puntos del invernadero como se ve en la figura 18.



Figura 18. Aplicación de *Chrysoperla rufilabris*.

4.2.2.3. *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *Aphelinus abdominalis*

Se trata de un grupo de pequeñas avispas parasitarias que se reproducen depositando sus huevos en el interior de más de 40 especies de pulgones. Una nueva avispa adulta emerge de un huésped pulgón que queda momificado. El proveedor recomienda su uso con *Aphidoletes* sp. para programas preventivos en invernaderos. Aquellos enviados en estado de pupas, pueden emerger en tránsito. Se deben liberar por la mañana o por la noche a temperaturas bajas y bajos niveles de luz, lejos de las trampas cromáticas (Rincon-Vitova, 2009).

Se utilizó un frasco de 125 ml de Aphiline ACE mix, (*A. abdominalis* / *A. colemani* / *A. ervi* 1:2:1), compuesto por 500 avispas adultas y pupas mezcladas. Para aplicar estas avispas, se procedió a destapar el frasco dentro del invernadero y caminar sujetándolo cerca de las plantas con pulgones. Se observa que las avispas adultas comienzan a volar al exterior del frasco como se ve en la figura 19. Luego de unos minutos se deja el frasco destapado sobre una mesada durante algunos días para que eventualmente terminen de emerger todas las avispas.



Figura 19. *Aplicación de Aphiline ACE mix.*

4.2.2.4. *Aphidoletes aphidimyza*

Es una pequeña mosca, cuya larva anaranjada se alimenta de más de 60 especies de pulgón. Es capaz de colonizar y reproducirse naturalmente en los jardines donde se lo utiliza y en invernaderos. Los adultos se ven atraídos a las colonias de pulgones por la melaza que excretan. Allí depositan sus huevos, también de color anaranjado, que darán lugar a la

formación de una larva. Una vez que se desarrolla la larva, ésta inyecta una sustancia paralizante en los pulgones para luego sorber su interior. Cerca del séptimo día, la larva cae al suelo donde comienza su estado de pupa (Rincon-Vitova, 2009).

Se decidió usar una bandeja que contiene 250 pupas de *Aphidoletes aphidimyza* en sustrato de vermiculita. La misma debe ser almacenada entre 21° C y 28° C cerrada y a oscuras, hasta observar que comienzan a aparecer insectos adultos como se ve en la figura 20. Luego se corta sólo una esquina de la bandeja plástica y se observa que vayan saliendo de apoco los insectos, es ideal hacerlo en horas del atardecer. Se debe conservar la humedad de la vermiculita en todo momento. Al finalizar la aplicación se recomienda mantener los ventiladores apagados durante al menos 6 horas. La bandeja permanece dentro del invernadero durante algunos días para asegurarse que se liberen todos los ACB.



Figura 20. Bandeja de *Aphidoletes aphidimyza* con adultos, lista para comenzar aplicación.

4.2.2.5. *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*

Estas avispas parasitarias atacan a la mosca blanca. Combinándolas se obtiene un mayor resultado. *E. formosa* son buenos voladores y buscan efectivamente a sus presas pero tienden a permanecer en regiones donde se concentran las moscas blancas. Por eso la distribución es importante dentro del invernadero. Los adultos se alimentan de la melaza excretada por la mosca blanca, y también parasitan su segundo estado ninfal. Se vuelven inactivas a menos de 12° C. Se recomienda aplicar semanalmente durante 8 a 10 semanas para cultivos susceptibles. Las condiciones óptimas son temperaturas mayores a 18° C y humedad relativa mayor al 60 %, y abundante luz. *E. eremicus* se debe introducir tan pronto como se observen las primeras moscas blancas, o como preventivo. Las temperaturas mínimas efectivas son 10° C por la noche y 18° C durante el día. Parasitan tanto el segundo como el tercer estado ninfal de la mosca blanca. Las ninfas parasitadas se tornan color amarillo, a diferencia de las parasitadas por *E. formosa*, que toman coloración negra (Rincon-Vitova, 2009). En la figura 21 se puede observar el ciclo de vida de la mosca blanca previamente mencionada y su interacción con el ciclo de vida de *Encarsia formosa*.

El producto solicitado para control de mosca blanca es comercializado a través de Rincon-Vitova, sin embargo el productor es Bioline Agrosience. Esta empresa radicada en Canadá, se encuentra activa en treinta países comercializando organismos invertebrados para control biológico de diversas plagas de insectos. Como se observa en las figuras 22 y 23, el producto llega presentado en tiras de cartón troqueladas, cada una con un receptáculo transparente, donde se encuentra el sustrato y las pupas. Todo el pedido llegó dentro de una bolsa de nylon. Se utilizaron cuarenta blisters con doscientos cincuenta pupas cada uno, en

sustrato de salvado. Un total de 10.000 avispas. Previo a la aplicación se retiraron todos los blisters utilizados anteriormente ya que no contenían más avispas en su interior. Se observó que algunos habían sido colocados muy cerca, o incluso sobre el mismo soporte de las trampas cromáticas. Se propuso la posibilidad de buscar nuevos sitios de colocación, para reducir las posibilidades de atrapar ACB en las trampas cromáticas. Para su aplicación, como se puede ver en la figura 24, primero se debe abrir la lengüeta posterior que trae el blister. Luego se cuelgan los mismos de los tallos de las plantas o en sectores donde se observa mayor presencia de mosca blanca, figura 25 y figura 26.

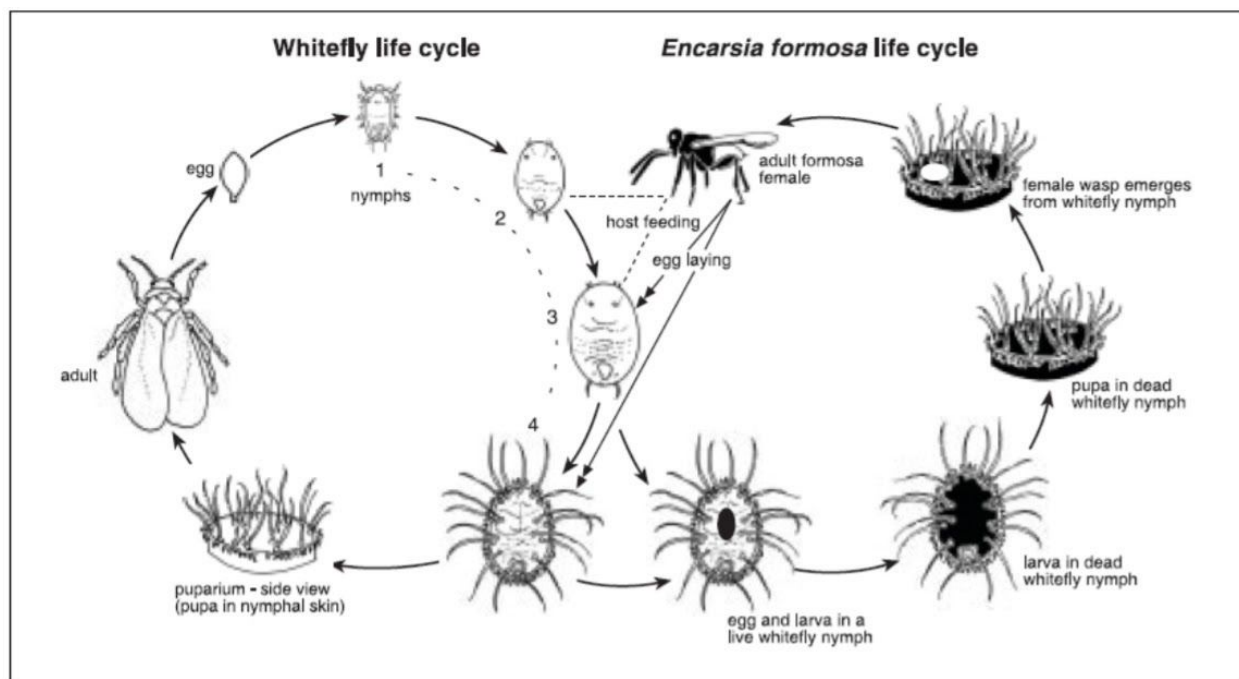


Figura 21. Ciclo de vida de *Encarsia formosa* cuando parasita a mosca blanca. (Pérez Maldonado, 2008)



Figura 22. Avispas parasitarias recibidas por correo, en packaging original.



Figura 23. Cuarenta blisters de doscientas cincuenta pupas cada uno.



Figura 24. Aplicación de *Encarsia formosa* y *Eretmocerus eremicus* (1).



Figura 25. Aplicación de *Encarsia formosa* y *Eretmocerus eremicus* (2).

sp.



Figura 26. Aplicación de *Encarsia formosa* y *Eretmocerus eremicus* (3).

4.2.2.6. *Steinernema feltiae*

Se consideró apropiada la utilización de nemátodos, con el objetivo de controlar las poblaciones de fungus gnat y trips. Para eso se utilizó el producto de nombre comercial Nemasys, de la empresa Basf. Según la etiqueta del fabricante, *S. feltiae* es un nemátodo que penetra a sus presas por sus orificios naturales, y libera la bacteria *Xenorhabdus* sp., con la que realiza una simbiosis para poder consumir el interior del hospedante. El producto viene en bandejas plásticas y en su interior se encuentran nemátodos en un medio gelatinoso. Debe ser almacenado en heladera a 5° C, fuera del alcance de la luz directa (BASF, 2013).

Si bien se recomienda utilizar todo el producto una vez abierta la bandeja contenedora, se contaba con una ya abierta, que había sido utilizada previamente y que contaba con la mitad de su contenido. La misma se encontraba conservada en heladera y cubierta con un film para que no pierda humedad. Se procedió a tomar una muestra de dicha bandeja, para hidratarla y examinar bajo microscopio óptico para determinar qué porcentaje aproximado de nemátodos se encontraba vivo, de acuerdo a si se movían o no, como se observa en la figura 27. A partir de los resultados obtenidos de la observación en microscopio, se decidió utilizar el producto conservado en heladera. Además, se complementó con otra bandeja de 250 millones de nemátodos nueva, cerrada. Para su aplicación se procedió a disolver el contenido en un balde con agua fría mezclando enérgicamente con una varilla. Una vez disuelto se introduce una bomba sumergible no mayor a 30 W, con el objetivo de mantener los nemátodos en suspensión, evitando que decanten. Finalmente, a través de una bomba dosificadora (Dosatron) se riega todo el invernadero a mano, tratando de realizar una aplicación foliar, pero también mojar el sustrato de las macetas, figura 28. Para este procedimiento se retiró el filtro, sin embargo se pueden utilizar filtros mayores a 300 micrones.



Figura 27. *Nemátodos vivos observados en microscopio óptico con aumento 40x.*



Figura 28. *Aplicación de Nemasys.*

4.3. RESULTADOS Y OBSERVACIONES

4.3.1. APLICACIÓN DE PRODUCTOS CON DEPREDADORES: ORIUSforce y CHRYSOforce

Luego de aplicar estos productos vertiendo su contenido en los sectores donde se sospechaba presencia de insectos presa para *O. insidiosus* y *C. rufilabris*, se observó durante algunos minutos como se adaptan estas dos especies al nuevo contexto. En el caso de *O. insidiosus* apenas abierta la tapa del frasco, los insectos comienzan a ubicarse en los bordes y a emprender vuelo como se observa en la figura 29. En ambos casos se observó que rápidamente los insectos se establecen y comienzan a buscar presas en las cercanías. Se identificó una larva de *C. rufilabris* alimentándose de un pulgón y se registró como se observa en la figura 30.



Figura 29. *Orius insidiosus* saliendo libremente del contenedor.



Figura 30. *Chrysoperla rufilabris* depredando *Myzus persicae*.

4.3.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO ACE mix CON ESPECIES PARASITOIDES

A partir del quinto día luego de la aplicación del producto ACE mix, que contiene las especies *A. ervi*, *A. colemani* y *A. abdominalis*, se comenzó a observar durante los monitoreos diarios en el invernadero, agrupaciones de pulgones de color negro. Se tomaron muestras y se observaron bajo lupa. Se determinó, por su coloración oscura que habían sido parasitados por *A. abdominalis*, como se observa en la figura 31, ya que: La avispa al desarrollarse dentro del pulgón, teje un capullo que va cambiando de color y se transforma en una masa negra conocida como momia, en cuyo interior se encuentra la pupa de este insecto, características que indican su presencia en el agroecosistema, por lo que, es recomendable no tomar medidas de control en el cultivo que incidan negativamente sobre las poblaciones de este enemigo natural (Duarte et al., 2012).

Por otro lado, se identificaron pulgones con una coloración clara y tamaño mayor al normal. Se tomaron muestras que se analizaron bajo lupa. Se observó claramente una perforación en su zona abdominal por donde se supone que emergió la avispa parasitaria dejándolos prácticamente vacíos, figura 32. De acuerdo a estas características se determinó que estos pulgones podrían haber sido parasitados con *A. ervi* ó *A. colemani*.



Figura 31. *Pulgón parasitado con *Aphelinus abdominalis*.*



Figura 32. *Restos de pulgón parasitado con orificio abdominal.*

4.3.3. OTROS RESULTADOS.

No se registraron resultados para la aplicación de los agentes de control: *Aphidoletes aphidimyza*, *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*. Solamente se observó que todos los adultos de *A. aphidimyza* presentes en la bandeja al momento de la aplicación, habían salido de la misma luego del tercer día. Por otro lado los blisters de Bioline Agrosience con pupas de *E. formosa* y *E. eremicus*, también se encontraron vacíos (solamente con el sustrato y sin ningún insecto), luego de una semana de haberse aplicado. Se determinó que estos biocontroladores habían podido desarrollarse correctamente al estadio adulto y escapado del envase contenedor. No se contó con el tiempo necesario para observar resultados de la aplicación de nematodos, ya que se realizó durante los últimos días de la práctica laboral, previo al regreso a Argentina.

5. CONCLUSIONES

El viaje a la ciudad de Denver fue una experiencia que superó las expectativas previas, en cuanto al intercambio social y cultural. Mientras que previamente se esperaba obtener aprendizaje y experiencias principalmente del ámbito académico y profesional; las relaciones sociales que se desarrollaron durante ese tiempo también brindaron grandes enseñanzas y satisfacciones. Muchas personas hicieron que la experiencia fuera posible de forma desinteresada, con el único objetivo de difundir y compartir el amor y la pasión por la botánica en todas sus facetas. Desde el primer paso en la ciudad de Denver, se sintió la cordialidad, y las ganas de compartir de todas las personas con las que se tuvo contacto. Muchos profesionales del jardín botánico como Sarada Krishnan, Mike Kintgen, Katy Wieczorek y Panayoti Kelaidis, así como también Anita Cox quien abrió las puertas de su casa para brindar

hospedaje; ofrecieron constantemente su apoyo y su tiempo para poder lograr los objetivos planteados en este trabajo. Siempre se percibió un aire de confraternidad, en el que fue muy fácil y agradable desenvolverse y que permitió conocer a muchas personas, voluntarios y visitantes del jardín botánico, otros estudiantes, trabajadores de distintas áreas e incluso personas ajenas a DBG. Gracias a ellos se pudo asistir a eventos culturales como conciertos, visitar lugares atractivos de la ciudad, conocer su gastronomía y sus museos, además de practicar y perfeccionar la comunicación en inglés. Gran parte de la experiencia está vinculada a estas personas y fue posible gracias a ellas, así como también gracias a Martha Riat y Marcela Ferreyra quienes tomaron la iniciativa y generaron este proyecto desde el principio en San Carlos de Bariloche, Argentina, y que luego ofrecieron soporte y acompañamiento en todo momento. Durante la pasantía se aprendieron valores de cooperatividad y altruismo igual de valiosos que los conocimientos técnicos y académicos incorporados.

Durante el desarrollo de la práctica laboral se pudo realizar un análisis integral sobre cómo se llevan a cabo las tareas de control fitosanitario dentro del jardín botánico. Se incorporaron conocimientos sobre distintas especies de insectos considerados amenaza para los cultivos, como también de insectos controladores. Fue posible practicar tareas operativas de control de plagas bajo las normas de funcionamiento del jardín botánico y mediante la coordinación de Wieczorek K. Se comprendió la importancia de los relevamientos diarios realizados durante la mañana, con el objetivo de identificar a tiempo posibles problemas. Se destaca la dinámica interpersonal dentro y fuera de las instalaciones favoreciendo la cooperatividad y el intercambio de saberes, también la disponibilidad continua de material teórico de consulta y apoyo. Éste entorno favoreció ampliamente el aprendizaje y la agilidad operativa.

Se considera que las tecnologías de monitoreo y control biológico utilizadas en DBG son posibles de ejecutar en Argentina, dentro de sistemas de producción similares. Además, se encontró que muchos de los insectos estudiados en Denver, están presentes en nuestra región. Con la creación del Centro de Multiplicación de Biocontroladores (Cemubio) en el INTA Alto Valle durante el año 2018, se supone que el mercado de biocontroladores en el país posee un gran potencial que se desplegará durante los próximos años. Se cree que la sustentabilidad como eje de acción en las tareas sanitarias de los cultivos va ganando importancia y asimismo su relación con la calidad de los productos, especialmente los alimenticios, como sucede con la industria frutihortícola en Argentina. Dado que en la actualidad la competitividad de los mercados determina la calidad de los productos, se estima que las metodologías de bajo impacto ambiental serán imprescindibles y que los productores se encuentran camino a una transformación de paradigma. Los especialistas sostienen que “Combatir las plagas con agroquímicos se contrapone con la demanda mundial de producir alimentos sanos, con menores niveles de residuos químicos y obtenidos bajo sistemas productivos respetuosos del ambiente” (López, 2018). Teniendo en cuenta también que el control biológico con agentes nativos versus el manejo convencional basado en la compra de agroquímicos, promete una reducción considerable de costos y por lo tanto mayor rentabilidad. Se ha afirmado que “Mediante el control biológico, en algunas producciones, se alcanzan los mismos rendimientos que con los insecticidas químicos, pero con tres veces menos de principios activos y de impacto ambiental, además de un costo reducido” (Gamundi, 2018).

Por eso se espera que la experiencia laboral e intercultural efectuada en la ciudad de Denver favorezca el desarrollo profesional del alumno en este contexto nacional y mundial de crecimiento y avance tecnológico.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri M. A. y Nicholls C.I. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México D.F., México.

Angulo Silva K. L. (2015). *Uso de nemátodos entomopatógenos en el control biológico de insectos*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Basf (2013). *Nemasys*. Recuperado el día 20 de abril de 2019, de <https://www.evergreengrowers.com/fileuploader/download/download/?d=0&file=custom%2Fupload%2FFile-1385575768.pdf>

Carballo M. y Guharay F. (Ed.). (2004). *Control biológico de plagas agrícolas*. Managua, Nicaragua: Editorial CATIE

Chacón M. A. (2006). *Elaboración de un procedimiento para determinar el riesgo ambiental en la introducción de invertebrados para control biológico y un posterior análisis de factibilidad utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Amblyseius swirskii* Enero 2004-Febrero 2005*. (Informe de práctica de especialidad). Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Biología Ingeniería en Biotecnología, Costa Rica.

Duarte, L., Ceballos, M. y Martínez, M. (2012). *Aphelinus abdominalis* Dalman (Hymenoptera: Aphelinidae): Parámetros biológicos, hospedantes y cultivos asociados. *Revista de Protección Vegetal*, 27(3), 147-150. Recuperado en 05 de junio de 2020, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000300002&lng=es&tlng=es.

Gamundi J. C. (2018). "Control biológico, una estrategia tan sostenible como rentable." *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, n. 2, 4-8.

<http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/numeros/ria-vol44-n2-agosto-2018.pdf>

García Jiménez F. (2007). *Enemigos naturales de moscas blancas en cultivos hortícolas*. [Figura]. Recuperado de

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_SH%2FSH_2007_15_83_106.pdf

International Organisation for Biological Control [IOBC], International Biocontrol Manufacturers Associations [IBMA] y Pesticide Action Network Europe [PAN Europe] (2015). *Integrated pest management: working with nature*. Recuperado el día 20 de Abril de 2019 de

<http://www.ibma-global.org/upload/documents/exhibbookukdigital2.pdf>

López S. (2018). "Control biológico, una estrategia tan sostenible como rentable." *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, n. 2, 4-8.

<http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/numeros/ria-vol44-n2-agosto-2018.pdf>

Mahr D. L., Whitaker P. y Ridgway N. (2008). *Biological control of insects and mites*. Wisconsin: Cooperative Extension of the University of Wisconsin.

Molina R. (2017). *Eficacia de los agrotexiles como Método de Protección de Cultivos* (Tesis doctoral). Universidad de Almería, España.

Nicholls Estrada C. I. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Pérez Maldonado D. E. (2008). *Efecto del parasitoide Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae) sobre una población de Trialeurodes vaporariorum (Westwood) (Hemiptera: Aleiroidydae) en un cultivo comercial de tomate (Lycopersicon esculentum, Mill) bajo condiciones de invernadero*. [Figura]. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10168/PerezMaldonadoDianaElizabeh2008.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Porcuna J. L. (2010). Moscas blancas. *Revista Ae*, 2, 61.

https://www.agroecologia.net/recursos/Revista_Ae/Ae_a_la_Practica/fichas/N2/Revista_AE_N%C2%BA2_ficha_insecto.pdf

Rettke S. K. (2004). *Pest counts and action thresholds*. Recuperado el día 20 de Abril de 2019 de <http://gpnmag.com/wp-content/uploads/P46Grower101.pdf>

Rincon-Vitova (2009). *Catalog of beneficials*. Recuperado el día 20 de Abril de 2019 de <https://www.rinconvitova.com/CATALOG%202009%20screen.pdf>

Sáenz A., A. (2005). Importancia de los nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de aceite. *Revista Palmas*, 26(2), 41-57. Recuperado el día 20 de Abril de 2019 de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1131>