

**EVALUACIÓN DE *Lecanicillium lecanii* CEPA ELITE EN EL CONTROL DE
ÁCAROS FITÓFAGOS (*Tetranychus urticae*), EN CULTIVO DE *Rosa* sp. en
FACATATIVA-CUNDINAMARCA**



**Yurly Tatiana Zambrano Triana
1.031.175.916**



**Universidad de Pamplona
Facultad de ciencias básicas
Programa de biología
Norte de Santander Colombia
2019**



**EVALUACIÓN DE *Lecanicillium lecanii* CEPA ELITE EN EL CONTROL DE
ÁCAROS FITÓFAGOS (*Tetranychus urticae*), EN CULTIVO DE *Rosa* sp. en
FACATATIVA-CUNDINAMARCA**

Yurly Tatiana Zambrano Triana

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Bióloga**

**Directora de trabajo de grado
MSc. (c) Biología molecular y biotecnología
Astrid Yesenia Araque**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología
Norte de Santander Colombia
2019**

Nota de aceptación

Astrid Yesenia Araque
Directora de tesis

Jurado

Jurado

Ciudad y Fecha (día, mes, año) (Fecha de entrega)



INDICE

LISTA DE FIGURAS	4
LISTADO DE TABLAS	8
LISTADO DE GRÁFICAS	9
RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN	11
MARCO TEORICO	13
SITUACION DE LA FLORICULTURA COLOMBIANA.....	13
REGIONES PRODUCTORAS	13
Cundinamarca	14
Norte de santander.....	15
ESPECIES COLOMBIANAS CULTIVADAS	16
ROSA.....	17
ORIGEN	17
TAXONOMÍA	18
DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	18
IMPORTACIA	19
PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	19
PULGON	19
MOSCA BLANCA	20
TRIPS.....	21
ÁCAROS.....	21
FAMILIA TETRANYCHIDAE	21
<i>Tetranychus urticae</i>	¡Error! Marcador no definido.
TAXONOMÍA.....	22
MORFOLOGIA	22
BIOLOGIA	23
CICLO DE VIDA	23
DAÑOS.....	24



MÉTODOS DE CONTROL	25
MIP	25
FUNDAMENTO ECOLÓGICO.....	26
PARADIGMAS.....	27
FACTORES QUE INFLUYENEN LA DENSIDAD DE POBLACION	28
CONTROL BIOLÓGICO	29
HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.....	31
<i>Lecanicillium lecanii</i>	¡Error! Marcador no definido.
TAXONOMIA.....	32
MODO DE ACCIÓN.....	32
DESCRIPCION.....	35
IMPORTANCIA.....	36
BIOLOGIA	36
OBJETIVOS.....	38
OBJETIVO GENERAL.....	38
OBJETIVOS ESPECIFICOS	38
METODOLOGIA	39
ÁREA DE ESTUDIO	39
METODOLOGÍA DE CAMPO.....	40
Monitoreo de ácaros.....	42
METODOLOGÍA DE LABORATORIO	43
Cámara húmeda in-vitro	43
Montaje de concentración de esporas.....	43
Montaje de germinación de esporas	44
Metodología de eficacia – porcentaje de control de ácaros	44
TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	45
RESULTADOS Y DISCUSION	46
OBJETIVO 1: COMPORTAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS EN FUNCIÓN DE LA INCIDENCIA DE ÁCAROS (<i>Tetranychus urticae</i>).....	46



OBJETIVO 2. ESTABLECIMIENTO DEL HONGO Y VIABILIDAD DEL HONGO51

OBJETIVO 3: PORCENTAJE DE CONTROL DE ÁCAROS56

CONCLUSIONES64

BIBLIOGRAFÍA.....65



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Censo Nacional del DANE regiones productoras de flores y follajes para el 2014.....	16
Figura 2 Estadios del ácaro <i>Tetranychus urticae</i>	23
Figura 3 Ciclo de vida de la araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	24
Figura 4 Ciclo de <i>L. lecanii</i> en el insecto	33
Figura 5 Imagen macro y microscópica de <i>L. lecanii</i>	35
Figura 6 Área de estudio y finca comercial Elite Flower Farmers	39
Figura 7 Ejemplificación de un bloque en la finca.	41
Figura 8 Explicación de lo que es una nave, una cama y ubicación de los tratamientos dentro del bloque.....	42
Figura 9 Metodología montaje de cámara húmeda en caja de Petri.	43
Figura 10 Descripción de la metodología de concentración de esporas	44
Figura 11 Metodología de germinación.....	44
Figura 12 Planos SCARAB incidencia de ácaros presente en el bloque representada en la tonalidad del rojo	59



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Área de siembra floral en las fincas productoras de flores por especie, en los municipios de Cundinamarca	17
Tabla 2 Definición de tratamientos.....	41
Tabla 3 Prueba de Kruskal-Wallis para los diferentes niveles de tratamientos y estadios evaluados.	47
Tabla 4 Prueba de Kruskal-Wallis estadísticos de contraste a,b para el objetivo uno	47
Tabla 5 Prueba de Mann Whitney Rangos para datos de concentración y germinación del producto y la mezcla	52
Tabla 6 prueba de Mann Whitney estadístico de prueba para el objetivo dos	53
Tabla 7 prueba Kruskal rango eficacia	56
Tabla 8 Estadísticos de prueba a,b Kruskal para el objetivo tres	57
Tabla 9 Prueba KMO	60
Tabla 10 Varianza total explicada	61
Tabla 11 Matriz de componentes	61



LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Comportamiento de ácaros (huevos de <i>Tetranychus urticae</i>) respecto a los niveles del tratamiento.....	49
Gráfica 2 Porcentaje de establecimiento de <i>L. lecanii</i> en cámara húmeda de caja de Petri	51
Gráfica 3 Porcentaje de concentración de <i>L. lecanii</i> producto (puro) y mezcla (<i>L. lecanii</i> + químico).....	54
Gráfica 4 Porcentaje de germinación de <i>L. lecanii</i> producto y mezcla.....	55
Gráfica 5 Analisis de componentes principales.....	62



RESUMEN

La rosa es una planta exótica de interés ornamental que pertenece a la familia de las Rosáceas. En la actualidad es una de las especies más ilustres cultivada y solicitada como flor cortada; su belleza, la extensa variedad de colores, que presenta y su ligera fragancia, hacen de las rosas un elemento de exquisita plasticidad, que ocupa, sin lugar a duda, un lugar influyente en la decoración y el gusto del público consumidor. Lamentablemente este cultivo se ve afectado por una amplia gama de patógenos que reducen su calidad y por consiguiente los rendimientos económicos de quienes cultivan rosas. Dentro de esto, las plagas que más afectan el cultivo de Rosa son los ácaros (*Tetranychus urticae*) que debido a su alimentación fitófaga provocan en la planta reducción de superficie foliar, causando decoloración y desecación en el haz de las hojas, generando así pérdidas en producción y valor comercial de los cultivos. Una estrategia ampliamente usada para el control de patógenos con el mínimo impacto negativo posible a la salud y al medio ambiente es el control biológico, dentro de este se han documentado una serie de hongos entomopatógenos que se usa para el control de insectos nocivos a las plantas. Debido a esto la presente investigación busca evaluar el efecto del hongo entomopatógeno (*Lecanicillium lecanii*) cepa Elite en el control de ácaros fitófagos *Tetranychus urticae*, en cultivo de *Rosa* sp. a través de un factor (tratamiento) con cuatro niveles: 1. *L. lecanii* 2. rotación finca (químico) 3. Testigo absoluto 4. *L. lecanii* + químico (coadyuvante). En la cual se realizaron aplicaciones semanales durante doce semanas, haciendo seguimientos de calidad al producto (*L. lecanii*), monitoreo in vivo de la plaga, montajes in vitro del hongo y el ácaro para determinar establecimiento del hongo y el porcentaje de control sobre el ácaro. Los ensayos realizados manifiestan que esta cepa del hongo causa mortalidad en ácaros adultos, mitiga la ovoposición y existe una transmisión de la infestación. También revela la capacidad de *L. lecanii* como posible agente de control biológico de *Tetranychus urticae*. Estos resultados influyen a mejorar el desarrollo de un producto efectivo contra *T. urticae* para su empleo en el control integrado.

Palabras claves: Biocontraladores, *Lecanicillium lecanii*, *Tetranychus urticae*



INTRODUCCIÓN

Este ensayo se basa en la propuesta del Manejo Integrado de Plagas (MIP) a través de biocontraladores; debido al incremento de control químico que genera efectos negativos al medio ambiente, a la salud de quienes trabajan con las flores, al desarrollo de resistencia por parte de los ácaros a los acaricidas y pérdida o disminución de otras especies, además de la gran incidencia de ácaros en cultivos que conduce a la pérdida de producción; la compañía Elite Flower Farmers S.A.S, se plantea a través del Departamento de Investigación y Desarrollo, evaluar el efecto del producto *Lecanicillium lecanii* cepa Elite sobre el control de ácaros, mediante aplicaciones foliares. Esta evaluación permitirá identificar potencialidades en el control biológico de los ácaros para desarrollar producciones más limpias y seguras, optimizando así la calidad del producto y dando valor agregado a su cadena de producción.

Se llevó a cabo en un cultivo de rosas de la empresa The Elite Flower Farmers S.A.S. La rosa es una planta de gran beneficio ornamental que pertenece a la familia de las Rosáceas. En la actualidad es una de las especies más distinguida, cultivada y solicitada como flor cortada. (1) Sin embargo, el requerimiento del mercado cada vez es mayor en cuanto a la calidad ya que el consumidor busca que tengan una vida más larga en florero, adicionalmente los cultivadores buscan variedades con fragancias más intensas. resistentes a los daños mecánicos durante la recolección y el transporte, pero, sobre todo, que sean resistentes a plagas y enfermedades. (2)

Dentro de las plagas que más afectan los cultivos de rosa se encuentran los ácaros y se consideran como plaga primordial en la mayor parte de los países del mundo. (3)

La familia Tetranychidae comprende un grupo de ácaros fitófagos constituido por 1.200 especies siendo las del género *Tetranychus* las que producen las mayores pérdidas económicas, entre ellas la araña roja (*Tetranychus urticae*). Su agresividad se debe a su breve ciclo de vida (9 a 14 días), alto potencial de reproducción (100 – 120 huevecillos por hembra) y su rápido desarrollo de resistencia a acaricidas e insecticidas. (1) Es una plaga que se encuentra ampliamente distribuida en zonas templadas, además se le asocia con más de 200 especies de plantas hospederas, entre las que destacan: hortalizas, café y rosa. (4) La araña roja forma sus asentamientos en el envés de las hojas maduras y teje telarañas en abundancia para protegerse contra daños o ataques de depredadores, condiciones ambientales adversas y aplicaciones de acaricidas. (5)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una táctica que tiene como propósito regular las plagas, enfermedades y malezas que afligen la agricultura, con una visión sustentable. (6) Está constituido por un conjunto de herramientas y prácticas culturales, biológicas y químicas socialmente aprobadas, mitigando el impacto económico y ambiental. El MIP incluye el uso consciente de productos agroquímicos y productos biotecnológicos. (7)



MIP propone utilizar todas las técnicas y métodos disponibles y compatibles entre sí, para mantener a la población de una plaga en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico. (8) Como alternativa y técnica MIP para el control de ácaros se encuentra el control con agentes biológicos que no incrementa la contaminación ambiental ni deja residuos en el medio; no presenta una amenaza a los trabajadores que manejan los materiales biológicos. (9) La herramienta utilizada en el ensayo fue el hongo *Lecanicillium lecanii* (biocontrolador) el cual es un hongo entomopatógeno de reproducción asexual, perteneciente al orden Moniliales, que se usa para el control de insectos dañinos a las plantas. (10) Es muy efectivo ya que su mecanismo de acción es por contacto en el momento que la espora entra en contacto con el insecto, provocando en el insecto la pérdida de sensibilidad, incoordinación de movimientos, obstrucción mecánica de los conductos respiratorios, agotamiento de las reservas, interrupción de los órganos y muerte. Es útil para el control de insectos. (11). Los insectos infectados por este hongo tienen una apariencia blanquecina. El hongo en medio PDA presenta un color blanco amarillento compacto y revés amarillo intenso (12)



MARCO TEORICO

Situación de la Floricultura colombiana

Las actividades florícolas en Colombia se inician a mediados de la década de los 60s, cuando los costos y condiciones de producción del sector permitieron encontrar elementos altamente competitivos respecto a otros actores del comercio mundial. (13) El sector floricultor colombiano ocupa el segundo puesto en las exportaciones agrícolas no tradicionales del país, después del café. Colombia posee una amplia variedad y especies de flores que le permiten atender a diferentes mercados del mundo, tanto en cantidad como en calidad de los productos. (14)

La actividad floricultora es una de las más solicitadas dentro de la agricultura colombiana siendo un subsector del sector primario. Su aporte en materia de empleo, desarrollo rural y comercio exterior ha sido relevante y la consolidan como un sector estratégico de la economía. Colombia es uno de los más destacados comercializadores y productores de flores en el mundo después de Holanda. (15) Desde 1964 ya Colombia se dedica a esto y en la actualidad exporta el 95% del total de su producción en específico de las flores cortadas como son las rosas y los claveles. El principal volumen de flores producidas es dirigido a Estados Unidos. Otros mercados que para Colombia son muy importantes son Japón y la unión europea. (16)

El sector floricultor, pertenece al sector agrícola exportador, es para la economía nacional una de sus principales fuentes de ingreso al representar el 6.6% del PIB agrícola colombiano. Según Dinero 2017” Las exportaciones representaron un gran rubro durante el periodo de 2017 desde Cundinamarca ya que estas aumentaron considerablemente en un 9,1% en valor que fueron US\$632 millones y 93.700 toneladas que representan un incremento de 2,7% en volumen frente a 2016. Así mismo Las exportaciones de flores desde Antioquia, representaron el 19,4% de participación sobre el total, mostraron un crecimiento de 3,4% con un valor de US\$152 millones y 35.543 toneladas que representan un 6% más en volumen, entre enero y junio de 2017 con respecto al 2016” (17). Por otro lado, la producción se concentra en su mayoría en las rosas. Seguida por los claveles, teniendo en cuenta que Colombia es el principal productor-exportador mundial de dicha variedad de flor. Además de que cuenta con una gran oferta de variedades como son las rosas, los claveles, también se dispone de alstroemerias, crisantemos, pompones, hortensias, anturios, heliconias, follajes, entre otros. (16)

Regiones productoras

El sector floricultor cuenta con el área de 7000 hectáreas cultivadas en regiones puntuales del país, de las cuales una gran parte se encuentran en la sabana de Bogotá otra en Antioquia y un pequeño porcentaje en el centro y occidente del país. (18)

Factores propios como la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, la topografía y la luminosidad forman parte de las principales



características con las que cuentan las regiones del país, que son claves en el proceso de producción de flores, pues permiten que el cultivo sea de calidad, diverso en especies, tamaños y con colores intensos. Además de considerar ciertos requerimientos para cumplir con las exigencias del producto en el mercado internacional. (19)

Estos elementos ayudan a mantener una estabilidad en el proceso productivo a lo largo del año, permitiendo desarrollar ventajas frente a competidores internacionales, que deben hacer uso de invernaderos y sistemas artificiales de producción, los cuales finalmente encarecen el precio del producto. Además de contar con condiciones naturales que favorecen la producción, el sector floricultor colombiano se preocupa por promover prácticas de responsabilidad social y de compromiso con el medio ambiente, con el objetivo de lograr la sostenibilidad productiva. (18) Entidades como la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores (Asocolflores), promueven este tipo de prácticas, que fortalecen el sector mediante diferentes programas, entre los que se destacan Florverde, programa que busca formar y certificar a los productores que cumplen con estándares ambientales y de responsabilidad social; y el Centro de Innovación de la Floricultura Colombiana, el cual tiene como finalidad realizar investigaciones que promuevan la competitividad, a través de los avances tecnológicos y la innovación. (19)

Cundinamarca

La floricultura, como alternativa económica, hace su aparición en Colombia en el municipio de Madrid (Cundinamarca), en el año 1968. La localización de los primeros cultivos se realizó considerando ciertas características biofísicas del territorio, obtención de mano de obra y cercanía a mercados. El auge del sector generó inversión extranjera y migraciones a las regiones productoras, lo cual originó cambios en el municipio de Madrid, tanto en los espacios urbanos como en los rurales, a partir de 1970. (20) La Sabana de Bogotá se ha convertido desde hace más de 40 años en la cuna de la floricultura en Colombia (con un 85% de las 7.500 ha cultivadas a nivel nacional) debido a sus ventajas climáticas, dotación del recurso agua, mano de obra abundante y barata (especialmente mujeres), además de la proximidad al aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá. (21)

Según DANE, el área total sembrada en Cundinamarca es de 5.532 hectáreas (72%) a nivel nacional **Figura 1**, las cuales están distribuidas en 9 municipios con más de 100 (Ha) sembradas y otros municipios que siembran a un número menor pero juntos forman un total de 1.242 hectáreas. La Rosa es la flor que predomina en esta región con un total de 3.436 (Ha), seguido de los claveles y mini claveles entendiendo que estas son las especies más pedidas por el consumidor nacional e internacional **Tabla 1**. Se observa un gran número de hectáreas sembradas en el resto de especies, lo que significa no alarmarse si un producto de interés no está dentro de las especies principales, al contrario, tiene un menor número de competitividad. En cuanto a los municipios, Madrid tiene un enorme potencial de



tierras sembradas en la región, prácticamente que es el municipio en donde las flores nacen en Colombia. Los alrededores de la sabana de Bogotá dedican casi 1.500 hectáreas a la actividad de la floricultura con la rosa y el clavel como producto líder. (18)

El 76% del área sembrada en flores está en Cundinamarca, en 28 municipios, principalmente en la Sabana, correspondientes a 525 fincas productoras. El total de personal ocupado, teniendo en cuenta las reducciones masivas de los últimos años, es de alrededor de 70.000 trabajadores, el porcentaje de mano de obra femenina es de 61%. El 19% está en el departamento de Antioquia; y el otro 5% distribuido en las zonas central y occidental del país. Las principales variedades sembradas son rosas, con el 33%; clavel, 12%; crisantemos y pompones 8%; mini clavel, 6%; alstroemeria, 5%. (22)

Norte de Santander

Esta región no cuenta con el aprovechamiento hacia la floricultura en porcentajes mayores al 1% y no es una región de producción masiva (23) “el departamento de norte de Santander representa el 0.3% de la producción de flores y follajes en el área rural dispersa censada y el 0,6% del área con cultivos y follajes”. Aun así, a lo largo del último lustro el municipio que emprende el arte de la floricultura es Chitagá. El clima de Chitagá es propicio no solo para el cultivo de hortalizas, variedades de papa, duraznos y fresas, sino también para la producción de flores en invernadero. La iniciativa surgió hace tres años de manera experimental, con técnicas para tener un mejor desarrollo de las plantas; el proyecto representa una alternativa para no seguir con cultivos tradicionales como la papa. Aunque el cultivo de flores es más lento, de dedicación y requiere una mayor inversión económica, el proyecto empezó a dar los primeros resultados con las plantas de gerberas de 20 especies, que florecieron en variados colores. También floreció Ghypsophila, utilizado como follaje en los arreglos florales.

Chitagá es un municipio localizado a 2.380 metros sobre el nivel del mar y de clima frío, propicio para incursionar en esta actividad. Fue así como le dieron vía libre al proyecto de construcción de la infraestructura en el sector rural de La Quinta.

De esta manera empezaron a experimentar con plantas traídas de Venezuela, en la etapa inicial. En vista de los resultados y ante la necesidad de producir flores para la Provincia, optaron por plantar en escala gerberas y Ghypsophila, que son de corte periódico. Las plántulas las tienen que traer de Bogotá y argumentan que si ponen a germinar las semillas no dan los mismos resultados.

Los colores que tienen en la actualidad, hay una amplia gama que van desde amarillo claro y oscuro, blanco, naranja, rosa, escarlata brillante, rojo intenso y otros. En la actualidad el proyecto tiene en los invernaderos 4.000 plantas de gerberas en producción y genera empleo directo e indirecto a los chitagüenses. Sobre la comercialización han empezado con pedidos de Chitagá, de Pamplona, de Bucaramanga y de Cúcuta. La meta es ampliar el mercado al interior del país. (24)



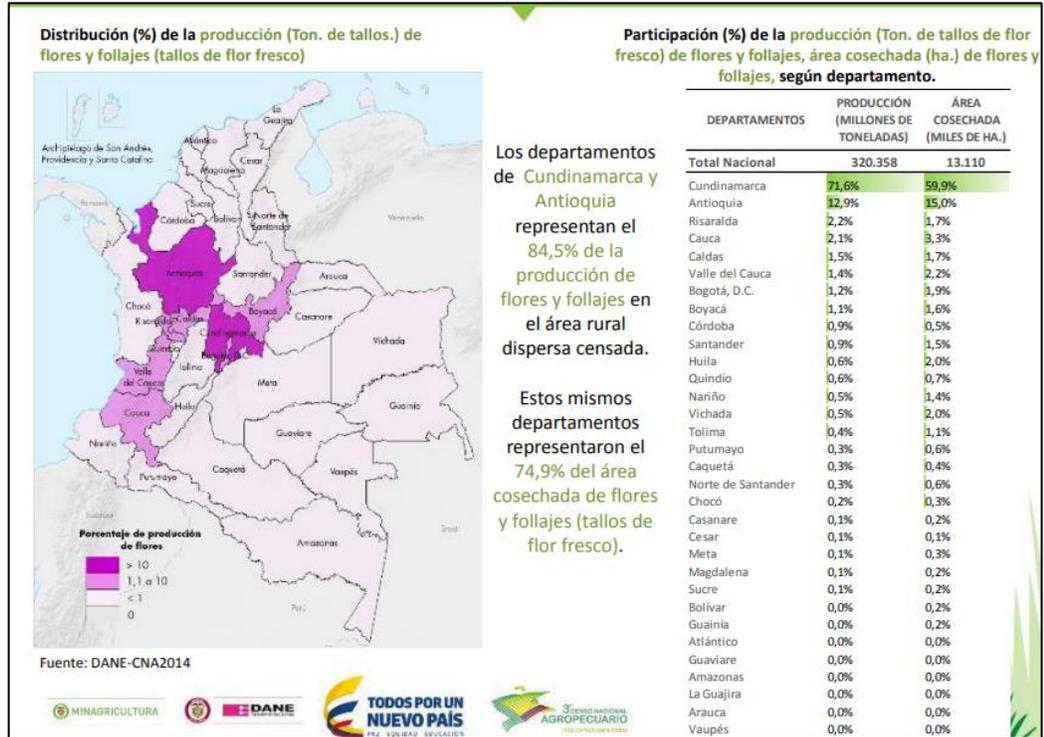


Figura 1 Censo Nacional del DANE regiones productoras de flores y follajes para el 2014._(25)

Especies colombianas cultivadas

Alstroemeria: Es una planta herbácea perenne, de mediano porte, rizomatosa, originaria de la región montañosa de Sudamérica, pertenece a la familia Amaryllidaceae. Los promedios de tiempo de vida de estas plantas son de 3 a 5 años (26)

Clavel: El clavel es una planta herbácea originaria de la zona mediterránea, aunque también conocida en la península ibérica. La flor pertenece a la orden de las Caryophyllales, y la mayor parte de sus especies florece durante todo el año. Los claveles son flores muy aromáticas y coloridas, y son frecuentemente cultivadas para ser obsequiadas. (27)

Crisantemo (Pompones): “Pertenece a la familia de las Asteráceas o Compuestas y comprende las flores cultivadas más antiguas. El crisantemo que actualmente cultivan los fruticultores es un híbrido complejo y la mayoría de las especies de donde se han generado los cultivos actuales son originarias de China”. Presentan una inflorescencia en capítulo. (28)



Rosas: “Esta planta es originaria del continente asiático, aunque en la actualidad cuenta con presencia en un gran número de países de otros continentes. Las rosas cuentan con varias características generales que las hacen destacar entre las demás como por ejemplo poseer espinas, tener flores muy hermosas con cuantiosos pétalos y presentar una gran variedad de colores” (29)

Tabla 1 Área de siembra floral en las fincas productoras de flores por especie, en los municipios de Cundinamarca

Municipio	Total	Especies						Resto de especies	Hectareas(ha)
		Astromelia	Clavel	Gysophyla	Mini clavel	Pompones	Rosas		
Area total	4.345	234	584	36	361	122	2.634	373	
Madrid	826	98	98	6	110	25	395	95	
El rosal	594	13	54	3	30	23	454	17	
Tocancipá	367	9	43	5	11	-	259	41	
Facatativá	345	47	26	3	37	-	180	53	
Funza	268	18	84	-	18	31	103	13	
Chía	202	19	12	3	3	34	112	18	
Tenjo	176	14	39	-	21	4	88	11	
Bogotá, D,C	174	4	12	6	3	-	148	1	
Nemocón	151	-	14	1	38	-	93	5	
Resto de municipios	1.242	12	202	11	91	6	802	119	

Fuen te censo de fincas productoras de flores, DANE (18)

ROSA

Las rosas pertenecen a un género (Rosa) que contiene aproximadamente 350 especies aceptadas actualmente, numerosas variedades y más de treinta mil cultivares. (30)

Origen

La rosa era considerada como símbolo de belleza por babilonios, sirios, egipcios, romanos y griegos. Aproximadamente 200 especies botánicas de rosas son nativas del hemisferio norte, aunque no se conoce la cantidad real debido a la existencia de poblaciones híbridas en estado silvestre.

Las primeras rosas cultivadas eran de floración estival, hasta que posteriores trabajos de selección y mejora realizados en oriente sobre algunas especies, fundamentalmente Rosa gigantea y R. chinensis dieron como resultado la “rosa de



té” de carácter re floreciente. Esta rosa fue introducida en occidente en el año 1793 sirviendo de base a numerosos híbridos creados desde esta fecha. (31)

Taxonomía

Dominio	Eukarya
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Rosoideae
Tribu	Roseae
Género	Rosa
Especie	<i>Rosa sp</i>
	<i>Linneo. 1753, Sp.Pl.:491</i>

Descripción botánica

El rosal es una planta arbustiva, de porte abierto, con ramas leñosas y normalmente espinosas. Las hojas son pinnadas, con estípulas, caducas, compuestas de cinco folíolos, ovaladas y con las nervaduras del envés sobresalientes. Sus flores suelen ser grandes y vistosas, comúnmente solitarias o agrupadas en inflorescencias terminales. Tienen un receptáculo carnoso en forma cónica hueca que rodea muchos carpelos monospermos situados en su pared interna. Las características morfológicas generales del género Rosa son: (32)

- a) Raíz: rizoma estolonífero
Tallo: arbusto de tallos semileñosos, casi siempre erectos (a veces rastreros), algunos de textura rugosa y escamosos, con notables formaciones epidérmicas de variadas formas, estípulas persistentes y bien desarrolladas (aguijones).
- b) Hojas: las hojas son compuestas, imparipinadas, generalmente de color verde oscuro brillante, con tres, cinco o siete folíolos de forma ovalada, con el borde dentado y a veces estípulas, es decir, pequeñas expansiones en la base de la misma hoja.
- c) Flores: generalmente aromáticas, completas y hermafroditas (androceo y gineceo juntos); con simetría radial (actinomorfas).
 - Perianto bien desarrollado. • Hipanto o receptáculo floral prominente en forma de urna (tálamo cóncavo y profundo).
 - Cáliz dialisépalo, de cinco piezas de color verde. Los sépalos pueden ser simples, o a veces de forma compleja con lobulaciones laterales estilizadas.
 - Corola dialipétala, simétrica, formada de cinco pétalos regulares



(o múltiplos de 5), a veces escotados, y de variados colores llamativos, también blancos. La corola suele ser “doble” o “plena” por transformación de los estambres en pétalos, mayormente en los cultivares.

- Androceo compuesto por numerosos estambres dispuestos en espiral (varios verticilos), generalmente en número múltiplo de los pétalos (5x).

- d) Fruto: el producto fecundo de la flor es un aquenio.
- e) Infrutescencia: es un “fruto” compuesto por múltiples frutos secos pequeños (poliaquenio), conocida como cinodorrón, separados y encerrados en un receptáculo carnoso (hipanto). (33)

Importancia

La rosa es el cultivo más importante del sector ornamental y representa uno de los productos principales en el mercado comercial de la Floricultura. También es económicamente eminente como fuente de aceites esenciales para la industria de la perfumería y fragancias. En las empresas farmacéuticas su uso es notable debido a que se han encontrado en los extractos de rosa propiedades antiinflamatorias y radio protectoras para el cuerpo humano. En los últimos años la florifagia ha despertado interés en la gastronomía, debido a las nuevas tendencias alimentarias del ser humano. (34)

Algunas especies de rosa, han sido utilizadas como esencia y agua de rosas, o bien, como mermelada de fruto de rosa, jarabes, té.

La rosa es una de las flores más vendidas en el mundo, seguida por los crisantemos, claveles, tulipanes y liliun. Ninguna flor ornamental ha sido tan estimada como la rosa. Desde la década de los noventa, su liderazgo se ha consolidado debido, principalmente, a una mejora de las variedades, a la ampliación de la oferta durante todo el año y a su creciente demanda. (30)

Principales plagas y enfermedades

Las enfermedades, consecuencias de errores culturales (excesiva o escasa humedad, poca aireación, daños mecánicos, ataques de hongos, bacterias y virus, etc) y deficiencias nutricionales que pueden afectar toda la planta incluidas las raíces, pueden ser remediadas con relativa facilidad. Las plagas, por el contrario, generan problemas más serios y complejos. En los países tropicales en que la riqueza biológica es grande (entiéndase plantas y animales), los cultivos ornamentales están doblemente propensos a padecer del ataque de plagas y enfermedades. Estas generalmente implican un mayor número de plantas afectadas. (35) Las principales plagas insectiles con importancia económica son:

Pulgon

Pequeños insectos (de 1 a 3 mm de longitud) que pueden presentar diversos colores según la especie a la que pertenezcan: verdes, grises, amarillos, negros. La mayoría



son polípagos, es decir, no tienen preferencia por una especie vegetal concreta. Atacan a los brotes jóvenes de cultivos con alto contenido en azúcares: leguminosas (habas, guisantes, judías...), otras hortalizas como la patata o la col, verduras, frutales, plantas ornamentales (muy comunes en los rosales), etc. Las larvas causan daños al hacer galerías en las hojas de las plantas. En cuanto a los adultos, se alimentan chupando la savia de las hojas, capullos y brotes jóvenes usando el estilete de su aparato bucal. (36)

Daños: Los pulgones adultos se mueven lentamente por la planta y se alimentan chupando la savia de las hojas, capullos y brotes jóvenes mediante el estilete de su aparato bucal, produciendo el enrollamiento de las hojas, la deformación de los brotes jóvenes y manchas amarillas o pardas en los puntos de picadura.

Además, los pulgones excretan un líquido azucarado y pegajoso, la melaza, que no sólo cubre la superficie de la planta, también atrae a las hormigas (ya que les sirve de alimento) y favorece la aparición de un hongo, la fumagina o negrilla, que produce manchas negras con aspecto de hollín que dificultan la fotosíntesis y ralentizan el crecimiento. Pueden producir también daños indirectos al transmitir virus de unas plantas a otras. Los pulgones alados que piquen a una planta infectada con algún virus, lo transmitirán al resto de plantas sanas de las que se alimenten a lo largo de su vida. (37)

Mosca blanca

Es un insecto chupador del contenido vegetal de las plantas. En su estado adulto mide de 1 a 2 mm de longitud, su cuerpo es amarillento y tiene cuatro alas cubiertas de una especie de cera. Se caracteriza por ser muy resistente a los insecticidas. (38) Las Moscas blancas son insectos pequeños de color blanco, aunque realmente son amarillas, lo blanco o negro es el color de capas de cera fina que cubren el cuerpo. Las Moscas blancas inmaduras (ninfas) y adultos succionan la savia de las hojas y segregan grandes cantidades de mielecilla que ocasionan la formación de películas de fumagina. Esta interfiere con la fotosíntesis y causa pérdidas en la cosecha (39)

Daños: La larva de la mosca blanca necesita mucha proteína para crecer y, por eso, consume una gran cantidad de savia, que contiene una gran proporción de azúcar. Su exceso se segrega a modo de melaza, produciendo las larvas más grandes mayores cantidades. Los daños que causan las moscas blancas en el cultivo son el resultado de la succión de la savia de las hojas, así como de la segregación de melaza. consumo de savia puede afectar a la fisiología de la planta, debido a lo cual se ralentiza el crecimiento. A la luz solar directa, las hojas pueden marchitarse y caer. Los daños en las hojas pueden influir, a su vez, en el desarrollo de frutos y provocar una disminución de la cosecha. es responsable de la transmisión de virus l consumo de savia y la segregación de melaza por parte de las moscas blancas disminuye el valor estético de los cultivos. Esto es especialmente importante en las



plantas ornamentales. Otros síntomas incluyen la aparición de manchas cloróticas, el amarilleo, la caída de frutos y hojas y la malformación de frutos. (40)

Trips

Los trips son de tamaño pequeño y de forma alargada y aplanada. Los sujetos adultos tienen cuatro alas peludas. Su color puede variar del gris al amarillo o al marrón. Los trips son portadores de virus, principalmente del género Tospovirus (41) Dos especies de trips, *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci*, han adquirido gran importancia a nivel mundial por su capacidad de transmitir virus fitopatógenos a hortalizas (42)

Daños: Los trips dañan las plantas al perforar las células de los tejidos superficiales y succionar su contenido, causando la muerte del tejido circundante. Las manchas gris plata y los puntos negros de sus excrementos delatan su presencia en el cultivo. Disminuye la vigorosidad de la planta debido a la pérdida de clorofila. Si la infestación es grave, las hojas pueden arrugarse.

Los trips occidentales de las flores (*Frankliniella occidentalis*) prefieren alimentarse de los tejidos vegetales en desarrollo, tales como las yemas apicales y las florales. El posterior desarrollo de los tejidos provoca una grave deformación de las hojas y flores e incluso provocar que las yemas florales ni siquiera se abran. En muchos cultivos ornamentales, incluso un número reducido de trips puede causar daños, al transmitir virus o disminuir su valor estético al dañar las flores, ej. las rosas.

El trips occidental de las flores (*Frankliniella occidentalis*) es el principal vector del virus de la marchitez del tomate y del virus de la necrosis apical del tomate. Ambos virus afectan a un amplio rango de plantas y, a menudo, una sola planta huésped puede presentar ambos virus. (40)

Ácaros

Los ácaros, se han convertido en una de las plagas más frecuentes en los cultivos de flores y una de las que han ocasionado mayores pérdidas en el sector, por el daño que ocasionan a las plantas y por los altos costos de control (43) Desde el punto de vista económico, muchas especies de ácaros pueden llegar a constituir verdaderas plagas de cultivos y de productos almacenados, tanto al alimentarse directamente de éstos como al transmitir virus vegetales. (44)

Familia tetranychidae

Es una familia de ácaros (Acari), del orden Trombidiformes. La familia incluye alrededor de 1.200 especies. Generalmente viven en la superficie inferior de las hojas de las plantas, donde fabrican una red protectora de seda. Causan daño a la planta al perforarla para alimentarse. Se conocen varios centenares de especies de plantas que les sirven de alimentación. Su tamaño oscila entre 0,4 y 0,6 mm, en el caso de la hembra adulta, que tiene un aspecto globoso. Presentan coloraciones generalmente oscuras, rojizas, amarillentas, verdes, aunque variables dentro de la misma especie, dependiendo del vegetal del que se alimente y de su edad y fase de alimentación (45)



Tetranychus urticae

La araña roja (*Tetranychus urticae*) es una plaga que afecta a numerosos cultivos en todo el mundo. A pesar de su tamaño pequeño, son capaces de causar daños serios en poco tiempo, debido a su gran capacidad reproductora. La araña roja (*Tetranychus urticae*) es, de lejos, la especie más importante en invernaderos y en muchos cultivos de exterior. (46)

Taxonomía

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo	Chelicerata
Clase	Arachnida
Subclase	Acari
Superorden	Acariformes
Orden	Prostigmata
Suborden	Eleutherengona
Infraorden	Raphignathae
Superfamilia	Tetranychoidae
Familia	Tetranychidae
Género	<i>Tetranychus</i>
Especie	<i>T. urticae</i>
Nombre binomial	<i>Tetranychus urticae</i> C.L. Koch, 1836

Morfología

Pertenecen al orden Acariforme y están incluidos en la familia Tetranychidae. Huevo: suelen ser redondeados y algo achatados. Larva: generalmente de color salmón y redondeada, posee tres pares de patas. Ninfa: los estados intermedios entre larvas y adultos. Poseen cuatro pares de patas. Adulto: machos y hembras suelen ser muy móviles y pueden presentar distintas coloraciones. (3) Especie ovípara. **Figura 2** El huevo es esférico, liso y amarillento, la larva, posee tres pares de patas y es de color amarillento. Las ninfas, al igual que los adultos, poseen cuatro pares de patas. El macho adulto es de color amarillento, con manchas oscuras en su idiosoma, y ojos rojos, posee el cuerpo aplanado y unas patas largas. La hembra de *T. urticae* tiene un color rojo vivo y carece de tubérculos en la base de las quetas dorsales. (47)





Figura 2 Estadios del ácaro *Tetranychus urticae* (46)

BIOLOGIA

La araña roja vive generalmente agrupada en colonias en el envés de las hojas. Produce hilos de seda en gran cantidad, que le sirven de refugio frente a depredadores y acaricidas. Además, se crea un microclima que le protege de condiciones ambientales desfavorables. Posee un ciclo de vida muy rápido, en condiciones óptimas completa una generación en 10 días. Tras la eclosión, los ácaros pasan por varios estadios inmaduros móviles: un estado de larva y dos o tres estadios ninfales (protoninfa, deutoninfa y en caso de existir tritoninfa). Durante la muda el ácaro permanece inmóvil y fijo al sustrato. De la última muda emerge el adulto. (47)

Climatología: Las condiciones óptimas son de altas temperaturas y bajas humedades relativas. Sus máximos niveles poblacionales se encuentran desde principios o mediados de septiembre hasta finales de abril.

Distribución: Se puede localizar en cualquier parte de las plantas y en cualquiera de sus estados evolutivos, preferentemente en la parte sur y en las zonas más altas. Vive sobre hojas, frutos y ramas verdes. La hembra se suele encontrar por toda la hoja, mientras que los machos y larvas, en ciertos cultivos, prefieren el envés. La dispersión del ácaro puede efectuarse por medios propios o a través del hombre, pero el factor decisivo es el viento. (3)

Ciclo de vida

La velocidad de desarrollo del ácaro araña roja depende no solo de la temperatura y la humedad de la planta huésped, sino también de su tipo, edad e incluso también de la variedad de cultivo. Cada hembra de araña roja deposita entre 10 y 20 huevos diarios, lo que equivale a un total de 80 a 120 durante su ciclo de vida, de hasta cuatro semanas de duración **Figura 3**. Los huevos son depositados sobre el tejido de seda. La eclosión de las larvas hexápodas (seis patas) dura entre tres y quince días. Las nuevas larvas son casi incoloras y tienen ojos brillantes de color rojo. Las larvas pasan por tres estadios en un plazo de cuatro a cinco días: protoninfa, deutoninfa y estado adulto. Tanto los adultos como las ninfas tienen ocho patas. (48)



Bajo condiciones favorables (la temperatura optima es de 30 a 32 °C y una humedad relativa de <50%), el ciclo de vida puede completarse entre una y dos semanas, incluido un período de preoviposición de uno a dos días de duración. El cambio a un clima cálido y seco suele acelerar el aumento de la densidad de la población. El ciclo de vida (de huevo a huevo) es de aproximadamente siete días a una temperatura de 30 °C, y de diecisiete días a 20 °C. Por debajo de los 12 °C se detiene su desarrollo. (49)

Únicamente las hembras hibernan en forma de hembras adultas, sin tomar alimento, en plantas o escondidas en grietas y estructuras, o en cortezas de plantas o en la tierra. En interiores, los ácaros reinician su actividad durante el mes de marzo, sin embargo, en exteriores no se manifestarán en las plantas hasta mediados o finales del verano (50)

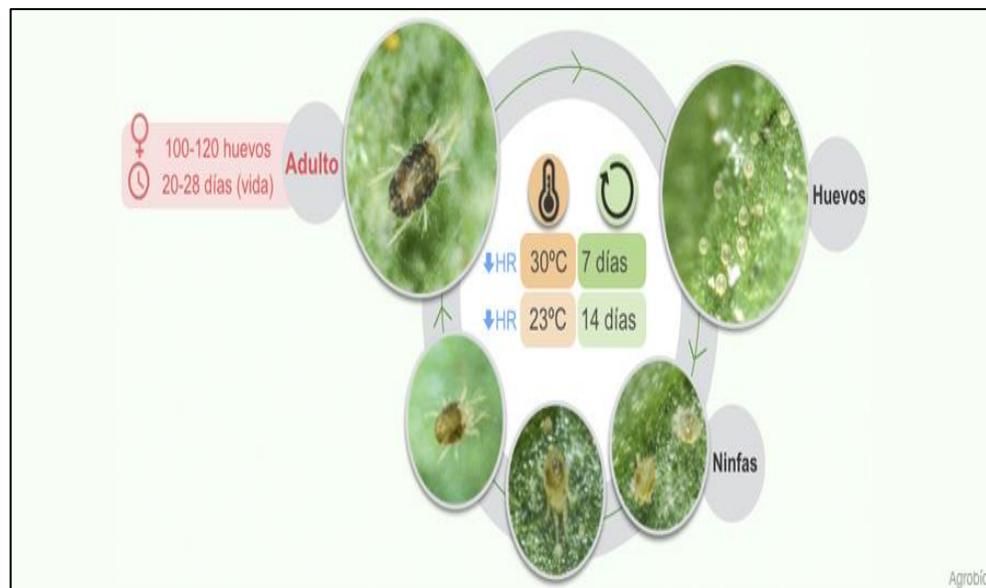


Figura 3 Ciclo de vida de la araña roja (*Tetranychus urticae*) (51)

Daños

La araña roja desarrolla sus colonias en el envés de las hojas y la zona afectada toma una coloración amarillo-herrumbrosa, con una concavidad característica. El haz se abomba y amarillea. Las hojas pueden caer, siendo sensible especialmente a esta defoliación el clementino. También puede vivir sobre los frutos, dando lugar a manchas herrumbrosas difusas por toda la superficie del fruto maduro, que se inician en la zona estilar o peduncular. En caso de fuertes ataques, el fruto aparece de color gris sucio. En el limón da lugar a un síntoma muy característico, ya que produce una mancha de color marrón oscuro denominada “bigote”. (52)

Las larvas, las ninfas y los adultos causan daños en las plantas huéspedes, debido a que se alimentan de su savia. Suelen estar en el envés de las hojas, donde



perforan las células para succionar su contenido. Las células muertas vacías se vuelven amarillas y en muchas plantas los daños también se observan en la capa superior de las hojas, a modo de puntos amarillos. La destrucción de las células disminuye la fotosíntesis, aumenta la transpiración y reduce el crecimiento de la planta. Al aumentar los daños, las hojas se vuelven amarillas y, debido a que se pierde más savia, se produce, eventualmente, la necrosis de la planta. En tomate y pepino, un daño del 30% de la superficie foliar ya puede provocar la pérdida del cultivo. Las ninfas y adultos tejen telarañas, en las que viven los ácaros. y las plantas pueden llegar a estar totalmente cubiertas de las mismas. Las telarañas y los puntos en las hojas influyen en el aspecto del cultivo. Esto es especialmente preocupante en los cultivos ornamentales. (46)

Métodos de control

Químico

La lucha química se debe de empezar a utilizar, cuando se detecte la plaga, sobre todo en los primeros estadios de desarrollo. El tratamiento debe de ir dirigido a los focos, si éstos están bien delimitados. Se ha de prestar atención a las lindes de las parcelas, y bandas de invernaderos, que es por donde suelen producirse la entrada. Debido a la gran resistencia que presentan ante los acaricidas, se debe de alternar las materias activas utilizadas, y por este motivo, intentar evitar en lo posible, los tratamientos preventivo

Biológico

La lucha biológica se realiza principalmente gracias a la acción depredadora que ejercen los ácaros fitoseidos: *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis*.

También son depredadores los coleópteros *Suymus mediterraneus* y *Stehorus spp.*; los neurópteros antocóridos del género *Orius*; y también míridos como *Cyrtopeltis tenuis*; tisanópteros de los géneros *Scelothrips*, *Aelothrips* y *Frankliniella*. Comercialmente existen productos biológicos para el control de araña roja, a base del ácaro *Phytoseiulus persimilis*, que actúa como depredador de huevos, larvas y adultos

MIP

Es la utilización de todos los recursos necesarios, por medio de procedimientos operativos estandarizados, para minimizar los peligros ocasionados por la presencia de plagas. A diferencia del control de plagas tradicional (sistema reactivo), el MIP es un sistema proactivo que se adelanta a la incidencia del impacto de las plagas en los procesos productivos. _(53)

El manejo integrado de plagas (MIP) es una forma de mantener los cultivos de manera que el daño de enfermedades y plagas esté bajo el nivel económicamente aceptable. Eso también reduce el riesgo de la salud humana y el medio ambiente, y también el costo de los productores. El MIP es una combinación de



varias medidas de control de enfermedades y plagas. Antes de tomar medidas de control, es fundamental arreglar la situación de los cultivos para mantener la sanidad vegetal desde el punto de vista de la prevención de enfermedades y plagas. Es decir, la preparación del suelo, abonamiento, riego y drenaje, etc. Además de arreglar la situación física, se requiere atención diaria para saber el estado del cultivo, la aparición de enfermedades y plagas. Eso se realiza por observación. Observar y dar atención a los cultivos son otros elementos fundamentales para el MIP. (54)

La terminología de Manejo Sustentable o Integrado de Plagas (MSP o MIP) aunque nuevo en concepto, ha sido practicado por los agricultores desde hace milenios, cuando combinaban diferentes métodos de control en forma armónica para reducir los problemas de las plagas. Los Científicos de control biológico de la Universidad de California popularizaron esta terminología y ampliaron el concepto. La definición más aceptada según el panel de expertos de la FAO (Food and Agricultural Organization) es que el MIP (MSP) constituye un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del ambiente asociado y la dinámica poblacional de las especies bajo estudio, utiliza todos los métodos y la tecnología adecuada de manera compatible para mantener la densidad poblacional de plaga a niveles subeconómicos conservando a la vez la calidad ambiental. (55) El control integrado significa un método de regulación de las poblaciones de las plagas. MIP es un componente o elemento del manejo de los recursos que tiene influencia sobre la conservación y disponibilidad espacio-temporal de otros recursos (desarrollo sostenible), los valores ecológicos, socioeconómicos, culturales, religiosos, políticos y las decisiones y consecuencias subsecuentes. (56)

Fundamento ecológico

Es fundamental conocer el funcionamiento de los ecosistemas, desde el punto de vista físico (temperatura, humedad, luminosidad, etc.), químico (pH, nutrientes del suelo, contaminación, etc.), mecánico (textura, estructura del suelo, etc.), meteorológico (vientos, pluviometría, etc.) y finalmente conocer a cada una de las especies animales y vegetales en esa comunidad y cómo interactúan y se afectan entre sí. Esta necesidad de conocer cada uno de estos factores, nos demanda realizar monitoreos periódicos y constantes para observar el comportamiento de los mismos a través del tiempo. Para aplicar un sistema MIP, es imprescindible desarrollar tecnología y modelos a partir de investigar la dinámica poblacional, el control natural, los umbrales de daño económico y finalmente todas las metodologías posibles de control considerando el impacto de estas prácticas a nivel del ecosistema. Conocer muy bien a una plaga determinada, nos permitirá oportunamente planear, programar, organizar, integrar y predecir todos los métodos posibles de control. La información que obtengamos, nos facultará para diagnosticar la situación con respecto a esta plaga antes que ella se desarrolle. Es importante destacar que el MIP debe ser específico para cada una de las especies que tienen comportamiento de plagas, es decir, cada una de éstas tiene una manera de



relacionarse con su hospedante y con los factores naturales con los que interacciona de manera específica, por tanto, para cada situación existirán tantos modelos MIP como plagas tenga.

Paradigmas

Todo el concepto del MIP está fundada en relación con la sustentabilidad. Con esta clase de manejo, los investigadores y practicantes de manejo de plagas, en realidad, se tratan de buscar un manejo sustentable de los recursos, en este caso, tanto lo recursos bióticos (las especies plagas y los enemigos naturales), como otros insumos orgánicos e inorgánicos. se puede denominar también, Manejo Sustentable de Plagas.

- Conocimiento del ecosistema y la fuerza natural. Aquí debemos tomar en cuenta la biología, la fenología, el comportamiento y la ecología de la planta(s), plaga(s) y los enemigos naturales (depredadores parasitoides, patógenos) para evaluar la mortalidad en el espacio y el tiempo.
- Prevenir acciones que ocasionen el desequilibrio ecológico, es decir, utilizar los métodos y tecnologías de manejo de una manera racional y con base a los fundamentos ecológicos y de sustentabilidad. 1) Usar métodos ecológicos. 2) Buscar el rendimiento óptimo (a largo plazo) y no rendimiento máximo (a corto plazo). 3) Desarrollar esquemas sólidos de muestreo para la detección y el Monitoreo, y la estimación de la población de los organismos. 4) Desarrollar umbrales y niveles de daños económicos (5) Usar productos químicos solamente cuando sean necesarios y en el lugar requerido.
- Usar métodos múltiples de supresión. En el MIP, es inapropiado depender en un solo método del manejo como se hacía de manera tradicional en CP (Control de Plagas), en donde el énfasis era siempre sobre el uso de los plaguicidas. Aquí, la filosofía del manejo Sustentable e Integral de Plagas, nos lleva hacia la utilización de múltiples métodos de manejo, ya que los distintos tipos de métodos manejo, apoyan de forma colectiva a mermar diferentes eslabones débiles en el ciclo de vida de las especies plagas. Por tanto, el uso colectivo de varios métodos de manejo ofrecerá mejor resultado en cuanto al manejo seguro y racional de las especies plagas. 1) Control biológico. 2) Control cultural. 3) Control microbiano. 4) Control químico. 5) Control mecánico y físico. 6) Uso de plantas resistentes a las plagas. 7) Control regulatorio (reglamentos oficiales fitozoosanitarios). 8) Control genético. 9) Control vía el uso de las feromonas. 10) Uso de los reguladores del crecimiento. 11) Esterilización o método autocida. 12) Atrayentes. 13) Uso de alelomonas. 14) Uso de repelentes. 15) Promover la diversidad ecológica del ecosistema.



- Educación en información al público e incluso a los profesionistas de la entomología económica, de la industria de los plaguicidas y de las dependencias de gobierno. El MIP requiere la cooperación de todos los especialistas de los campos relacionados con la utilización y el aprovechamiento de los recursos naturales. Como consecuencia, el uso de MIP o MSP causaría un cambio positivo de actitud en el público, algo que es difícil por su naturaleza cultural más, sin embargo, alcanzable y en pro de sustentabilidad. (55)

Factores que influyen en la densidad de población

Factores independientes

Clima y Meteorología Las condiciones climáticas afectan a todos los individuos de una población por igual independiente al tamaño de dicha población. Migración Tampoco tiene relación con el tamaño de la población, sino que con factores de temperatura, fotoperiodo y balances hormonales de las especies que componen una población. Estos factores definen cuando deben migrar, lo que generalmente se produce en una determinada época del año.

Factores dependientes

Dispersión Desde el punto de vista de esta clasificación, no debemos confundir Migración con la Dispersión, que es el desplazamiento y la necesidad de algunos individuos que pertenecen a una determinada población, a movilizarse y buscar nuevas fuentes de alimentación y protección cuando se ha generado un aumento significativo en su población inicial, tornándose crítico el sustento de recursos y energía para todos ellos, y en especial, si las condiciones ambientales son favorables otorgando nuevos recursos que se distribuyen más ampliamente. Ejemplo: Floración de Rosa Mosqueta, que favorece el crecimiento poblacional y dispersión del Ratón de Cola Larga (*Olygorisomis longicaudatus*). Depredación y Parasitismo Cada especie de plaga interactúa con su enemigo natural mediante dos mecanismos: atacándolo directamente (como patógeno, parásito o depredador) o indirectamente compitiendo por los recursos o espacios disponibles en el hábitat. Mientras mayor sea el tamaño de la población, mayor será también la probabilidad de interacción con sus enemigos naturales y esto se debe a que a medida que crece el tamaño de la población plaga, proporcionalmente aumentará la población de sus enemigos naturales. Competencia Interespecífica Se refiere a la competencia que realizan dos poblaciones de especies distintas por obtener recursos y espacio de un mismo hábitat. Por lo general, en este tipo de competencia, una de las especies termina por ceder frente a la presión de la otra. Competencia Intraespecífica Se refiere a la competencia entre individuos de una misma especie, en este caso los individuos compiten por abrigo, alimentos, espacios físicos, refugios, reproducción, etc. A medida que aumenta el tamaño poblacional, también tiende a aumentar la competencia entre estos individuos. (57)



Control biológico

El Manejo Integrado de Plagas con control biológico, consiste en manejar una población de plaga utilizando técnicas compatibles para reducir y mantener está en niveles muy bajos, de manera que no afecten el estado financiero de la empresa intervenida. (58)

Corresponde a una nueva y amplia forma de controlar las plagas, y se basa en el uso de organismos que puedan actuar como depredadores o controladores naturales, ya sea cazándolos, compitiendo por recursos y espacio o enfermándolos, hasta finalmente reducir las poblaciones plagas. Un ejemplo de estas medidas son las siguientes: Cetrería, es decir, el uso de aves rapaces para el control de aves y roedores. Muy efectivo contra palomas y otras bandadas de aves que acechan y atacan especialmente los monocultivos de guindos, ciruelos, uvas, entre otros. Microorganismos patógenos. Algunos están en fase de investigación, pero hasta el momento han demostrado ser muy efectivos por ser letales y selectivos. Un ejemplo, son los hongos entero patógenos (*Beauveria bassiana* y *Sphecophaga vesparum*) que se están utilizando para el control de las chaquetas amarillas. Estos microorganismos tienen la particularidad de enfermar a las avispas, de tal forma que ellas disminuyen la postura de huevos y su actividad física en general. Las avispas descuidan sus labores cotidianas fundamentales para la supervivencia que requiere la colonia, como es la mantención de la limpieza, el forrajeo, la captura de alimentos, etc., por lo que al poco tiempo estos nidos colapsan y mueren. Uso de feromonas (57)

Control biológico como la base. Cuando la plaga clave es controlada por los enemigos naturales, el control biológico forma la base del sistema del manejo de las plagas de cualquier cultivo. En el Estado de California, USA, el control de la escama algodonosa de los cítricos, *Icerya purchasi*, por el escarabajo, *Rodolia cardinalis*, estableció la necesidad de la conservación de este depredador en las zonas citrícolas. Los requisitos de la conservación de este depredador influenciaron las decisiones y las opciones del control de otras plagas de los cítricos. La relevancia de control biológico como el eje central para de MIP ha sido bien documentado. (59)

Control biológico y químico como las bases. No todas las plantas tienen una estrategia definida del control para que forme la base de un sistema del manejo de plagas. La planta puede que no tenga plagas clave o que las plagas pueden estar sujetas al control químico o control biológico. En estos sistemas, existen varias opciones para el control de las plagas, y uno puede inclinarse a una de estas opciones como el uso de los productos químicos, el control cultural, el control biológico o la utilización de los cultivos resistentes a las plagas, como un método dominante en el sistema de manejo de plagas. Por ejemplo, en muchas regiones de USA, la fresa es afectada por las arañas rojas, la chinche *Lygus*, y el hongo *Botrytis cinerea*. Las arañas rojas se pueden controlar mediante el acaricida o los ácaros depredadores. Las chinches no se pueden controlar fácilmente mediante los métodos biológicos dentro de un campo en la misma estación, pero si se pueden controlarlo regionalmente (varios campos) por un parasitoide importado



desde Europa. Por otra parte, el hongo se puede controlar mediante la utilización de hongos antagonistas que son distribuidos por los polinizadores. En este sistema como se puede apreciar existen varias opciones de control. La selección de cada uno de los métodos de control afecta los resultados de control de otras plagas de forma significativa. La selección del control químico reduce la probabilidad del éxito del control biológico, mientras que, al seleccionar el control biológico, uno incrementa la probabilidad del control biológico de otras plagas del cultivo. El uso de plaguicidas en contra del chinche nulifica el efecto de la liberación de los ácaros depredadores en contra de las arañas rojas de la fresa, resultando pues en la utilización de acaricidas en contra de esta plaga. El uso de fungicidas en contra del hongo, disminuye la tasa de reproducción del ácaro depredador, haciendo menos probable el control biológico de la araña roja. (55)

Se pueden disminuir algunos conflictos entre estos dos métodos mediante, por ejemplo, modificar el producto químico para reducir sus daños o utilizar aquellos enemigos naturales que son resistentes a los plaguicidas. Se puede disminuir el daño de los enemigos naturales por los plaguicidas mediante tres métodos:

1. La reducción de la cantidad o la frecuencia de aplicación. Las técnicas para este caso son: aplicar los plaguicidas en hileras alternas; usar tasas menores de los productos químicos; realizar monitoreo sólido para evitar el uso innecesario de los plaguicidas; y ajustar los tiempos de aplicación para evitar los periodos más sensibles para los enemigos naturales.
2. El empleo de los plaguicidas fisiológicamente selectivos que son más seguros en contra de los enemigos naturales. Se obtiene la selectividad en base a las pruebas de tamizado (screening) y se utiliza el producto menos dañino en contra de los organismos benéficos.
3. La alteración de las técnicas de aplicación para reducir el contacto de los productos químicos con los organismos benéficos. Se puede obtener este objetivo mediante la utilización de los plaguicidas estomacales en lugar de los de contacto (salvo algunos de los enemigos naturales); uso de los reguladores de crecimiento; empleo de feromonas; o la aplicación del control microbio. Hay que tener muy presente que la reducción poblacional de los enemigos naturales es mucho más dañina al inicio de la estación (cuando la población de estos es muy baja) comparado con la misma cantidad de la reducción, pero más tarde durante el ciclo del cultivo. (57)

De acuerdo con Huffaker (1985), la premisa del control biológico descansa en que bajo ciertas circunstancias muchas poblaciones son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales. Este efecto se origina de la interacción de ambas poblaciones (plaga y enemigo natural), lo cual implica una supresión del tipo denso dependiente que se traduce como el mantenimiento de ambas poblaciones en equilibrio. Bajo este concepto la población del enemigo natural depende a su vez de la población de la plaga, es decir, la interacción de poblaciones significa una regulación y no un control. (60)



Actualmente, el manejo responsable del suelo, la sostenibilidad medioambiental y el uso de controladores biológicos constituye un aspecto promisorio. Existen dos tipos de control biológico con hongos, para el control de enfermedades de plantas y para el control de insectos. Los agentes de control biológico permiten reducir significativamente la aplicación de agroquímicos, siempre y cuando se trate el problema bajo un Manejo Integrado de plagas (MIP), que es una alternativa racional y sostenible para la protección de los cultivos, donde se utiliza una combinación de métodos biológicos, culturales y químicos de una forma compatible para obtener un control satisfactorio con consecuencias favorable en lo económico y al medioambiente. (61)

Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, encontrándose presentes en forma natural en el medio ambiente, en el suelo, en restos de cultivos, sobre los cadáveres de insectos, obteniendo su nutrición de otros organismos o de materia orgánica.

Los hongos entomopatógenos más importantes utilizados en el control de insectos plaga, son *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea* e *Hirsutella thompsonii*. Estos hongos pertenecen a la clase Deuteromycete, orden Moniliales, familia Moniliaceae, las cuales afectan a una serie de insectos plaga de diferentes órdenes que causan daños en cultivos de importancia económica.

Así mismo, se describe la producción de *Pochonia chlamydosporia*, un hongo nematófago que se utiliza en campo para el control de nematodos como *Meloidogyne incognita* y otros nematodos fitopatógenos que afectan a diversos cultivos.

Lecanicillium lecanii

Lecanicillium es un género de hongos del orden Moniliales. Son hongos entomopatógenos de reproducción asexual, que anteriormente eran ampliamente conocidos como *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas. (62)

Consta de diferentes cepas, que presentan un abanico muy amplio de hospedadores, aunque no actúa necesariamente como parásito obligado, ya que puede vivir también de forma saprofita, sobre la materia orgánica seca. En cuanto a sus esporas, pueden sobrevivir durante periodos muy largos de tiempo, tanto en la tierra como en líquidos aireados (63)



Taxonomía

Reino	Hongo
División	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Cordycipitaceae
Género	Lecanicillium
Especies	<i>L. lecanii</i>
Nombre binomial	<i>Lecanicillium lecanii</i>
R. Zare & W. Gams, 2001_(64)	

Modo de acción

Actúa por contacto. Resulta efectivo para el control de todos los estadios de la Mosca blanca y con una acción secundaria sobre trips. Las Esporas se adhieren firmemente a la cutícula de los Insectos, penetran la cutícula y el tejido fino se ve afectado en el plazo de 48 horas después de la infección. La penetración del hongo en el huésped ocurre a través de la cutícula o por vía oral. Cuando la penetración se da por la cutícula intervienen lipasas, quitinasas y proteasas que descomponen el tejido y facilitan la penetración de la espora. El tubo germinativo de la conidia invade directamente, produciendo apresorios que penetran la epicutícula, dando lugar a las hifas dentro de la cavidad del insecto, las cuales se desarrollan en el hemocele y circulan en la hemolinfa.

Las esporas también pueden germinar en la melaza que segrega la mosca blanca o sobre los Carbohidratos que se adicionan al producto comercial, infectando posteriormente a los insectos. Durante el proceso de invasión del hongo se producen una gran variedad de metabolitos tóxicos (ej. Ácidos hidroxicarboxílicos, Ácido dipicolínico, Fenilalanina anhidra, dimetoxi-P-benzoquinona, aphidicolina, Ácido picolínico).

Los síntomas de la enfermedad en el insecto son la pérdida de sensibilidad, incoordinación de movimientos, obstrucción mecánica de los conductos respiratorios, agotamiento de las reservas, interrupción de los órganos y parálisis. El insecto muere después de la producción de una gran cantidad de hifas y queda momificado.

El micelio del hongo se observa primero en partes blandas de los insectos y en días posteriores se incrementa a todo el cuerpo hasta finalmente cubrirlo. En el caso de las moscas blancas, las Larvas y Pupas muertas, son de color amarillo pálido a oscuro, rugosas y ya sin brillo. Pasado un tiempo y con unas condiciones de alta humedad relativa, el hongo puede crecer fuera de la cutícula y comenzar a esporular, cubriendo al insecto con una pelusa fúngica blanca.

Los primeros síntomas de la infección por el hongo pueden verse pasados entre 7-10 días. Dos semanas después de la pulverización son claramente



visibles. No deja residuos peligrosos ni en las Hojas ni en la fruta, no causa efectos tóxicos al ser Humano, Pájaros, Peces o Mamíferos. (65)

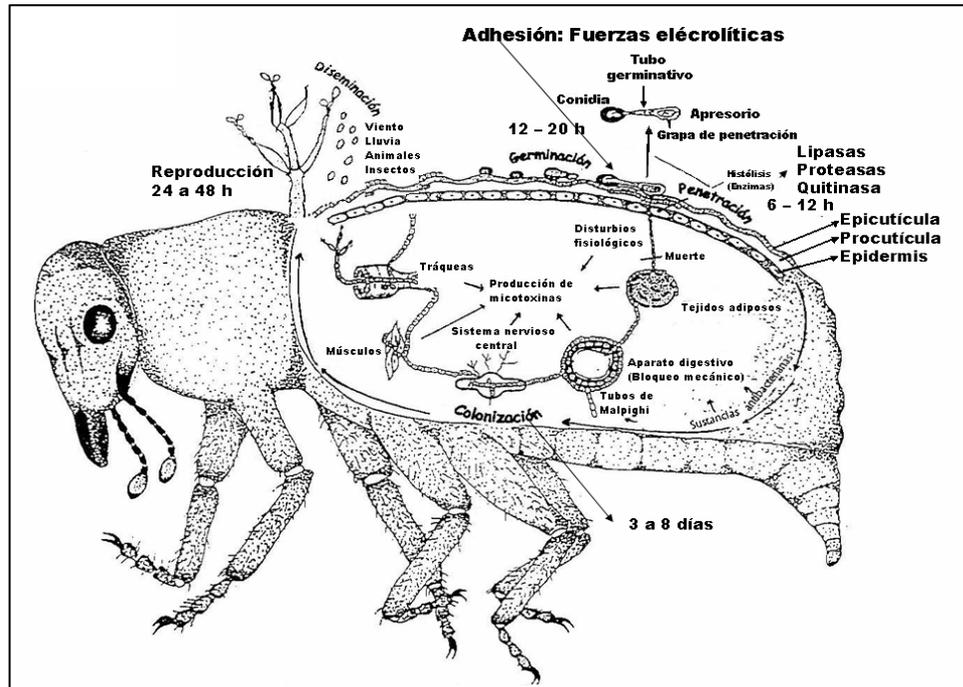


Figura 4 Ciclo de *L. lecanii* en el insecto (66)

Las etapas en el desarrollo de la micosis son:

1. Adhesión de la conidias a la cutícula del insecto

Es el contacto de la unidad infectiva del hongo o conidias con la superficie del insecto. Las responsables de esta unión son las características físicas y químicas de las superficies tanto de la conidias como de la superficie del insecto. En algunos hongos la adhesión es un proceso no específico, mientras que en otros es un proceso específico. En este proceso participan algunas glicoproteínas que sirven como un receptor específico para las conidias. Las zonas de adhesión, son las regiones intersegmentales o zonas blandas.

2. Germinación de la conidias

Es el proceso mediante el cual, la conidia o espora sobre el integumento del insecto, germina emitiendo un tubo germinativo, formando luego un apresorio con el cual se fija en la cutícula. El tubo germinativo puede ser largo o corto y en algunos casos no llega a formarse. El tiempo de germinación dependiendo de la cepa es de 12 a 20 horas.

3. Penetración del integumento

La penetración de la cutícula del insecto, ocurre como resultado de la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica ejercida por el tubo



germinativo. En este proceso participa un mecanismo físico y otro químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe la áreas esclerotizadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasa y quitinasas, las cuales degradan el tejido de la zona de penetración, lo que facilita la penetración física. El tiempo de penetración es de 8 a 12 horas

4. Multiplicación del hongo en el hemocele

Una vez que el hongo llega al hemocele, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, en forma de levaduras o desarrollo por gemación, produciendo formas miceliales libres y unicelulares llamados blastosporas.

5. Producción de toxinas

Los hongos producen toxinas que matan al insecto, aunque algunos hongos aparentemente no poseen toxinas y matan al insecto al consumir todos sus nutrientes. Las toxinas son sustancias de baja toxicidad para mamíferos pero muy tóxicos para artrópodos, causando la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas, produciendo la degeneración de los tejidos producto de la pérdida de integridad estructural de las membranas seguido de la deshidratación de las células por pérdida de fluido, además actúan como inhibidores de las reacciones de defensa del insecto. Las toxinas producidas pueden ser enzimas, las cuales son secretadas en cantidades significativas tanto en el cuerpo del insecto como en medios de cultivo (lipasas, glicogenasas, amilasas y quitinasas), o metabolitos secundarios, cuya producción es una propiedad genética de los hongos, pudiendo ser afectada por diferentes factores como nutrientes, pH, temperatura, etc.

6. Muerte del insecto

La muerte del insecto infectado, ocurre generalmente antes de que el hongo colonice totalmente el hemocele del insecto, debido en gran parte a la acción de las toxinas. Con la muerte del insecto finaliza la fase parasítica y se inicia la fase saprofita. El tiempo de la muerte depende de la cepa del hongo, del hospedante y de las condiciones ambientales.

7. Colonización

Una vez muerto el insecto, el micelio invade todos los órganos y tejidos. Después de la colonización, en la mayoría de los casos los hongos producen sustancias antibacteriales que impiden la descomposición del insecto manteniéndolo como una momia, también puede presentarse el cambio de color en el cadáver del insecto. El tiempo que dura la colonización es de 3 a 8 días, dependiendo de la cepa del hongo

8. Emergencia

Después de muerto el insecto, si las condiciones de humedad relativa ambiental son favorables, (\geq a 90%) el hongo emerge al exterior a través de la cutícula principalmente a través de las zonas menos esclerosadas, y esporulan sobre el cadáver produciendo inóculo para infectar a otros insectos. Si las



condiciones externas no son favorables, el hongo permanece en el interior del insecto, protegido por el integumento, donde puede sobrevivir por algunos meses, hasta que lleguen las condiciones favorables para su esporulación.

9. Esporulación

Cuando las hifas emergen al exterior y si las condiciones de humedad relativa son favorables, ocurre la producción de conidios o esporas en un período de 24 a 48 horas. En esta fase el insecto muerto adquiere la coloración característica del hongo involucrado.

10. Diseminación

Las conidias o esporas del hongo que son las unidades infectivas se diseminan por medio del viento, lluvia, animales, hombre, buscando nuevos hospedantes para iniciar el proceso de infección. La dispersión puede ser un proceso activo o pasivo, dependiendo de las características de la conidia y del esporangio. (66)

Descripción

Presenta micelio tabicado, conidióforos simples o verticilados, más anchos en la base y adelgazándose hacia los extremos, en donde se encuentran las conidias agrupadas en cabezuelas, rodeados de una sustancia mucilaginosa, unicelulares, hialinos, forma cilíndricos a ovoides. Este hongo cubre con un micelio de color blanco a sus hospederos, rodeándolo como con un halo, de allí que se le conoce con el nombre de “hongo blanco de la corona”. (66)

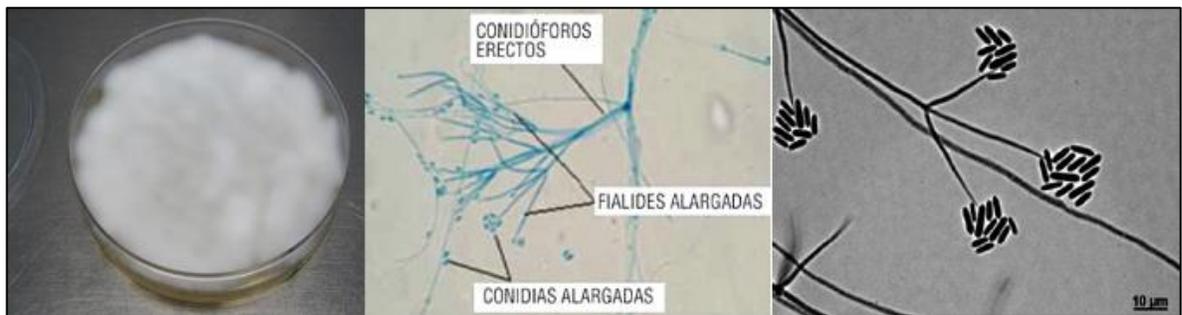


Figura 5 imagen macro y microscópica de *L. lecanii* (67)

Colonia: En Sabouraud Dextrosa Agar (SDA) o en Papa Dextrosa Agar (PDA) blanco amarillento compacto y revés amarillo intenso. A los 10 días alcanza un diámetro de 15 a 25 mm, la colonia es generalmente simétrica. Conidióforo: no se diferencia mucho de las hifas somáticas, pero de trecho en trecho sostiene a los fiálides.

Fiálides (células conidiógenas): erectos, anchos en la base y terminan en una punta delgada por donde salen las conidias. Generalmente en grupos de dos a seis, aunque también hay algunos solitarios. Miden de 11 a 30µ de largo x 1.5 a 2µ de diámetro, son ligeramente anchos en la base y van adelgazando hacia



la punta. **Figura 5** Conidias: salen del extremo de los fiálides en grupos formando cabezuelas. Son elipsoidales de 2 a 4 x 1 a 1.5 μ . Son uniformes en cuanto a forma y tamaño dependiendo del aislamiento (68)

Importancia

La importancia del estudio de hongos entomopatógenos potencialmente útiles para el control biológico de plagas agrícolas, de jardines y de vectores de los agentes causantes de enfermedades debido a la posibilidad de limitar el uso de plaguicidas y otros productos químicos por el uso de este hongo y así atenuar sus efectos adversos como contaminantes del ambiente, favoreciendo de esta manera el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas terrestres y la conservación de recursos naturales (69)

Biología

Lecanicillium lecanii Según laboratorios fitosanitarios costarricenses, *Lecanicillium* spp. posee cepas como *L. lecanii* que están potencializadas para el control de insectos comunes en ambientes protegidos y en campo abierto, de manera que se considera un hongo entomopatógeno, antagonista y nematófago, el cual es utilizado para combatir ciertas plagas agrícolas como la mosca blanca, trips, cochinillas y áfidos (Obregón, 1999).

L. lecanii al igual que otros hongos entomopatógenos no necesitan ser ingeridos por el insecto pudiendo ocurrir la infección por contacto y adhesión de las esporas a las diferentes partes corporales del mismo, de manera que la adhesión de las conidias a la cutícula del hospedero es la etapa inicial del proceso patogénico. Generalmente las conidias del hongo compiten con la microflora cuticular al entrar en contacto con el insecto, produciendo un tubo germinativo el cual tiene la capacidad de que se ramifique y disperse al interior del cuerpo del hospedante generando una esporulación blanquecina, provocándole la muerte. (70)

El hongo *Lecanicillium lecanii* se conoce por su amplio rango de hospederos; sin embargo, aún hoy día se realizan investigaciones en cuanto a su mecanismo de colonización sobre algunos nematodos. Un estudio realizado por Meyer, Roberts y Wergin (1998) reveló que *L. lecanii* puede llegar a ser un potencial controlador de nematodos como *Heterodera glycines*, *H. schachtii* y *Globodera pallida* llegando a afectar huevos reduciendo así la densidad poblacional de la plaga. Poco después, otro estudio realizado por Meyer y colaboradores establecieron que este hongo puede desarrollarse benéficamente en asociación con las raíces de soja en condiciones in vitro, pero es un pobre colonizador de la rizosfera en el medio ambiente. (71) En Cuba en las últimas décadas se han desarrollado investigaciones en base a las distintas tácticas de manejo de poblaciones de *Meloidogyne* spp. entre las que se destaca el uso de agentes de control biológico por lo que en la actualidad se cuenta con bionemáticas efectivos que se producen a escala comercial o se encuentran en desarrollo, entre ellos se caracteriza un producto denominado NEMACID® el cual fue desarrollado por el Instituto Cubano de Investigaciones de



los derivados de la caña de azúcar, a partir de efluentes de la fermentación del hongo *L. lecanii* , el cual genera a muerte en juveniles y huevos de *Meloidogyne incognita*, acción que se le atribuye a la presencia de metabolitos y enzimas proteolíticas y lipolíticas (72)



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de *Lecanicillium lecanii* cepa Elite en el control de ácaros fitófagos *Tetranychus urticae*, del cultivo de *Rosa* sp.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar el comportamiento de los tratamientos con *Lecanicillium lecanii* en función del porcentaje de incidencia y el número de la población de ácaros *Tetranychus urticae* (individuo móviles y huevos) en el cultivo de *Rosa* sp.
- Determinar el establecimiento del hongo *Lecanicillium lecanii* mediante su presencia en el montaje de cámara húmeda y calidad del producto.
- Establecer la eficacia del producto biocontrolador a través del porcentaje de control de la población de ácaros en montajes in vitro.



METODOLOGIA

Área de estudio

El estudio se llevará a cabo en la finca comercial de Elite Flower Farmers S.A.S (figura 1) que se encuentra localizada a $4^{\circ} 46' 47''$ N $74^{\circ} 19' 26''$ W en el municipio de Facatativá, Cundinamarca.

El Municipio de Facatativá se encuentra ubicado geográficamente en el extremo occidental de la Sabana de Bogotá, a 36 km de Bogotá, con coordenadas de $4^{\circ}48'53''$ N $74^{\circ}21'19''$ O, cerrándose en dos ramificaciones de la Cordillera Oriental. Facatativá tiene un área total de 15800 ha, de las cuales 623 conforman el casco urbano y una altura promedio de 2586 m.s.n.m. Presenta un clima oceánico, los veranos son cortos; los inviernos son cortos, frescos y mojados, está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 7°C a 19°C y rara vez baja a menos de 3°C o sube a más de 22°C . (73) El territorio en que se acentúa actualmente, al igual que la mayor parte del Altiplano Cundiboyacense, formó parte de una gran extensión hídrica; dato del que da evidencia la presencia de aguas subterráneas y de humedales. (74)

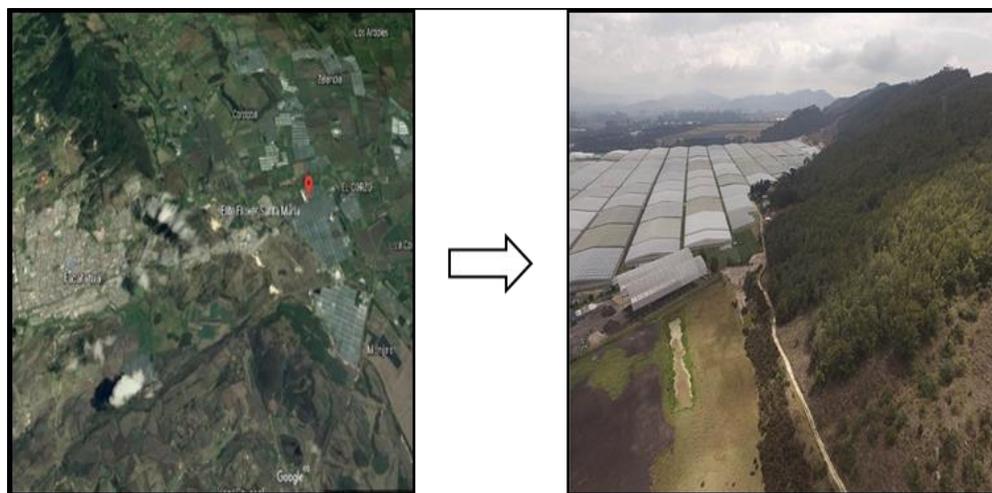


Figura 6 Área de estudio y finca comercial Elite Flower Farmers



Unidad experimental

Para esta evaluación, se utilizaron medias naves constituidas por 5 camas, para cada uno de los tratamientos.

Número de réplicas

Se realizaron 5 réplicas (camas) por tratamiento

Variables a evaluar:

- **Incidencia del blanco biológico (*Tetranychus urticae*)**
 1. Monitoreo ácaros (huevos y adultos)

- **Establecimiento del hongo entomopatógeno (*Lecanicillium lecanii*)**
 1. Temperatura
 2. Humedad
 3. Crecimiento en caja de Petri

- **Pruebas de viabilidad de ácaros**
 1. Porcentaje de muertes a las 0, 24,48, 72, 96, 120, 144 horas de exposición

Variables control:

- pH (agua origen y mezcla)
- Conductividad eléctrica (agua origen y mezcla)
- Dureza del agua (agua origen y mezcla)
- Lectura de Germinación y Concentración *Lecanicillium lecanii*

Metodología de campo

El ensayo inicio con la selección de un bloque (**Figura 7**) de la finca comercial con producto Rosa sp., en donde se eligieron cuatro medias naves (una por nivel de tratamiento), de la cual cada media nave está constituida por cinco camas (**Figura 8;Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) definiendo así que una nave es una unidad experimental y cada cama es una réplica. Los tratamientos definidos son:



Tabla 2 Definición de tratamientos

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS
Tc: Rotación finca (Químicos)	Químicos	-
T ₁ : <i>Lecanicillium lecanii</i>	<i>Lecanicillium lecanii</i>	4cc/L
T ₂ : <i>L. lecanii</i> + Rotación finca	<i>L. lecanii</i> + Ingrediente activo (Silicio modificado)	4cc/L + 1mL/L

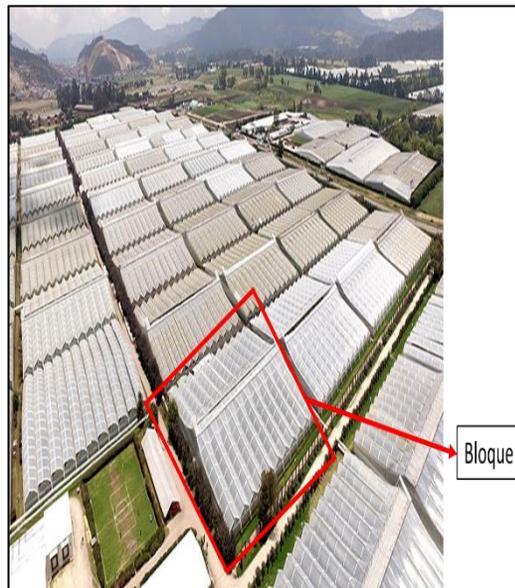


Figura 7 Ejemplificación de un bloque en la finca.



Metodología de laboratorio

- Para el objetivo segundo / Cámara húmeda in-vitro

Con las muestras de hojas recolectadas en campo se emplearon para realizar montajes en cámara húmeda in vitro, en donde se utilizó agua destilada, cajas de Petri estériles, pinzas, servilletas estériles y tijeras.

Se recortaron con las tijeras las servilletas en forma de círculo y se colocaron en la caja de Petri esta se humedeció un poco con agua destilada. Luego de esto se tomó el material vegetal limpio y con pinzas se pone en la caja de Petri ya adecuada, esta se selló con vinipel, se etiquetó con la información respectiva (fecha de montaje, bloque, tercio y cultivo) y se almacena en el cuarto de incubación durante 8 días para la posterior lectura (**Figura 9**).

Esto se realiza con el fin de identificar si hay crecimiento y por tanto establecimiento del hongo.

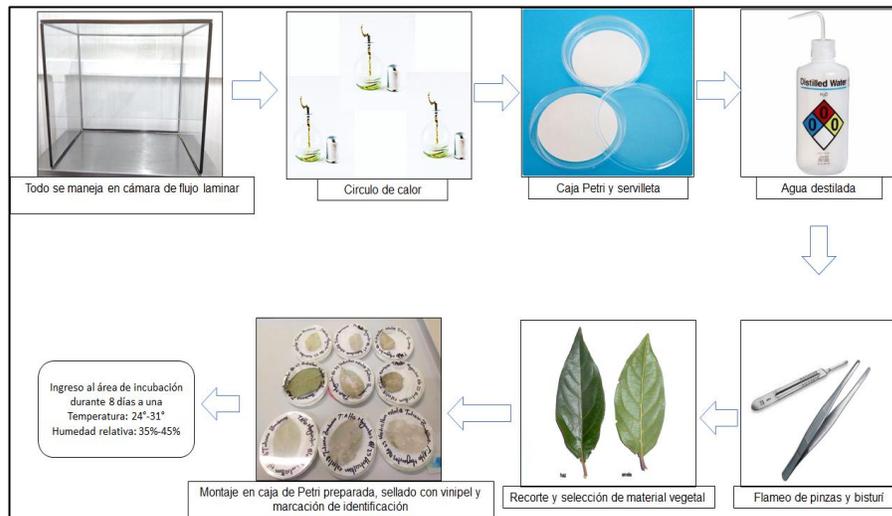


Figura 9 Metodología montaje de cámara húmeda en caja de Petri.

- Montaje de concentración de esporas:

Se tomará el producto a evaluar en un tubo de ensayo estéril, este tubo se nombrará muestra patrón o dilución 10^0 , se tomarán 3 tubos de ensayo cada uno con 9ml de agua destilada estéril se marcan los tubos de 10^1 , 10^2 , 10^3 y se realizan diluciones seriadas del producto, se tomará 1ml de muestra del tubo dilución 10^0 y se pasará al primer tubo de ensayo 10^1 de este tubo se tomará 1ml de muestra y se pasará al segundo tubo 10^2 , se tomará 1ml de muestra del tubo de ensayo 10^2 y se pasará al tubo de ensayo 10^3 , dilución 10^3 , lectura de esporas a una concentración mínima de 1×10^8 esporas/gramo, se realiza registro de crecimiento y control.

Figura 10



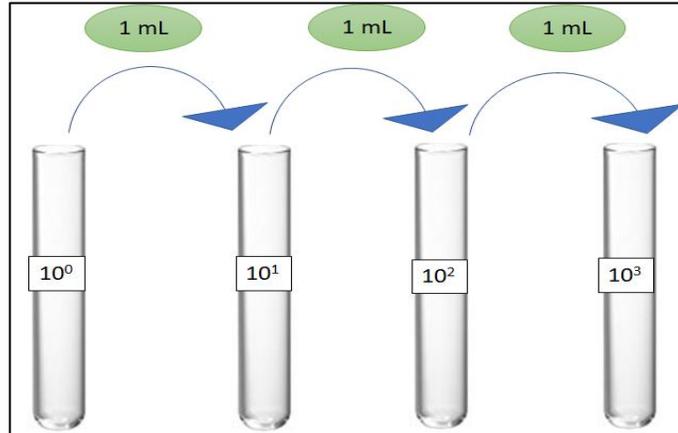


Figura 10 Descripción de la metodología de concentración de esporas

- Montaje de germinación de esporas:

Se obtuvo el producto a evaluar en un tubo de ensayo estéril, se llevó a cabo la siembra en agar-agar distribuidos en cinco puntos de la caja de Petri, luego de esto se realizó la lectura de germinación de esporas con azul de lactofenol a las 48 horas de sembrado

Figura 11. Realizando conteos de esporas germinadas y no germinadas, los datos fueron registrados en la base de datos.

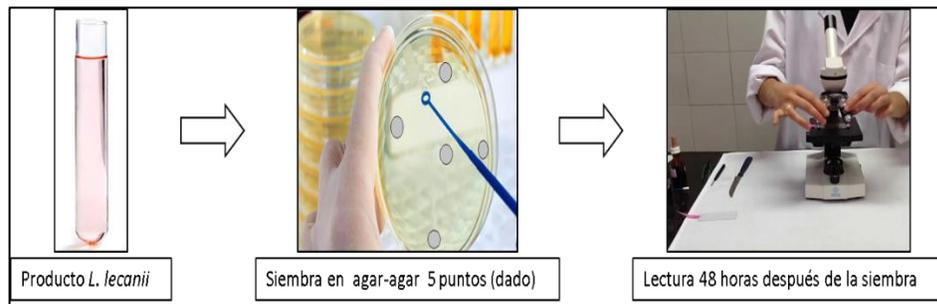


Figura 11 Metodología de germinación

- Para el objetivo 3 / Metodología de eficacia – porcentaje de control de ácaros: Se realizaron muestreos de ácaros después de las aplicaciones, de los diferentes tratamientos, estos se trasladaron al laboratorio de pruebas de eficacia para realizar el montaje in vivo, donde se evaluó viabilidad de individuos (ácaros en estadio, huevo, ninfa y adulto) de *T. urticae*. Realizando lecturas de los montajes las 24,48,72,96, 120 y 144 horas, donde se observó el establecimiento y/o



comportamiento por efecto de los tratamientos. Los individuos que fueron muriendo se sembraron en PDA para determinar si la causa de muerte fue por el control biológico empleado.

Porcentaje de eficacia de Henderson-Tilton (PEHT):

$$100 * \left(1 - \frac{N_t * N'_0}{N_0 * N'_t}\right)$$

Siendo:

No = Infestación (o densidad relativa) de la plaga en la unidad de observación del ensayo en la que se evalúa el pesticida inmediatamente antes de su aplicación.

Nt = Infestación (o densidad relativa) de la plaga en la unidad de observación en la que se evalúa el pesticida a t días después de la aplicación.

N'o = Infestación (o densidad relativa) de la plaga en la unidad de observación control testigo (en las que no se ha realizado aplicación) inmediatamente antes de las aplicaciones.

N't = Infestación (o densidad relativa) de la plaga en la unidad de observación control testigo (en las que no se ha realizado aplicación) el día t después de las aplicaciones.

Tratamiento estadístico

Se hizo un diseño completamente al azar (DCA). Donde se trataron los datos con pruebas no paramétricas debido a que los datos no presentan normalidad utilizando las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney, pruebas realizadas en SPSS y graficas en Excel.

En donde se evaluarán las siguientes hipótesis:

Ho= No hay diferencia significativa entre tratamientos

Ha= Si hay diferencia significativa entre tratamientos

Luego se hizo prueba de extracción de factores para lo cual se realizó el Análisis de Componentes principales.



RESULTADOS Y DISCUSION

Objetivo 1: Comportamiento de los tratamientos en función de la incidencia de ácaros (*Tetranychus urticae*).

Hipótesis evaluadas

$$H_0 = \mu T1 = \mu T2 = \mu T3 = \mu T4$$

$$H_a = \mu T1 \neq \mu T2 \neq \mu T3 \neq \mu T4$$

En las observaciones realizadas durante la ejecución de la evaluación, a través de los monitoreos realizados a los diferentes tratamientos se logró identificar que efectivamente el comportamiento del nivel de tratamiento T0 correspondiente al testigo absoluto, presento un crecimiento exponencial de individuos respecto a la población inicial enumerada, a tal punto de llegar a invasiones de telaraña. Y en comparación a los niveles de tratamiento que emplearon el hongo, T1 (*Lecanicillium lecanii*) y T2 (químico + *L. lecanii*) el que mejor comportamiento mostro fue el tratamiento T2 debido a que redujo y mantuvo el número de individuos de ácaros (*Tetranychus urticae*).

Para comprobar lo dicho anterior se realizaron pruebas estadísticas primero evaluando si los datos obtenidos presentan una distribución normal. Es común en la estadística paramétrica que se asuma que la población de la cual la muestra es extraída tiene una distribución normal. (75) Esta propiedad es necesaria para que algunas pruebas de hipótesis sean válidas. Obteniendo así que los datos NO presentan normalidad, Sin embargo, según Zimmermann, los procedimientos de ANOVA funcionan bastante bien incluso cuando se viola el supuesto de normalidad a menos que una o más de las distribuciones sean muy asimétricas o si las varianzas son bastante diferentes. (76) Al realizar esta ANOVA retribuye que si hay diferencias significativas entre los tratamientos y el número de individuos encontrados.

Sin embargo, los datos se pueden transformar de tal manera que sigan una distribución normal, pero no fue posible ya que los datos no se ajustaban a ningún modelo de transformación y es por ello que se decide seguir con pruebas no paramétricas. Realizando la prueba de Kruskal-Wallis a los datos de incidencias de ácaros en función de los tratamientos obteniendo como resultado lo siguiente.



Tabla 3 Prueba de Kruskal-Wallis para los diferentes niveles de tratamientos y estadios evaluados.

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
Huevos	1 <i>L. lecanii</i>	300	366,97
	3 Químico	300	306,77
	4 <i>L. Lecanii</i> + químico	120	478,66
	Total	720	
Adultos	1 <i>L. lecanii</i>	300	371,94
	3 Químico	300	305,01
	4 <i>L. Lecanii</i> + químico	120	470,63
	Total	720	

En esta tabla se evidencia que el tratamiento 4(*L. lecanii* + rotación finca) es el que mayor influencia, diferencia o afectación presentan en la población de *T. urticae* (sin distinguir que tipo acción presenta ya sea positiva o negativa) tanto en huevos como en adultos ya que su rango promedio es mayor (>470). *Tabla 3*

Tabla 4 Prueba de Kruskal-Wallis estadísticos de contraste^{a,b}

Estadísticos de prueba ^{a,b}		
	Huevos	Adultos
H de Kruskal-Wallis	59,394	56,036
gl	2	2
Sig. asintótica	,000	,000
a. Prueba de Kruskal Wallis		
b. Variable de agrupación: tratamiento		



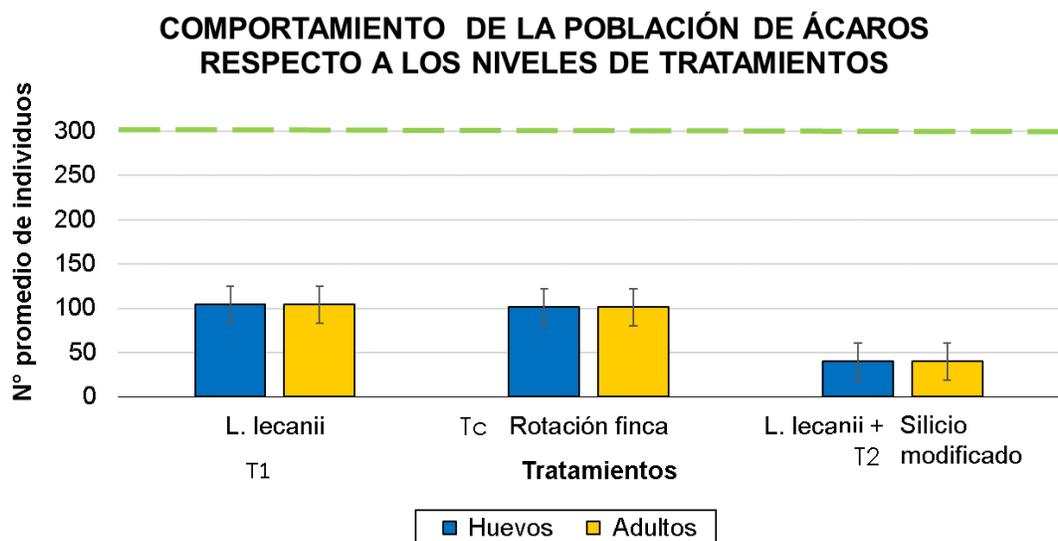
Dicha prueba evidencio la diferencia entre los tratamientos obteniéndose los siguiente:

$$H_a = \mu T1 \neq \mu T2 \neq \mu T3 \neq \mu T4$$

Para lo cual sig. Asintótica el nivel de significancia es menor ($4,6E-18 < 0,05$) para huevos y para adultos diciendo que al menos uno o más tratamientos se comportan diferente respecto al número de huevos y adultos de *T. urticae*. Esto puede deberse a que para los tratamientos que emplean el hongo *Lecanicillium lecanii* el mecanismo de acción de este es por contacto y al realizarse las aplicaciones por aspersion la espora entra en contacto con el insecto y se adhiere a la cutícula, activando quitinasas proteasas y lipasas que faciliten su entrada a través de ella, una vez dentro del insecto la espora comienza a germinar y a medida que tiene lugar la invasión se sintetizan un gran número de compuestos tóxicos, como fenilalanina anhidra, ácido dipicolínico o ácidos hidroxicarboxílicos, que terminan por ocasionar la muerte del insecto (63), por esta razón el biocontrolador es favorable ya que pueden eliminar o mantener las plagas en niveles que no ocasionen ningún tipo de efecto perjudicial en las hojas de la planta y tampoco en los humanos. (77)

En un estudio realizado con *Lecanicillium lecanii* para el control de ácaros de diferente especie para este caso como *Panonychus citri*, se obtuvo que el porcentaje de muertes es mayor en adultos y ninfas sin importar la concentración del hongo, en al que la infección de este ocasiono en el individuo coordinación lenta, cambio de color y muerte seguido de crecimiento de micelio sobre el ácaro, debido a la acción directa del hongo. (78) Datos similares a esta evaluación pues la cual muestra que los tratamientos con el hongo fueron los que mayor influencia tuvieron.





Gráfica 1 Comportamiento de ácaros (huevos de *Tetranychus urticae*) respecto a los niveles del tratamiento

Para demostrar lo dicho anterior mente en base a la estadística, se graficaron los datos. En donde efectivamente se observa (Gráfica 1) que, el tratamiento uno (*Lecanicillium lecanii*) tiene un efecto semejante con relación al tratamiento tres (rotación finca). Indicando que, aunque por una pequeña minoría el tratamiento comercial, afecta de mejor manera (o presenta aparentemente mejor comportamiento) a la población de ácaros (huevos o adultos) en comparación del tratamiento uno.

Esto debido a varias razones: primero la rotación o los químicos empleados en la finca para el control de ácaros generan en esta resistencia que, aunque se varíen los productos por semana, la finca tiende a repetir la aplicación de ellos variando el tiempo. por ejemplo, la semana uno se aplica producto A, a la semana dos productos B y la semana tres productos C, pero a la semana cuatro vuelven a aplicar el producto A, a la cinco productos B y así sucesivamente, y como el ciclo de un ácaro dura alrededor de 28 días los individuos siguen presentes en la rotación y generan “memoria” de estos productos para generar resistencia o simplemente no morir. Como resultado de las aplicaciones continuas del mismo insecticida prevalecen los insectos naturalmente resistentes, los cuales se aparean dejando descendencia también resistente y volviéndose predominantes en la población. Así el tratamiento pierde efectividad y debe recurrirse a otro insecticida/plaguicida de diferente modo de acción, si está disponible. (79) También agregándole a esto que los ácaros presentan un alto potencial reproductivo que les permite incrementar su población rápidamente de tal manera, que en un corto tiempo puede rebasar el umbral económico si no se toman las medidas pertinentes para su control. (80)



Segundo, el tratamiento que emplea solo el hongo T1: *Lecanicillium lecanii* presenta una dificultad y es que el hongo tarda en establecerse adecuadamente, responder y generar un efecto. Ya que *L. lecanii* para su crecimiento y desarrollo necesita una temperatura entre los 24-28°C durante 8 días (81), y resaltando que el invernadero (bloque) en donde se aplicó el producto la temperatura media fue de 15°C, lo que no solo retardaría el crecimiento si no que el proceso de desarrollo de micelo y producción de conidias y que adicional a esto ocupara de más días para finiquitarse su desarrollo. Por esta razón podría decirse que actúan igual los dos tratamientos.

En cuanto al tratamiento cuatro fue el que presento un mejor comportamiento, pues bien, aunque no elimina o controla la totalidad de los individuos si disminuye considerablemente la población de ácaros es decir que ejerce un efecto control. Porque este tratamiento es la rotación finca + *L. lecanii* quiere decir que el químico empleado genera un efecto positivo como coadyuvante a la hora de asperjar el hongo y establecerse.

Sin embargo, las dosis de concentraciones de insecticida a la mitad de la dosis letal (LD50 / LC50) se consideran subletales. Los efectos subletales pueden manifestarse. como reducciones en la duración de la vida, tasas de desarrollo, crecimiento de la población, fertilidad, fecundidad, cambios en la proporción de sexos, deformidades, cambios en el comportamiento, alimentación, búsqueda y ovoposición. Así, los tóxicos pueden ejercer efectos sutiles y evidentes que deben considerarse al examinar su impacto total.

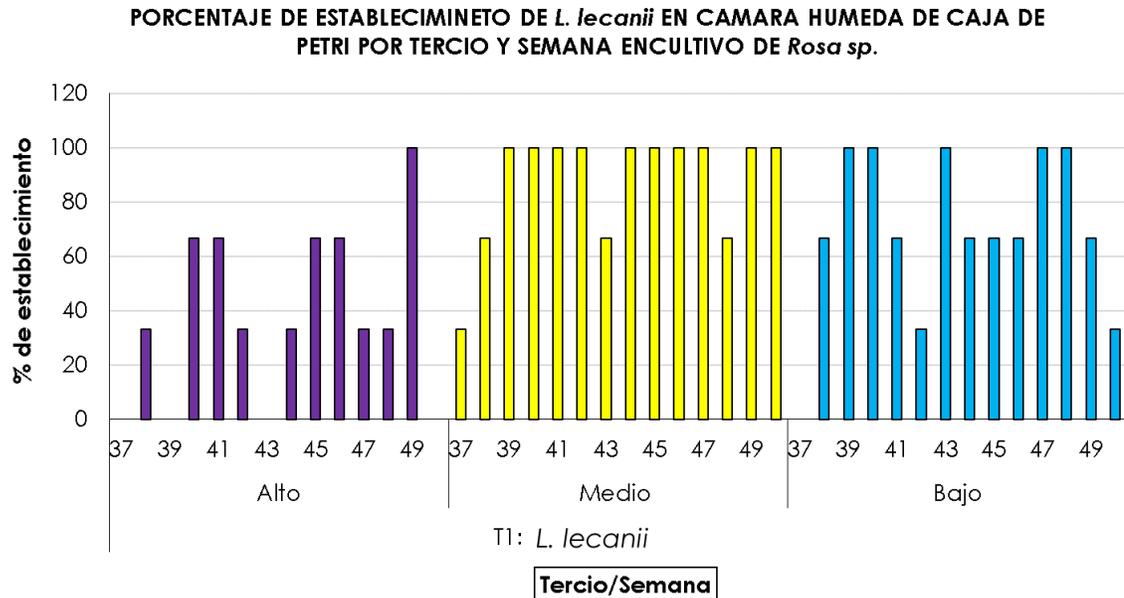
El ingrediente activo (Silicio modificado) aplicado + *L. lecanii* provoca una sinergia que hace que aumente la acción de los dos productos al actuar conjuntamente con el ácaro *T. urticae*.

Ya que el mecanismo de acción del Silicio modificado actúa adsorbiendo la epicutícula lipídica impermeable que protege el ácaro de la deshidratación y muerte. Provocando la adsorción física de los lípidos de la epicutícula de los ácaros, la capa de ceras que les protege de la desecación se destruye y los ácaros se deshidratan, se secan y mueren. Lo anterior ejerce una ventaja ya que facilita la entrada del hongo en los individuos de ácaros.

Habiéndose descrito tolerancias en artrópodos que modifican su comportamiento para evitar el contacto con principios activos a base de silicio, hay que recalcar que existe un dióxido de silicio adaptado para minimizar al máximo esta posibilidad. Los biocidas a base de dióxido de silicio se presentan en polvo. Algunos se pulverizan y otros se deben previamente mezclar con agua para rociar. Una de las ventajas de aplicar el producto en forma de suspensión es que se queda adherido a las superficies de las instalaciones, manteniendo así su eficacia frente a las larvas que eclosionan días más tarde. (82)



Objetivo 2. Establecimiento del hongo y viabilidad del hongo



Gráfica 2 Porcentaje de establecimiento de *L. lecanii* en función del tiempo y del tercio de la planta en cámara húmeda de caja de Petri

Para los montajes in vitro de las aplicaciones realizadas, se evidenció el efectivo crecimiento del hongo entomopatógeno como se observa en la (**Grafica 2**) para lo cual demuestra diferentes aspectos, primero que al iniciar el ensayo no hay establecimiento del hongo y el porcentaje en el que se da es menor, segundo que al pasar el tiempo y al haber más aplicaciones el porcentaje de establecimiento de 100% es más continuo o recurrente y, tercero que el tercio en el cual se ve mayor establecimiento es el medio seguido del tercio bajo y casi poco presente en el tercio alto.

Todo esto se debe a que, para el primer aspecto, el crecimiento del hongo dentro del cultivo es lento, porque las condiciones dentro del invernadero son muy variables como la temperatura, la humedad relativa, la luminosidad, etc. Varios estudios dictaminan que el hongo suele desarrollarse bien en rangos de temperatura de 24°-28°C y humedad relativa de 80%. Aun así, *L. lecanii* también puede soportar temperaturas arriba de 30°C. Variables que no pueden ser controladas todo el tiempo ni mantenerse en un solo rango o estado específico. Para el segundo aspecto la aparición y permanencia se debe a la intensificación de aplicaciones, es decir, por ejemplo, a la primera semana solo hay una aplicación a la tercera semana ya se ha aplicado hongo tres veces lo cual aumenta su presencia es decir que el



tiempo de aplicación es directamente proporcional a la aparición, presencia y/o permanencia del hongo dentro del cultivo. y el método de aplicación utilizado que asegura buen cubrimiento de la planta en la aspersion del hongo.

Y por último el tercer aspecto influenciado son los tercios de la planta que dentro del invernadero y en la densidad de siembra en la que se encuentran estos generan condiciones diferentes en los diferentes tercios o alturas de la planta, estando más expuesta a condiciones desfavorables para el hongo entomopatógeno en el tercio alto, los rayos ultravioletas son un factor determinante en la sobrevivencia de *L. lecanii* por lo cual el control será más efectivo en cultivos con sombras densas. (83) Teniendo una condición favorable en el tercio medio pues esta genera condición similar a microclima y además de esto que allí se encuentran y establecen la mayor parte de ácaros por ende más individuos que parasitar. Lo que explicaría el motivo de por el cual el porcentaje de incidencia es mayor en el tercio medio

Una vez garantizado el establecimiento del hongo se quiso evidenciar o registrar la viabilidad y calidad del hongo, en donde se evaluó lo siguiente:

Hipótesis evaluadas

$H_0 = \text{concentración } \mu_1 = \mu_2 \text{ y germinación } (\mu_1 = \mu_2)$

$H_a = \text{concentración } \mu_1 \neq \mu_2 \text{ y germinación } (\mu_1 \neq \mu_2)$

Prueba de Mann-Whitney

Tabla 5 Prueba de Mann Whitney Rangos para datos de concentración y germinación del producto y la mezcla

Rangos				
	Producto (1: <i>L. lecanii</i> 2: Mezcla)	N	Rango promedio	Suma de rangos
Concentración	1	12	18,50	222,00
	2	12	6,50	78,00
	Total	24		
Germinación	1	12	17,33	208,00
	2	12	7,67	92,00
	Total	24		

En donde evidencia que hay diferencias significativas de concentración y germinación producto *L. lecanii* (Rango promedio >17), por el contrario, la mezcla (*L. lecanii* + químico) presenta datos de concentración y germinación (Rango



promedio < 8), aunque no es acertado decir de qué manera afecta esto ya que no se puede afirmar si es positiva o negativa esta diferencia o que producto es mejor.

Tabla 6 Prueba de Mann Whitney estadístico de prueba^{ab}

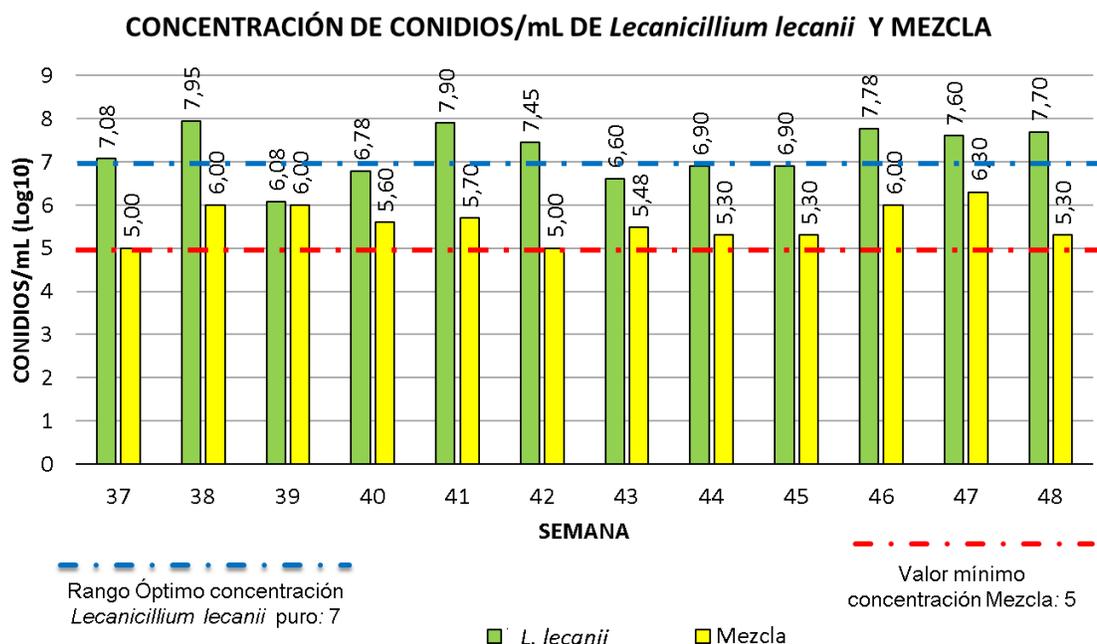
Estadísticos		
	Concentración	Germinación
U de Mann-Whitney	,000	14,000
W de Wilcoxon	78,000	92,000
Z	-4,171	-3,360
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,001
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b	,000 ^b
a. Variable de agrupación: 1= <i>L. lecanii</i> 2=mezcla		
b. No corregido para empates.		

Teniendo como resultado,

$H_a = \text{concentración } \mu_1 \neq \mu_2 \text{ y germinación } (\mu_1 \neq \mu_2)$

Para lo cual la Sig. Asintótica es < 0,05 lo que significa que la concentración y la germinación tienen diferencias significativas en cuanto al tipo de producto que se utilizó ya sea puro *L. lecanii* o mezcla *L. lecanii* + químico para el control de ácaros. Lo que indica dos cosas la primera es que son dos soluciones diferentes que al emplearlas van a dar resultados diferentes.





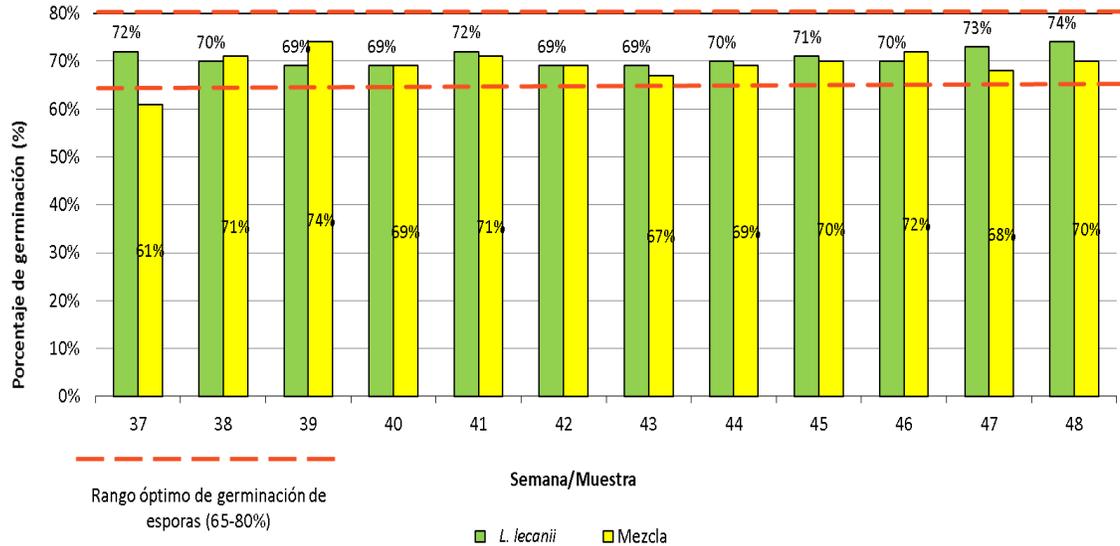
Gráfica 3 Porcentaje de concentración de *L. lecanii* producto (puro) y mezcla (*L. lecanii* + químico) respecto a las semanas de aplicación.

En la **Gráfica 3** se evidencia el rango de concentraciones por las que paso el producto a lo largo de las semanas de aplicación en donde para *Lecanicillium lecanii* puro siempre estuvo cerca al rango de concentración óptimo ($7 = 1 \times 10^7$) y para la mezcla que se mantuvo similar durante todo el ensayo en el rango mínimo (aunque no favorable) de concentración. Aclarando que siempre fue mejor la concentración en *L. lecanii* puro, y que la mezcla presentaba este porcentaje de concentración debido a los factores de la intervención del producto químico sobre la biología del hongo, la dilución del hongo en el agua y el producto.

Los motivos por los que *L. lecanii* puro se mantuvo cerca a la concentración óptima, calidad, empaque, proceso de producción de hongo, ya que el área se encargaba de la obtención de este, poseía salas de incubación el cual le generaban las condiciones de 23-28°C, un ciclo de luz/oscuridad de 12:12 horas y humedad relativa de 80-90%. Así mismo los buenos procesos de producción del área como inoculación, incubación y cosecha del hongo. También hay que añadir que el medio de cultivo es importante para la producción masiva de hongos entomopatógenos el sustrato empleado para la producción masiva del hongo de la empresa fue sustrato de arroz, que según el estudio realizado por Hipolito Cortez de producción de *Lecanicillium lecanii* en diferentes medios de sustratos en los que se evaluó en sustratos como sorgo, arroz, polvillo de arroz, granillo. En la que se obtuvo que el mejor medio nutritivo de producción era arroz. (84) Confirmándose la importancia del medio de cultivo en la calidad de los conidios del hongo *L. lecanii*.



PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE ESPORAS *Lecanicillium lecanii* Y MEZCLA



Gráfica 4 Porcentaje de germinación de *L. lecanii* producto y mezcla

El porcentaje de germinación siempre estuvo entre el rango óptimo como lo evidencia la **Gráfica 4**, tanto como para *Lecanicillium lecanii* puro y mezcla.

En los hongos entomopatógenos recién producidos o formulados, se conoce que las esporas inician la germinación cuando están en presencia de altos niveles de humedad relativa como la presente el bloque; sin embargo, existe evidencia que pueden germinar a bajos niveles de humedad cuando está presente el insecto hospedante (*Tetranychus urticae*).

En relación con la temperatura, se conoce que la sobrevivencia de las esporas se logra entre 20 y 30°C. Si las esporas se exponen a temperaturas altas, alrededor de 45°C, se puede presentar atraso de la germinación. La velocidad de germinación de las esporas puede tener ventajas en la infección de los hospedantes en campo, dependiendo del tiempo en que entran en contacto con el insecto contra el que va dirigida la aplicación (85). El nivel de infección tiende a disminuir después de la aplicación, en proporción al tiempo de exposición de las esporas a la radiación solar, más que al efecto de otros factores ambientales o del tipo de formulación. (86)



Objetivo 3: Porcentaje de control de ácaros (patogenicidad)

Tabla 7 prueba Kruskal rango eficacia

Rangos			
	Producto	N	Rango promedio
Estadio	1	18	26,19
	2	19	25,39
	3	13	24,69
	Total	50	
0 horas	1	18	25,50
	2	19	25,50
	3	13	25,50
	Total	50	
24 horas	1	18	27,06
	2	19	28,26
	3	13	19,31
	Total	50	
48 horas	1	18	25,89
	2	19	27,26
	3	13	22,38
	Total	50	
72 horas	1	18	24,11
	2	19	24,89
	3	13	28,31
	Total	50	
96 horas	1	18	27,67
	2	19	25,39
	3	13	22,65
	Total	50	
120 horas	1	18	29,08
	2	19	24,89
	3	13	21,42
	Total	50	
144 horas	1	18	29,19
	2	19	24,45
	3	13	21,92
	Total	50	



Para los datos de patogenicidad se realizó la prueba de Kruskal (Tabla 7) que indica que el estadio y las horas de exposición 92, 120 y 144 son los que tienen una mayor diferencia, influencia o afectación con respecto a la población de ácaros.

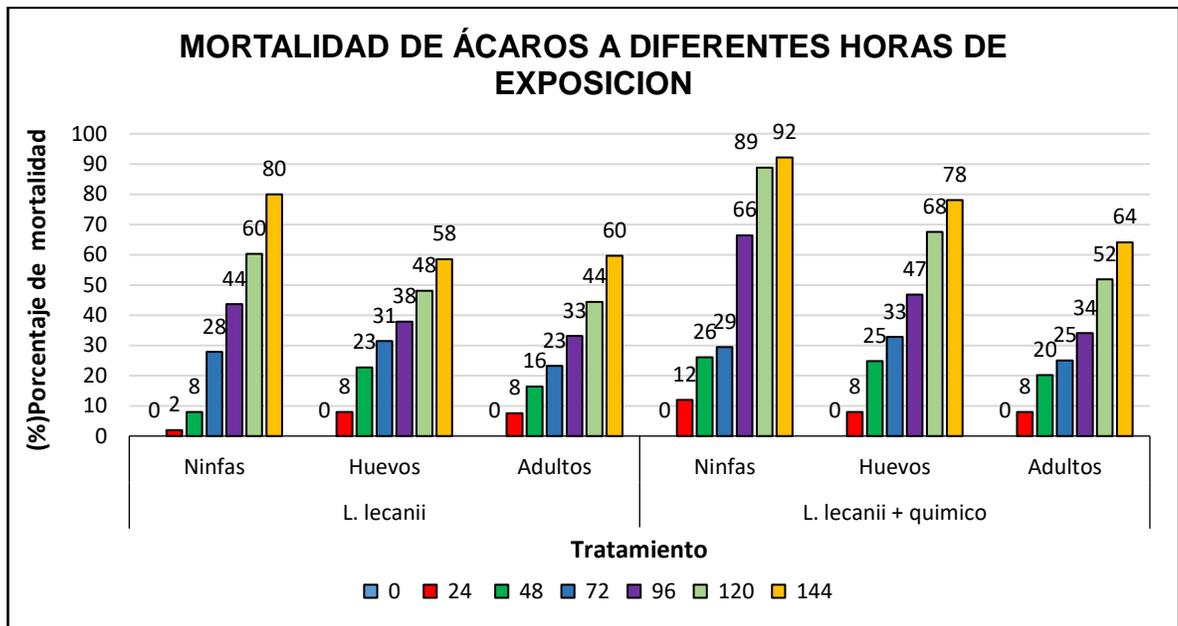
Tabla 8 Estadísticos de prueba^{a,b} Kruskal

Estadísticos de prueba ^{a,b}								
	Estadio	0 h	24 h	48h	72 h	96 h	120 h	144 h
H de Kruskal-Wallis	100	,000	5,306	1,050	,757	,947	2,228	2,179
gl	2	2	2	2	2	2	2	2
Sig. asintótica	,951	1,000	,070	,592	,685	,623	,328	,336
a. Prueba de Kruskal Wallis								
b. Variable de agrupación: producto								

Según la **Tabla 8** no hay diferencias significativas entre las horas de exposición ni los estadios de los ácaros, cosa contraria a la tabla 7 mencionada anteriormente, pero esto se debe a que en 6 días (0 horas- 144 horas) el hongo aún no tiene la capacidad completa, el establecimiento y las condiciones favorables para cumplir con su función de hongo entomopatógeno.

Esto se debe a dos cosas primero las muertes a los 6 días pueden ocurrir debido al efecto acumulativo del tiempo de exposición al hongo, es decir en la medida en la que este expuesto el ácaro al hongo en esa misma medida muere. Segundo a que el modo de acción del hongo no siempre es inmediato este puede parasitar el ácaro establecerse dentro y después de un par de días si generar la muerte. lo que explicaría el aumento de muertes a través del paso del tiempo. Al ser ambientes húmedos, permiten que la germinación sea más rápida, pero si la hifa germinativa entra en contacto con los fluidos digestivos, puede ser digerida, lo que hará que el huésped no muera como consecuencia de una micosis, aunque si pueda morir por consecuencia de las toxinas producidas por el hongo es decir después de varios días de infección. (87)





Gráfica 5 Mortalidad de ácaros (*Tetranychus urticae*) a diferentes horas de exposición a *L. lecanii*

La **Grafica 5** muestra que para el tratamiento T1: *L. lecanii*, se obtiene un mayor porcentaje de control en ninfas y adultos que en huevos. Por el contrario, el T2: *L. lecanii* + rotación finca presenta un porcentaje de control alto en los tres estadios del ácaro. Según Armando Espinoza y colaboradores, en el análisis económico realizado del control biológico de la araña roja, no se detectó en ningún momento parasitación del hongo sobre huevos y larvas. Los instares más susceptibles a la parasitación fueron los dos estados: Ninfales y el adulto. Por lo que se puede decir que el control químico de huevos es notablemente superior al control biológico, esto se debe a que en ningún instante se halló parasitación por parte del hongo sobre ovipositoras. (88)

Ya que el hongo no se encontraba en condiciones óptimas, por eso en el tratamiento solo no fue 100% efectivo pero que al combinarlo se potencializó el efecto y se murieron más ninfas.

Según Angelo y colaboradores después de 20 días de acción la dosis LC_{50} de *L. lecanii* es 1,16XE6 conidias/mL. (89) Teniendo en cuenta esto, se hizo una relación con los 6 días de exposición evaluadas y teniendo en cuenta que siempre las dosis estuvieron en 1,16XE6 y superior a los 6 días de exposición (144 horas) el hongo solo acabaría con el 15% de la población experimentada.

También observaron que, dependiendo de la dosis, los ácaros se recuperaron parcialmente dentro de 3 y 6 días después del tratamiento, pero produjo menos huevos. (90) Lo cual podría explicar por qué el control nunca fue del 100% en este



ensayo y añadir de que los ácaros no solo pueden no morir si no también recuperarse aun así el tratamiento mostro efecto.

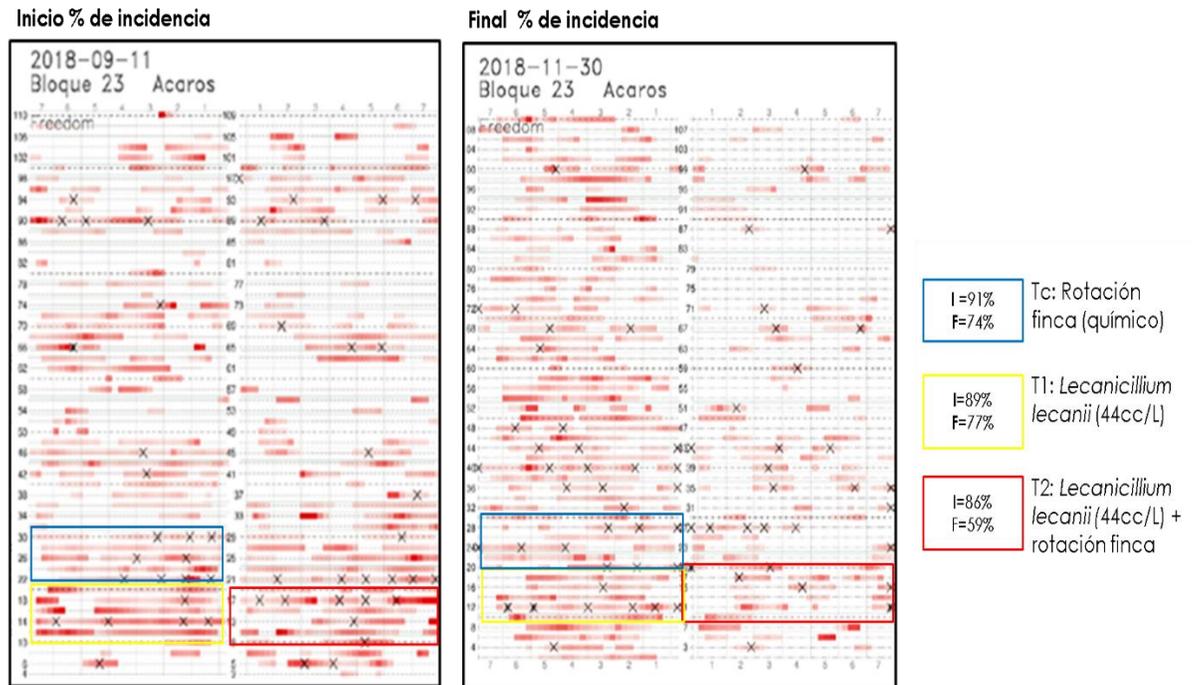


Figura 12 Planos SCARAB incidencia de ácaros presente en el bloque representada en la tonalidad del rojo

Los planos SCARAB indican la incidencia de ácaros que presentan los bloques o invernaderos, y esto es reportado y monitoreado por la finca. La interpretación se da a base de las tonalidades de color rojo en donde el rojo más intenso demuestra que es donde más abunda o ahí una cantidad mayor de ácaros, teniendo en cuenta esto y comparando las medias naves que fueron empleadas para la ejecución del ensayo, se observa que para la media nave del tratamiento Tc la incidencia de ácaros antes de iniciar el ensayo se encontraba en un 91% y al finalizar el ensayo se encontraba en 74%, para la media nave T1 inicio o se encontraba con una incidencia de 89% y finalizo con 77% y para la media nave del tratamiento T2 inicio con 86% de incidencia de ácaros y finalizo con 59%. Indicando y corroborando la estadística anteriormente realizada, que el tratamiento que mejor efecto y así mismo comportamiento tuvo fue el tratamiento T2: *L. lecanii* + químico.



Análisis de relación entre las variables evaluadas

Tabla 9 Prueba KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,711
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	335,598
	gl	36
	Sig.	,000

Para comprobar si las variables son adecuadas para realizar un análisis factorial (determinar un número reducido de factores que puedan representar a las variables originales) se realizó la prueba de correlación Tabla 9, en donde el resultado para KMO indica que $KMO \geq 0,71$ lo que señala que es apropiado realizar el análisis factorial, pero, según Fernández aconseja que es precipitado tomar el índice KMO como única medida de adecuación de la muestra a las hipótesis del modelo de Análisis Factorial (91). Por tanto, también se realizó la prueba de esfericidad de Bartlett la cual arrojó significancia de $0,000(2,7E-50) < 0,05$ indicando que hay variables con correlaciones altas y confirmando que se puede seguir con el análisis factorial.



Tabla 10 Varianza total explicada

Varianza total explicada						
Compon ente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulad o	Total	% de varianza	% acumulad o
1	4,082	45,360	45,360	4,082	45,360	45,360
2	2,013	22,362	67,722	2,013	22,362	67,722
3	1,144	12,706	80,428	1,144	12,706	80,428
4	,767	8,526	88,954			
5	,367	4,081	93,035			
6	,297	3,304	96,339			
7	,203	2,256	98,595			
8	,120	1,336	99,931			
9	,006	,069	100,000			
Método de extracción: análisis de componentes principales.						

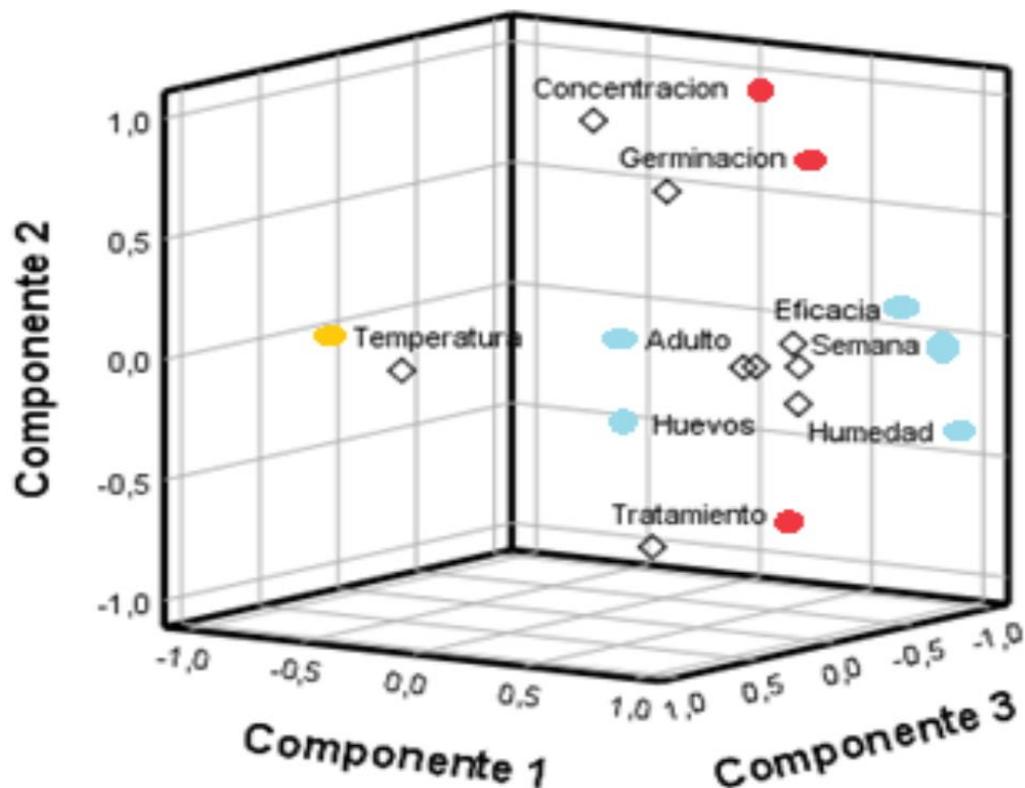
La regla de Káiser (1960) Tabla 10 proporciona una estructura factorial con tres componentes que explican el 80,428% de la varianza total.

Una vez que se ha determinado que el AF es una técnica apropiada para analizar los datos, se procedió a escoger el método de componentes principales para la extracción de factores.

Tabla 11 Matriz de componentes

Matriz de componente^a			
	Componente		
	1	2	3
Semana	,922	,008	-,045
Tratamiento Adulto	,216	-,821	-,113
Huevos	,908	,053	,292
Temperatura	,931	,052	,245
Humedad	-,159	,027	,951
Concentración	,806	-,181	-,205
Germinación	-,029	,929	-,088
Eficacia	,261	,655	-,144
	,866	,092	-,087
Método de extracción: análisis de componentes principales.			
a. 3 componentes extraídos.			





Gráfica 6 Análisis de *componentes principales*

El Análisis de Componentes Principales busca hallar combinaciones lineales de las variables originales que expliquen la mayor parte de la variación, la tabla 11 nos indica que de los tres componentes la explicación de varianza tiene mayor peso en el componente uno y esta explicada por las variables semana, adultos, huevos, eficacia y humedad. La componente dos esta explicada por el tratamiento, concentración y germinación. Todas las variables antes mencionadas representan importancia significativa para la eficiencia del hongo. La componente tres es la que menos me explica la varianza y la variable en esta componente es la temperatura. Este fenómeno se evidenciado por la Gráfica 6. La componente que presenta aislamiento y menor explicación de la varianza la cual es representada por la



temperatura, puede ser explicada por la falta de control de esta dentro del invernadero lo que dificultó dentro del ensayo ofrecer las condiciones óptimas de crecimiento al hongo y limitó la eficacia.



Conclusiones

El uso de los hongos entomopatógenos, para el control de plagas, como un mecanismo de los programas de manejo integrado de plagas, representa una alternativa viable para los productores, ya que además de ser eficiente en el control de las plagas presenta ventajas desde el punto de vista, ambiental y de salud.

El biocontrolador resultó significativamente efectivo en el control de la araña roja en cultivo de rosas a pesar de no contar con condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa y radiación, lo que aumentaría su eficacia biológica humana.

La media de huevos y móviles registrados semanalmente en cada tratamiento fue significativamente inferior en el tratamiento *L. lecanii* + rotación finca, en comparación con los demás tratamientos. lo que indica que existió un factor que limitó el crecimiento de la población de ácaros que en el caso fue la actividad sinérgica del químico más el entomopatógeno.

El establecimiento del hongo fue efectivo desde la semana cuarta a pesar de no haberle brindado las mejores condiciones (temperatura), y el tercio en el que mejor se estableció fue en el medio producto de la densidad de ácaros que presentaba y las condiciones microclimáticas que le ejercía.

El mayor porcentaje de muertes de ácaros se dio a las 144 horas de exposición esto es producto al efecto acumulado de aplicaciones de hongo, de igual forma el mayor efecto de letalidad o patogenicidad de los ácaros se dio la combinación del producto químico y el biocontrolador producto de la sinergia entre ambos, lo que ratifica la eficiencia del manejo integrado de plagas



BIBLIOGRAFÍA

1. **Pavon, Lisett.** *Manejo del cultivo del Rosal como flor de corte, bajo condiciones de invernadero.* Saltillo, Mexico : Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, 2017.
2. **Martin, Amaury, y otros.** *Rosal. Tecnicas tradicionales y biotecnologicas en el mejoramiento genetico del Rosal .* Toluca : UAEM, 2014, págs. 13-24.
3. **Porcuna, Jose.** ÁCAROS . [En línea] 2011. https://www.agroecologia.net/recursos/Revista_Ae/Ae_a_la_Practica/fichas/N4/ficha-revista-AE-4-insectos.pdf.
4. **Celuz .** Celuz agro . [En línea] 2017. <https://celuzag.mx/2018/05/11/arana-roja-tetranychus-urticae/>.
5. **Vasquez, Jorge.** Evaluación de la efectividad biológica del acaricida Amitraz para el control de Tetranychus urticae en hojas de rosal. [En línea] 2018. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45428/K%2065552%20Bravo%20V%C3%A1zquez%2C%20Jorge%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y> .
6. **Dow agro sciences.** Manejo integrado de plagas. [En línea] 2017. http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_093f/0901b8038093fc17.pdf.
7. **Mejia, Jaime.** Biotecnología en el manejo integrado de plagas. [En línea] 2015. <http://www.agro20.com/profiles/blogs/2015296:BlogPost:12494>.
8. **Ottaviano, Gugole y Fernanda, María.** Manejo integrado de la plaga Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense. [En línea] 2013. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/31297>.
9. **Salas, Manuel y Salazar, Dario.** Uso adecuado de agentes de control biológico. [En línea] 2003. https://www.researchgate.net/publication/268404415_Importancia_del_uso_Adecuado_de_Agentes_de_Control_Biologico.
10. **Martin, Azucena.** Hongos que atacan plagas. [En línea] 2016. <https://omicron.elespanol.com/2016/05/hongo-verticillium-lecanii/>.
11. **Ecured.** Verticillium lecanii. [En línea] 2008. https://www.ecured.cu/Verticillium_Lecanii.



12. **Monzon, A.** Hongo entomopatogeno. *Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos*. Nicaragua : Costa Rica, 2001.
13. **Camara de Comercio de Bogotá.** Flores y Follajes. [En línea] 2015. Floresyfollajes-camaradecomercio.
14. **Angeles, Maria.** EL CULTIVO DE FLORES EN COLOMBIA, UN SECTOR EN AUGE. [En línea] 2013. <http://www.revistapueblos.org/blog/2013/02/14/la-explotacion-floricola-en-colombia-un-sector-en-auge/>.
15. **Grupo Inercia Valor.** ANALISIS DEL SECTOR FLORICULTOR COLOMBIANO DESDE LA TEORIA DE LAS VENTAJAS COMPARATIVAS Y COMPETITIVAS. [En línea] 2014. http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17036/10041002_2015.pdf;sequence.
16. **Betancurt, Felipe.** VENTAJA COMPARATIVA DEL SECTOR FLORICULTOR COLOMBIANO . [En línea] 2018. <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/123456789/370/1/SanchezBetancur-JohnnyFelipe-2018.pdf>.
17. **Dinero.** Sector floricultor. [En línea] 2017. <https://www.dinero.com/economia/articulo/resultados-del-sector-floricultor-en-colombia/225801>.
18. **Diaz, Andres.** ANALISIS DE LAS OPORTUNIDADES DEL SECTOR FLORICULTOR EXPORTADOR COLOMBIANO FRENTE A LAS ACTUALES CONDICIONES DEL MERCADO EN COSTA RICA. [En línea] 2018. <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6930/1/5122422-2018-II-NIIE.pdf>.
19. **Zuleta, Daniela, y otros.** Floricultura Colombiana. [En línea] 2015. publicaciones.eafit.edu.co/index.php/map/article/download/2701/2507/0.
20. **Gonzales, Emilio.** Implicaciones de la floricultura en las transformaciones especiales de Madrid- Cundinamarca. [En línea] 2009. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/perspectiva/article/download/1723/1720>.
21. **Alvarez, Christian.** Floricultura en la sabana de Bogotá. [En línea] 2014. <https://ejatlas.org/conflict/floricultura-en-la-sabana-de-bogota-colombia#>.
22. **Union Nacional de Trabajadores de las Flores.** importancia de la floricultura en la Sabana de Bogotá. [En línea] 2013.



<http://untraflores.org/index.php/floreecer/75-documentos/dossier/403-iii-importancia-de-la-floricultura-en-la-sabana-de-bogota>.

23. **Dane.** Censo Nacional agropecuario. [En línea] 2014. <https://www.dinero.com/economia/articulo/resultados-del-sector-floricultor-en-colombia/225801>-<https://www.dinero.com/economia/articulo/resultados-del-sector-floricultor-en-colombia/225801>.

24. **La Opinión** . Chitaga se llena de flores. [En línea] 2019. <https://www.laopinion.com.co/pamplona/chitaga-se-llena-de-flores-170688#OP>.

25. **Dane.** Censo nacional agropecuario . [En línea] 2014. <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-10-produccion/10-presentacion.pdf>.

26. **Piovano, Maria y Pisi, Gabriel.** Cultivo de Alstroemeria. [En línea] 2017. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartilla_alstroemerias_2017.pdf.

27. **Hana Flowers.** Claveles. [En línea] 2010. <https://hanaflores.com.pe/flores/claveles>.

28. **Infoagro.** Crisantemo. [En línea] 2008. http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_crisantemo.asp.

29. **Florespedia.com.** Rosas. [En línea] 2011. <https://www.florespedia.com/rosas>.

30. **Zambrano, Polanco.** Rosas: características, clasificación, aspectos a considerar en el cultivo de rosas en jardinería. [En línea] 2010. <https://naturaleza.paradise-sphinx.com/plantas/rosas-caracteristicas-clasificacion.htm>.

31. **Portalfruticola.** Manual de producción de Rosa. [En línea] 2016. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/03/19/manual-completo-para-cultivar-rosas-incluye-pdf/>.

32. **Alvarez, Mrtha.** Rosas. Buenos Aires : s.n., 2005 .

33. **UTN.** Rosa. [En línea] 2010. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/229/4/03%20AGP%20107%20CAPITULO%20II.pdf>.

34. **Bautista, Monica, y otros.** Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal (*Rosa* spp.). [En línea] 2014. https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Ignacio_Diaz/publication/317575700_T



ecnicas_tradicionales_y_biologicas_en_el_mejoramiento_genetico_del_rosal
_Rosa_spp/links/59409b9ba6fdcce57233b210/Tecnicas-tradicionales-y-
biologicas-en-el-mejoramient.

35. **Yong, Ania.** Cultivo del rosal y su propagación. [En línea] 2004.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217832008.pdf>.

36. **Portal Forticola.** Plagas y enfermedades en Rosales. [En línea] 2017.
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/31/plagas-y-enfermedades-en-los-rosales-como-prevenir-y-tratar/>.

37. **AgroA.** Agroalimentando. [En línea] 2016.
https://agroalimentando.com/nota.php?id_nota=8161.

38. **ICA.** Mosca blanca. [En línea] 2013.
<https://www.ica.gov.co/getattachment/47f58d3d-93e7-4e6f-bfd4-75d59319bb1f/Virus-amarillamiento-de-la-papa.aspx>.

39. **Moreno, Carlos.** *Reconocimiento y manejo de plagas y enfermedades.* Caldas : La sallista, 2009.

40. **Koppert Biological Systems.** Mosca blanca. [En línea] 2015.
<https://www.koppert.es/retos/moscas-blancas/mosca-blanca/>.

41. **Canna.** Trips-Plagas y enfermedades . [En línea] 2018.
<http://www.canna.es/trips-plagas-enfermedades>.

42. **CropLife.** Trips. [En línea] 2016. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/trips-de-hortalizas>.

43. **Torres, Luz y Rios, Andres.** Formulación y desarrollo del programa de manejo integral de plagas y enfermedades. [En línea] 2007.
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14232/T41.07%20T636f.pdf;jsessionid=62587E9632BB77936AF28539FE1E4EE7?sequence=1>.

44. **Iraola, Victor.** *Introducción a los ácaros.* 28, 2001, Aracnet, págs. 141-146.

45. **Universidad de Sevilla .** Familia Tetranychidae. [En línea] 2015.
http://ocwus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/Sanidad_vegetal/Tema%2015_HTML/page_10.htm/.

46. **Kopper Biological Systems.** Araña Roja. [En línea] 2016.
<https://www.koppert.es/retos/aranas-rojas-y-otras-aranas/arana-roja/>.



47. **IVIA.** Araña roja ácaros . [En línea] Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 2013. <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/tetraniquidos/arana-roja>.
48. **Biobest.** Arañita roja . [En línea] 2014. <https://www.biobestgroup.com/es/biobest/plagas-y-enfermedades/arana-roja-4993/>.
49. **Intagri.** Manejo integrado de araña roja . [En línea] 2015. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-arana-roja-en-hortalizas-bajo-invernadero>.
50. **CANNA.** Ácaros de dos puntos. [En línea] 2014. http://www.canna.es/arana_roja_o_acaro_dos_puntos.
51. **Agrologica.** Plaga araña roja . [En línea] 2013. <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/arana-roja-acaro-rojo-tetranychus-urticae/>.
52. **Generalitat Valenciana.** Araña roja. [En línea] 2016. <http://www.elpalomar.es/sites/default/files/faranaraja.pdf>.
53. **CONAL.** Manejo integrado de plagas . [En línea] 2017. http://www.conal.gob.ar/Notas/Recomenda/Manejo_plagas.pdf.
54. **JICA.** Guia de manejo integrado de plagas . [En línea] 2010. https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf.
55. **Badii, Mohammad, Landeros, Jeronimo y Cerna, Ernesto.** *Manejo sustentable de plagas* . 23, 2007, CULCyT, págs. 13-27.
56. **ECOPLAG.** MIP. [En línea] 2014. <http://ecoplac.com.co/manejo-integrado-de-plagas/>.
57. **ANASAC control.** Manejo integrado de plagas. [En línea] 2013. http://www.anasaccontrol.cl/website/wp-content/uploads/2013/06/Manejo_Integrado_de_Plagas4.pdf.
58. **Bichopolis.** Manejo integrado de plagas de base biológica. [En línea] 2014. <https://biobee.co/mip-biologico/>.
59. **Badii, M H L.** *Histrios fuendamento e importancia* . Monterrey : UANL, 2003.



60. **Guedez, Clemencia, y otros.** *CONTROL BIOLÓGICO: UNA HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE*. 13, 2008, ACADEMIA , Vol. VII, págs. 50-74.
61. **Guedez, Clemencia, y otros.** *Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible* . 13, 2009, Academia, Vol. vii, págs. 50-63.
62. **W, Zare y W, Gams.** *Revision de Verticillium*. s.l. : Nova Hedwigia, 2001.
63. **Martin, Azucena.** El hongo que acaba con las plagas en los cultivos. [En línea] Omicrono, 2016. <https://omicrono.elespanol.com/2016/05/hongo-verticillium-lecanii/>.
64. **Engormix.** Lecanicillium lecanii. [En línea] 2016. https://www.engormix.com/MA-agricultura/productos/lecanicillium-lecani-insecticida-biologico_pr32470.htm.
65. **EduRed.** Verticillium lecanii. [En línea] 2014. https://www.ecured.cu/Verticillium_Lecanii.
66. **Gomez, Hilda, y otros.** Lecanicillium lecanii. *Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos*. Peru : SENASA, 2014, págs. 7-10.
67. **Padilla, Angelica, y otros** *Identificación de Lecanicillium asociado a melanaphis (Hemiptera) en sorgo ..* Colima : Revista Mexicana de microbiología, 2016, Vol. 44.
68. **Cañedo, Veronica y Ames, Teresa.** *Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos* . Lima : CIP, 2004, págs. 7-13.
69. **Acosta, Jose.** *Evaluación de hongos entomopatógenos como controladores biológicos de Scutiregella immaculata*. Bogotá : Universidad Javeriana , 2006.
70. **M, Obregon.** Asesoramiento Fitosanitario, Laboratorios. . [En línea] 1999. <https://www.doctor-obregon.com/Pages/aboutus.aspx>.
71. **Cañon, Daniella y Sanabria, Camilo.** *EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN DE LOS HONGOS Paecilomyces lilacinus, Trichoderma harzianum y Lecanicillium lecanii SOBRE EL NEMATODO Globodera pallida Stone (Behrens) EN PLANTAS DE PAPA VARIEDAD CRIOLLA GALERAS*. Bogotá : UDCA, 2010.
72. **Y, Guevara, y otros.** *Efecto in vitro de concentraciones del NEMACID® sobre huevos y juveniles de Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood*. 1, Habana : s.n., 2013, Protección vegetal , Vol. 28, págs. 20-25.



73. **Jiménez, Antonio.** Santuario de la Rana. Andes Orientales de Colombia. *Facatativa*. s.l. : Universidad Central de las Villas , 1959.
74. **Rubiano.** Fortaleza de Piedras, Cruce de Caminos. Facatativa : s.n., 2008.
75. **Milton, Susan.** *Estadística para biología y ciencias de la salud* . Madrid : Mc Graw-Hill, 2007.
76. **Zimmermann, Francisco Jose.** Estadística para investigadores . Colombia : Escuela general de ingeniería , 2004.
77. **Motta, Pablo y Murcia, Betselen.** Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de. [En línea] 2011. http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/viewFile/465/pdf_455.
78. **Aguirre, Erika y Krugg, Juan.** *Efecto de Lecanicillium lecanii y Beauveria bassiana sobre el ácaro Panonychus citri en condiciones de laboratorio*. 1, 2014, REBIOL, Vol. 34, págs. 42-50.
79. **IRAC Argentina.** Resistencia de plagas. [En línea] IRAC, 2015. <http://irac-argentina.org/resistencia-a-insectos/>.
80. **Cerna, Ernesto, y otros.** *Niveles de resistencia en poblaciones de Tetranychus urticae en el cultivo de la fresa*. 1, Guanajuato : Revista Colombiana de Entomología, 2009, Vol. 35.
81. **Monzon, Arnulfo.** Producción y uso de hongos entomopatógenos . [En línea] 2016. <https://funica.org.ni/.../85-Bioplaguicidas.html?...Produccion%20y%20uso%20hongos>.
82. **Cabria, Alfonso.** Nuevas alternativas de lucha frente al ácaro rojo. [En línea] Livisto, 2018. <http://www.asav.es/wp-content/uploads/2018/02/4-Nuevas-alternativas-de-lucha-frente-a-acaro-rojo-Alfonso-Cabria.pdf>.
83. **Roldal, Leonel y Yanguez, Eduardo.** *Evaluación del efecto hiperparásito de tres concentraciones de Lecanicillium lecanii sobre la roya del café (Hemileia vastatrix)*. Honduras : Escuela panamericana Zamorano, 2016.
84. **Cortez, Hipolito.** *PRODUCCIÓN DE Lecanicillium (= Verticillium) lecanii EN DIFERENTES SUSTRATOS Y PATOGENICIDAD*. 1, Mexico : Agricultura Técnica en México , 2007, Vol. 33.
85. **Posada, F y Vega, F** *A new method to evaluate the biocontrol potential of single spore isolates of fungal entomopathogens.* 37, s.l. : Insect Science, 2005, Vol. 5.



86. . **INGLIS, G.D., GOETTEL, M.S. y JOHNSON, D.L.** *Persistence of the entomopathogenic fungus, Beauveria bassiana, on phylloplanes of crested wheatgrass and alfalfa* s.l. : Bio Control, 1993, Vol. 3.
87. **Manzanares, Beatriz Lopez.** analisis de interacción de acaricidas de nueva generación con los agentes de control biológico Typhlodromus pyri (Acari: Phytoseiidae) y Beauveria Bastiana (Hypocreales: Clavicipitaceae) para su correcta incorporación al manejo integrado de Tetranychus. [En línea] 2016. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3817504.pdf>.
88. **Espinoza, Armando, y otros.** *Analisis Economico Del Control Biológico De La Araña Roja (Tetranychus Spp) En El Cultivo De La Rosa A Través De La Aplicación Del Hongo Entomopatogeno (Verticillium Lecanii)*. 13, Ecuador : European Scientific Journal, 2017, Vol. 13.
89. **Angelo IC, Fernandes EKK, Bahiense TC et al** *Lecanicillium lecanii—an alternative to control the Boophilus microplus tick..* Merida : Annals of the IX Biennial Conference of the Society for Tropical Veterinary Medicine, 2007, pág. 198.
90. **Rosas-Acevedo JL, Boucias DG, Lezama R, Sims K, Pescador A** *Exudate from sporulating cultures of Hirsutella thompsonii inhibit oviposition by the two-spotted spider mite Tetranychus urtica..* s.l. : Exp Appl Acarol, 2003, Vol. 29, págs. 213-225.
91. **Fernandez, Santiago de la Fuente.** Analisis factorial . Madrid : Universidad autonoma de madrid , 2011.
92. **Agrobio.** Araña roja control biológico. [En línea] 2017. <https://www.agrobio.es/3-consideraciones-previas-para-combatir-la-arana-roja-%C2%B7-parte-i/>.
93. **Agricultura Andalucía.** Estrategia de lucha araña roja . [En línea] 2015. http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/visorraif/Ayudas/Algodon/ARAN_A_EL.html.
94. **Acuña, Edgar.** Estadística no paramétrica. [En línea] Universidad de Puerto Rico , 2013. <http://www.iuma.ulpgc.es/~nunez/mastertecnologiatelecomunicacion/RecursosGenerales/AnalisisEstadisticoClase9.pdf>.
95. **Minitab.** Metodos no parametricos. [En línea] 2018. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/nonparametrics/supporting-topics/understanding-nonparametric-methods/>.



96. **Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM.** *The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods.* s.l. : Annual Review Entomology, 2007, Vol. 52.
97. **Stark JD, Jepson PC, Mayer DL** *imitations to the use of topical toxicity data for predictions of pesticide sideeffects in the field..* 5, s.l. : Journal of Economic Entomology., 1995, Vol. 88, págs. 181-188.
98. **KF., Haynes.** *Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior.* s.l. : Annual Review Entomology, 1988, Vol. 33, págs. 149-168.
99. **Guedes RNC, Smagghe G, Stark JD, Desneux N** *Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs..* s.l. : Annual Review Entomology, 2016, Vol. 61, págs. 43-62.

