

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TACTICAS PARA EL CONTROL
DE GASTERÓPODOS (BABOSAS TERRESTRES) EN EL CULTIVO
DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. var. Fallgreen) EN LA ZONA DE EL
GUARCO DE CARTAGO**



Carrera de Ingeniería en Agronomía
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sede Regional San Carlos
2005 - 2018

KEVIN ARTURO SALAZAR ROJAS

JOSÉ ANDRÉS GRANADOS MUÑOZ

Trabajo final de graduación Escuela de Agronomía como requisito parcial para
optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2014

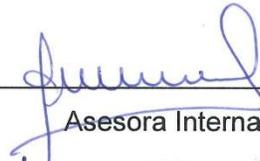
**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TACTICAS PARA EL CONTROL
DE GASTERÓPODOS (BABOSAS TERRESTRES) EN EL CULTIVO
DE LECHUGA (*Lactuca sativa L. var. Fallgreen*) EN LA ZONA DEL
GUARCO DE CARTAGO**

KEVIN ARTURO SALAZAR ROJAS

JOSÉ ANDRÉS GRANADOS MUÑOZ

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Xiomara Mata Granados. Lic.



Asesora Interna

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, M. Sc.



Jurado

Ing. Fo. Marlen Camacho Calvo, M. Sc.



Jurado

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.



Coordinadora

Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Luis Alberto Camero Rey, M. Sc.



Director Escuela Agronomía

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, quién nos dio las fuerzas para llevar a cabo cada una de las metas propuestas a lo largo de estos años de estudio, y sin él nada sería posible.

A nuestras familias, quienes siempre nos dieron su apoyo incondicional a lo largo de estos años de estudio, a nuestros seres querido que ya han partido al cielo y que fueron piezas fundamentales para concluir esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a nuestras familias, por ser siempre el primer apoyo ante las dificultades presentadas en estos años de estudio.

A nuestra profesora asesora, Xiomara Mata por el tiempo y dedicación empleada en el desarrollo del presente trabajo.

A la profesora Marlen Camacho, que con gran entrega y amabilidad siempre estuvo anuente en brindarnos su apoyo

A todos los profesores y funcionarios de la Escuela de Ingeniería en Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, por formar parte importante de nuestra formación profesional.

Finalmente, y no menos importante a nuestros amigos y compañeros, los cuales nos brindaron su amistad y apoyo para lograr concluir nuestros estudios

TABLA DE CONTENIDO

Título	Página
TABLA DE CONTENIDO.....	i
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
CAPÍTULO 1.....	1
TÁCTICAS IMPLEMENTADAS PARA EL MANEJO DE GASTERÓPODOS (BABOSAS TERRESTRES) EN CULTIVOS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA.....	1
Abstract.....	2
Resumen.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
1.2.1. Características Generales.....	6
1.2.2. Biología de las babosas terrestres.....	7
1.2.3. Ecología de las babosas terrestres.....	9
1.2.4. Familias de Babosas terrestres de importancia económica en la agricultura.....	9
1.2.5. Daños directos causados por las babosas terrestres a los cultivos agrícolas.....	10
1.2.6. Daños indirectos causados por las babosas terrestres.....	11
1.2.7. Métodos implementados en el manejo de las babosas terrestres...	12
1.3 CONCLUSIONES.....	17

1.4	LITERATURA CITADA.....	19
	CAPÍTULO 2.....	28
	RELACIÓN ENTRE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS Y DEL SUELO CON RESPECTO A LA ABUNDANCIA DE BABOSAS EN DOS FINCAS PRODUCTORAS DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA), EN LA ZONA DE EL GUARCO, CARTAGO, COSTA RICA.....	28
	Abstract.....	29
	Resumen.....	30
2.1	INTRODUCCIÓN.....	31
2.2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
2.2.1	Ubicación de las áreas de estudio.....	32
2.2.2	Descripción de las fincas.....	32
2.2.3	Selección del área experimental.....	32
2.2.4	Método de muestreo.....	33
2.2.5	Variables de estudio evaluadas.....	33
2.2.6	Análisis de los datos.....	34
2.3	RESULTADOS.....	35
2.4	DISCUSION.....	37
2.5	CONCLUSIONES.....	42
2.6	RECOMENDACIONES.....	43
2.7	LITERATURA CITADA.....	44
	CAPÍTULO 3.....	50

DETERMINACIÓN DE DIFERENTES TÁCTICAS PARA EL MANEJO DE BABOSAS TERRESTRES EN DOS FINCAS PRODUCTORAS DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L VAR. FALLGREEN), EN LA ZONA DE EL GUARCO, CARTAGO, COSTA RICA.....	50
Abstract.....	51
3.1 INTRODUCCIÓN.....	53
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	55
3.3.1 Ubicación de las áreas de estudio.....	55
3.3.2 Descripción de las fincas.....	56
3.3.3 Selección y preparación del área experimental.....	56
3.3.4 Descripción y aplicación de los tratamientos a evaluar.....	57
3.3.5 Variables de estudio a evaluar.....	58
3.4.6 Análisis de los datos.....	58
3.3 RESULTADOS.....	59
3.4 DISCUSIÓN.....	66
3.5 CONCLUSIONES.....	73
3.6 RECOMENDACIONES.....	74
3.7 LITERATURA CITADA.....	76
CAPÍTULO 4.....	81
INTEGRACIÓN DE TÁCTICAS COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE BABOSAS TERRESTRES EN DOS FINCAS PRODUCTORAS DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L. VAR FALLGREEN), EN LA ZONA DE EL GUARCO, CARTAGO, COSTA RICA.	81

Abstract.....	82
Resumen.....	83
4.1 INTRODUCCIÓN.....	85
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	87
4.2.1 Ubicación de las áreas de estudio.....	87
4.2.2 Descripción de las fincas.....	87
4.2.3 Selección y preparación del área experimental.....	87
4.2.4 Aplicación de Tratamientos.....	88
4.2.5 Variables de estudio a evaluar.....	88
4.2.6 Análisis de los datos.....	91
4.3 RESULTADOS.....	92
4.4 DISCUSION.....	95
4.5 CONCLUSIONES.....	102
4.6 RECOMENDACIONES.....	103
4.7 LITERATURA CITADA.....	104

LISTA DE CUADROS

Título	Página
CAPÍTULO 2	28
Cuadro 1. Etapas fenológicas del ciclo en el cultivo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgren), agrupadas en semanas.....	34
Cuadro 2. Rangos categorizados para variables del clima y condiciones edáficas, durante el período de septiembre a diciembre del 2014 en la zona de el Guarco, Cartago.....	35
Cuadro 3. Conformación nutricional de los suelos para cada una de las fincas evaluadas en la zona de el Guarco, Cartago.....	36
CAPÍTULO 3	50
Cuadro 1. Tratamientos a evaluar bajo condiciones <i>in situ</i> sobre la densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var. Fall green) en Guatuso de el Guarco, Cartago.....	57
Cuadro 2: Etapas fenológicas del ciclo del cultivo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen), categorizado por semanas.....	59
Cuadro 3. Densidad poblacional promedio de Babosas terrestres presentes en las etapas fenológica del ciclo de desarrollo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen), bajo aplicación de microorganismos entomopatógenos en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersion durante el período de octubre a diciembre del año 2014, en la zona del Guarco de el Cartago.....	64
Cuadro 4. Escala diagramática propuesta para cuantificar la intensidad de daño provocado por babosas terrestres en un ciclo de desarrollo del cultivo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen).....	65
CAPÍTULO 4	81

Cuadro 1. Tratamientos evaluados bajo condiciones <i>in situ</i> sobre la densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L var. Fallgreen) en Guatuso de el Guarco, Cartago.....	88
Cuadro 2. Escala diagramática propuesta para cuantificar el nivel de daño provocado por babosas terrestres en un ciclo de desarrollo del cultivo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L var. Fallgreen).....	90
Cuadro 3. Etapas fenológicas del ciclo del cultivo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen), categorizado por semanas.....	91
Cuadro 4. Densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen) bajo sistema de riego por aspersión y goteo, sometidas a un manejo integrado y convencional, establecido durante los meses de enero-marzo del 2015, zona de el Guarco, Cartago.....	92
Cuadro 5. Densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen) bajo sistema de riego por aspersión y goteo de acuerdo a la categorización del estado fenológico del cultivo, establecido durante los meses de enero-marzo del 2015, zona de el Guarco, Cartago.....	93
Cuadro 6. Promedio ponderado de daño causado por babosas terrestres en diferentes etapas fenológicas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var. Fallgreen), entre los meses de enero-marzo del 2015 en dos fincas productoras en la zona de el Guarco, Cartago.....	94

LISTA DE FIGURAS

Título	Página
CAPÍTULO 2	28
Figura 1. Comportamiento de la densidad poblacional promedio semanal de babosas durante ocho semanas en el cultivo de lechuga en dos fincas productoras en la zona de el Guarco, Cartago.....	41
CAPÍTULO 3	50
Figura 1: Densidad poblacional promedio de babosas terrestres en diferentes etapas fenológicas del ciclo de desarrollo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var fallgreen), en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el período de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el guarco de cartago.....	60
Figura 2: Efecto de sacos húmedos (T1) y mezcla de levaduras (T2) sobre la densidad poblacional promedio de Babosas terrestres durante el ciclo de desarrollo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen), en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el período de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.....	61
Figura 3: Densidad poblacional promedio de Babosas terrestres presentes en la etapa fenológica II y III del ciclo de desarrollo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen), bajo aplicación de extractos de origen vegetal en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el período de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.....	62
Figura 4: Efecto de la mostaza (E ₁) y la mezcla chile ajo (E ₂) sobre la densidad poblacional promedio de Babosas terrestres durante el ciclo de desarrollo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen), en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el período de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.....	63

CAPÍTULO 4	81
-------------------------	----

Figura 1. Afectación severa de plántulas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen) ocasionado por babosas terrestres en la finca bajo sistema de riego por goteo con la implementación de un manejo convencional A. y un manejo integrado B.	100
---	-----

Figura 2. Daño ocasionado por babosas terrestres en hoja de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var Fallgreen) en finca bajo sistema de riego por aspersión implementando un manejo integrado, siendo visible raspaduras A y agujeros B.....	101
--	-----

ANEXOS

CAPÍTULO 2	28
-------------------------	-----------

Anexo 2.1. Diferencias estadísticas presentadas por el Análisis de Varianza sobre las variables de respuesta analizadas.....	48
---	----

CAPÍTULO 1

TÁCTICAS IMPLEMENTADAS PARA EL MANEJO DE GASTERÓPODOS (BABOSAS TERRESTRES) EN CULTIVOS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA

Abstract

The terrestrial slugs are responsible for causing considerable economic losses on agricultural crops, some countries such as England, Thailand, United States, Colombia, Nicaragua, among others, report strong impacts on diverse crops. Nevertheless, its importance extends not only in these millionaire losses, but also for they act as intermediate vectors of the *Angiostrongylus costaricensis* nematodes, causing intestinal damages in the human being. Regarding to the previous information, it has promoted different investigations in the last years, with the aim of establishing efficient management tactics that allow to keep the populations below the economic threshold of damage. Within these tactics, they are synthetic substances as the metaldehyde and carbamates which are applied in different concentrations, shaped like pellets, same that by its characteristics in the short or medium term can have a repercussion on the biodiversity, so as an alternative to this tactic, the use of different types of traps around and within the plantations have generated reliable results. On the other hand, the use of botanical extracts of plant origin act on the behavior of this pest causing ,not only a repellent effect , but also a inedible reaction, so linked to the above, the use of agents of biological control such as the *Phasmarhabditis hermaphrodita* nematode, entomopathogenic microorganisms such as *Pochonia chlamydosporia*, and predators such as *Scarites anthracinus* y *Pterostichus melanarius*, have demonstrated a positive impact, not only in the management of terrestrial slugs, but also in the general equilibrium of the present populations in the crop, giving long-term benefits.

Key words: Terrestrial slugs, Management tactics, *Pochonia chlamydosporia*, Traps.

Resumen

Las babosas terrestres son responsables de causar importantes pérdidas económicas en los cultivos agrícolas, países tales como Inglaterra, Tailandia, Estados Unidos, Colombia, Nicaragua, entre otros, reportan fuertes afectaciones en diversos cultivos. No obstante, su importancia no radica solamente en estas pérdidas millonarias, sino también a que éstas actúan como vectores intermedios del nemátodo *Angiostrongylus costaricensis*, responsable de causar afectaciones intestinales al ser humano. Lo anterior, ha promovido en los últimos años, el desarrollo de diferentes investigaciones con el objetivo de establecer tácticas de manejo eficientes, que permitan mantener las poblaciones por debajo del umbral económico de daño. Dentro de estas, predomina las sustancias sintéticas tales como los metaldehídos y carbamatos aplicados en diferentes concentraciones y generalmente en forma de cebos o pellets, mismos que por sus características a mediano o corto plazo pueden repercutir sobre la biodiversidad; como alternativa a esta táctica, la utilización de diferentes tipos de trampa alrededor y dentro de las plantaciones ha generado resultado promisorios; por otra parte, el uso de extractos botánicos de origen vegetal actúan sobre el comportamiento de esta plaga provocando no solo un efecto repelente sino también anti-alimenticio, aunado a lo anterior el uso de agentes de control biológico tales como el nemátodo *Phasmarhabditis hermaphrodita*, microorganismos entomopatógenos como *Pochonia chlamydosporia* así como depredadores tales como *Scarites anthracinus* y *Pterostichus melanarius*, los cuales han demostrado un afecto positivo no solo en el manejo de las babosas terrestres, sino también en el equilibrio general de las poblaciones presentes en el cultivo, dando beneficios a largo plazo.

Palabras claves: Babosas terrestres, Tácticas de manejo, *Pochonia chlamydosporia*, Trampas

1. INTRODUCCIÓN

Las babosas terrestres pertenecen al Phylum Mollusca, Clase Gasterópoda, y Orden Pulmonata (Naranjo 2003), de acuerdo a Castillejo (1998), estructuralmente constituyen un grupo heterogéneo, polifilético. De acuerdo a Naranjo (2003), las babosas están provistas de un pulmón que les permite respirar; Castillejo (1998), menciona que se caracterizan por poseer una masa visceral dispuesta a lo largo del pie, no confinada bajo el manto, Solem (1974) y Castillejo (1998), indican que la formación de la concha es reducida o está ausente; esto último, no sólo las hace más propensas a la desecación por lo que producen un mucus protector sino también, que su comportamiento sea nocturno y que se refugien en lugares frescos (Castillejo 1998).

Al respecto Burch y Pearce (1990), menciona que sus hábitats son sitios protegidos, con humedad y fuentes de alimento, según Burch y Pearce (1990) y Heller (2001), se refugian alrededor de rocas, debajo de hojas o troncos, prefiere los suelos de humus; Pérez (2008), indica que las babosas tiende a refugiarse en cercas vivas, Castillejos (1998), menciona que generalmente se puede encontrar cerca de los canales de riego y borde de plantaciones agrícolas, lo que las convierte en una plaga de importancia agrícola. France *et al.* (2002), indica que las principales familias de babosas terrestres que causan daño al sector agrícola son Agriolimacidae, Limacidae, Milacidae y Arionidae.

Redbond (2003), menciona que la presencia de cuatro o más individuos indica un riesgo económico, generando pérdidas de al menos el 10% de las semillas en el cultivo de trigo, Montero (1997), menciona que las babosas en el cultivo de la lechuga son capaces de generar pérdidas de hasta el 100% de la producción, en Inglaterra se han reportado pérdidas de hasta dos millones de euros anuales en cultivos hortícolas a causa de las babosas terrestres (Port y Ester 2002). En el Reino Unido son consideradas como el tercer depredador en orden de importancia en los cultivos de cereales, centeno, trigo y cebada (Castillejo 1998), mientras que, en Estados Unidos, el departamento de agricultura reporta severas afectaciones en repollo y coliflor (Cabezas 2001). En Centroamérica Andrews y Dundes (1987), mencionan que las

babosas representan un gran problema fitosanitario, especialmente en el cultivo del frijol.

Además de los daños que esto puedan provocar en los cultivos, Borrero *et al.* (2008), mencionan que las babosas terrestres ponen en riesgo la salud humana ya que algunas especies son vectores intermedios de parásitos en humanos, causando la enfermedad conocida como Angiostrongylosis abdominal la cual es causada por nematodos del género *Angiostrongylus*. Molina (2006), indica que este vive en arterias pulmonares de ratas de los géneros *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus* donde copulan y alcanzan la madurez sexual, los huevos alcanzan el torrente circulatorio hasta los capilares pulmonares, donde se da la eclosión de larvas del primer estadio, las cuales penetran en los alveolos pulmonares, pasan al tracto digestivo, siendo expulsadas a través de las heces, estas larvas son L1, y pueden ser ingeridas por algunas especies de babosas terrestres, dentro de las babosas, las larvas L1 mudan alcanzando el estadio larval L3 infectante (Muzzio 2011), las cuales son excretadas por las babosas contaminando los alimentos, estos aspectos hacen que esta plaga sea de interés tanto en el área agrícola como en medicina humana.

De manera tal que en el campo agrícola, las investigaciones se han dirigido a evaluar diferentes tácticas de manejo logrando algún nivel de efectividad, dentro de las mismas se menciona el uso de nemátodos entomopatógenos tales como *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Ester y Geelen 1996, Glen *et al.* 1996), prácticas culturales (Glen *et al.*, 1990, Hammond 1996, Speiser y Hochstrasser 1998), uso de extractos de origen vegetal (Redbond 2003), no obstante su manejo prácticamente se limita al uso de sustancias químicas como metaldehído y carbamatos, formulados según Henderson *et al.* (1992), Garthwaite y Thomas (1996) como gránulos de cebo y que actúan como veneno en el estómago. De manera tal que el propósito de la presente revisión es presentar información sobre las diferentes tácticas de manejo utilizadas sobre las babosas terrestres.

1.2 REVISIÓN DE LITERATURA

1.2.1. Características Generales

Las babosas terrestres se ubican dentro del reino animal (Moreno *et al.* 2008, White 2011), pertenecen al Phylum Mollusca, Clase Gasterópoda, Subclase Pulmonata (Chase 2002). De acuerdo a su morfología externa (**Figura 1**), éstas están provistas de una cabeza en la parte anterior de su cuerpo con cuatro tentáculos, el par anterior tiene funciones quimio-sensoriales mientras que el par posterior cumple funciones oculares ya que ahí se encuentran los ojos. Además, están provistas de un manto, generalmente a la mitad anterior de su cuerpo, dicho manto presenta ornamentaciones características, las cuales facilitan su identificación Castillejo (1996), en posición antero- ventral se encuentra la boca y bajo ella se encuentra la abertura de la glándula pediosa, la cual es la responsable de la secreción de moco (Caballero 1991)

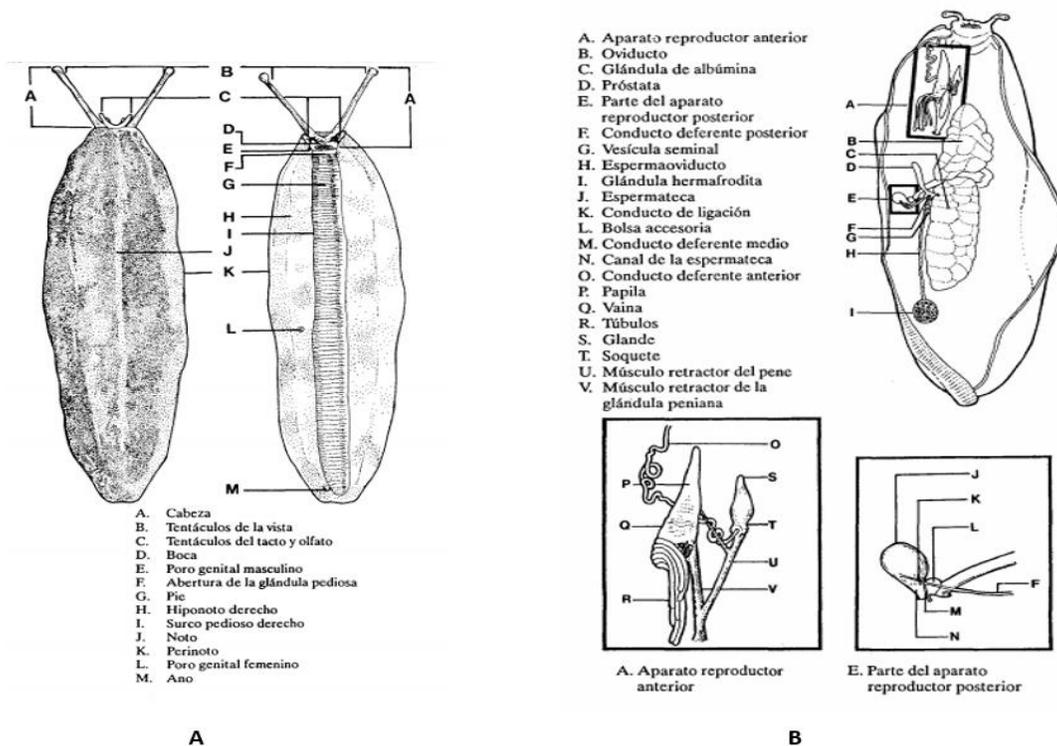


Figura 1: Morfología externa de babosas terrestres **(A)** y aparato reproductor hermafrodita de babosas terrestres de la familia Veronicellidae **(B)**

Fuente: Caballero 1991

Además presentan una morfología interna compleja, presentan una glándula hermafrodita, la cual se localiza en la región posterior, adyacente a esta se ubica el espermaoviducto, este se divide en dos, la primer bifurcación es formada por el conducto deferente posterior, quien por uno de sus lados forma la próstata, para luego unirse al poro genital femenino, y en el extremo de este se encuentra la vesícula seminal (Castillejo 1991).

De acuerdo a Barker (2001), las babosas son consideradas como uno de los grupos de mayor diversidad en los ecosistemas terrestres. Al respecto *Dallinger et al.* (2001) y Achuba (2008), indican que son utilizados como bioindicadores de contaminantes ambientales tales como, los metales pesados, South (1992), reporta que algunos grupos de babosas tienen atributos medicinales, por su parte Sproston *et al.* (2006), mencionan que pueden actuar como vectores de *Escherichia coli*, mientras que Zuñiga *et al.* (1983), comentan que se comportan como vectores intermedios de parásitos que provocan la enfermedad conocida como Angiostrongilosis abdominal en humanos. En el campo agrícola El-Hamalawi y Mengue (1996), exponen que algunos grupos, específicamente los caracoles son vectores de fitopatógenos tales como *Phytophthora citricola*, mientras que las babosas se pueden comportar como diseminadores de *Sclerotinia trifoliorum*. Jennings y Barkham (1979), Monge-Nájera (1997). Barker (2002), Speiser (2001) y Port y Ester (2002), mencionan que las babosas terrestres pueden causar daños en una gran variedad de cultivos agrícolas; al respecto Serré (2005), indica que las principales especies de babosas que causan daños en los cultivos se ubican dentro de las familias Agriolimacidae, Limacidae y Milacidae; se encuentran las especies de babosas que han sido reportadas como plaga en los cultivos.

1.2.2. Biología de las babosas terrestres

El ciclo de vida de las babosas terrestres está compuesto por una fase de huevos, un estado larval compuesto por una etapa intermedia, infantil, juvenil y pubertad, cerrando el ciclo con el estado adulto (Coto y Saunders 1987).

Sus huevos generalmente tienen una forma ovoide, además posee diferentes coloraciones dependiendo del estado de desarrollo, mostrándose al inicio traslucido y

luego tornan a una tonalidad amarilla claro (Constantino *et al.* 2010; Coto y Saunders 1987). En el estado larval, la etapa infantil se caracteriza por la presencia de gónadas indiferenciadas, mientras que en los estados juveniles se da un aumento en el crecimiento, la complejidad de las gónadas y la aparición de células formadoras de esperma; finalmente se presenta el estado de pubertad siendo esta la última etapa antes de pasar a la fase adulta y en donde se presenta la diferenciación del esperma (Coto y Saunders 1987).

Finalmente, en la etapa adulta se da la reproducción de las babosas, las cuales son hermafroditas, sin embargo, el espermio y el ovulo maduran en distinto período, por lo que se da una fase como macho y una fase como hembra, siendo posible, pero menos común la autofecundación. El apareamiento entre dos individuos es lo más común, en donde el dardo (aparato reproductor masculino) penetra en cada uno de los individuos, por lo que se da una copula recíproca, con material reproductivo en ambos organismos (Aguilera 2001).

Carrick (1942), Hunter y Symonds (1971) y Serré (2005), mencionan que factores tales como la temperatura, humedad, alimentación y especie, son determinantes en el ciclo biológico de cada individuo y la duración del mismo, en este último aspecto Serré (2005), indica que se han reportado sobrevivencias desde los seis hasta los 24 meses, Chichester y Getz (1973), reporta que los rangos de temperaturas ideales para su desarrollo oscilan entre 15 °C y 23 °C, siendo la temperatura optima los 21°C para la incubación de los huevos y el desarrollo normal de los adultos. De manera tal que, aspectos tales como la madurez sexual, ovoposición, eclosión y longevidad están fuertemente relacionados con estos tres factores (Carrick, 1942, Hunter y Symonds 1971 y Serré (2005))

Al respecto, Coto y Saunders (1987), determinaron bajo condiciones de laboratorio (85%-95% de humedad y una temperatura entre 20°C -21°C) diferentes aspectos del ciclo biológico de tres diferentes familias de babosas terrestres: Arionidae, Veronicellidae y Limacidae. Determinando que en la familia Arionidae, la madurez sexual se presentó entre los 69-73 días a partir del momento de su eclosión, mientras que la eclosión se dio 18 días después de la ovoposición, por su parte la

familia Veronicellidae alcanzó su madurez sexual entre los 168-183 días, el período de eclosión de sus huevos duró 24 días, mientras que en la familia Limacidae la madurez sexual se determinó entre los 152-171 días y sus huevos eclosionaron a los 18 días de la ovoposición.

1.2.3. Ecología de las babosas terrestres

De acuerdo a Aguilera (2001), las babosas terrestres son más activas durante períodos nocturnos, por su parte Barrientos (2010) menciona que, suelos húmedos y sueltos, con disponibilidad de materia orgánica, favorecen la proliferación de éstas, de igual forma, el pH del suelo juega un papel importante, ya que niveles cercanos a los 7,3 las benefician, mientras que, los suelos arenosos no les son atractivos debido a que éstos tienen buena capacidad de drenaje y poca retención de humedad (Port y Ester 2002).

Chichester y Getz (1973), mencionan que las babosas son susceptibles a la desecación y a la radiación ultravioleta, razón por la cual los requerimientos de humedad son altos, mencionando que un rango entre los 40% y 80% es el óptimo para su desarrollo, dándose de manera positiva la ovoposición.

1.2.4. Familias de Babosas terrestres de importancia económica en la agricultura

Entre las familias de importancia agrícola se encuentran las siguientes.

1.2.4.1. Familia Agriolimacidae

Esta familia comprende alrededor de 175 especies de babosas, entre ellas se encuentra *Deroceras reticulatum* (Belmonte *et al.* 2007 y Moreno *et al.* 2008) *Deroceras leave*), ambas especies atacan diferentes cultivos hortícolas, dentro de éstos repollo, brócoli, frijol, zanahoria, lechuga, así como plantas ornamentales (Moreno *et al.* 2008)

1.2.4.2. Familia Limacidae

Según Castillejo y Rodríguez (1990), los miembros de esta familia poseen características muy favorables para su identificación a niveles de géneros y especie, debido a que su principal característica diagnóstica son sus genitales los cual están bien definidos y diferenciados entre las especies que se encuentran en esta familia. Moreno *et al.* (2008), dentro de las especies que mencionan se encuentran *Limax flavus* la cual la reportan que ataca únicamente cultivos como los crisantemos, así como, *Lehmannia valentiana* la cual se hospeda en cultivos como crisantemos y frijol.

1.2.4.3. Familia Milacidae

De acuerdo a Moreno *et al.* (2008), *Milax gagates* es una las especies más representativas, la cual ataca cultivos como el crisantemo.

1.2.4.4. Familia Veronicellidae

Dentro de esta familia recobran importancia *Sarasinula plebeia*, según Posada *et al.* (2001), éstas se encuentran ampliamente distribuidas en cafetales.

1.2.5. Daños directos causados por las babosas terrestres a los cultivos agrícolas

El nivel de daño causado por las babosas en los cultivos agrícolas está sujeto a la densidad poblacional, cultivo, etapa fenológica, Aguilera (2001) y Córdoba (2009) mencionan que, éstas tienen especial preferencia por plantas en estadios jóvenes, casi recién emergidas, en etapas fenológicas avanzadas, éstas no sólo causan raspaduras sino también ingieren el tejido por lo que en las hojas se pueden observar agujeros, Córdoba (2009), menciona que éstas pueden dañar las semillas y raíces de plántulas y plantas.

Baker (2002), informa que en Australia se han reportado pérdidas importantes en las pasturas dedicadas a la ganadería, donde el daño que provocan es prácticamente irreversible, aunado a que éstas pasturas son poco apetecidos por los animales debido principalmente al moco que estas desprenden, de la misma manera,

en cultivos tales como el trigo y la cebada se ha reportado pérdidas significativas, ya que éstas provocan la perdida directa de follaje durante el establecimiento del cultivo.

En Suráfrica, se han reportado daños importantes en el cultivo del banano, ya que afectan principalmente la cáscara, causando raspaduras y daños visibles (De Jager y Daneel 2002). En Taiwán Chang (2002), reporta afectaciones importantes inducidos por las babosas en cultivos como mango y uva, siendo este último el más afectado, ya que las babosas atacan sus hojas y flores, principalmente en los meses de mayo a septiembre meses de mayor humedad, coincidiendo estos meses con el fructificación, razón por lo cual la producción es afectada severamente.

Moreno *et al.* (2008), reporta que las babosas terrestres tienen un amplio rango de hospederos, dentro de los cuales menciona cultivos tales como zanahoria, lechuga, repollo, habichuela, remolacha, rábano. Vanitha *et al.* (2011), reporta que en la India la presencia de caracoles y babosas ocasiona daños en vainilla ya que éstas se alimentan de diferentes órganos de la planta lo que además predispone a la planta a enfermedades tanto de tipo abiótico como quema por sol, así como de tipo biótico.

1.2.6. Daños indirectos causados por las babosas terrestres

Zuñiga *et al.* (1983), Molina (2006) y Córdoba (2009), indican que las babosas terrestres se comportan como vectores intermedios de parásitos que provocan la enfermedad conocida como Angiostrongilosis abdominal en humanos, Araya *et al.* (2015), mencionan que esta es causada por nemátodos del género *Angiostrongylus*, siendo *A. costaricensis* y *A. cantonesis*, por su parte Molina (2006), indica que *Angiostrongylus costaricensis*, causa graves problemas gastrointestinales principalmente a niños y niñas menores de los diez años. Así mismo; Barker (2002), reporta la presencia de *Escherichia coli* en heces de babosas encontradas en vegetales de consumo fresco (Sproston *et al.* 2006).

Además, El-Hamalawi y Mengue (1996), se ha reportado como un agente de dispersión de *Sclerotinia trifoliorum*, hongo que afecta al trébol blanco, Hunter y Runhan (1971), reportan babosas responsables de transmitir la mancha de la hoja de

repollo causada por *Alternaria brassicicola* así como el mildiu veloso del frijol por *Phytophthora phaseoli*.

1.2.7. Métodos implementados en el manejo de las babosas terrestres

1.2.7.1. Manejo de babosas mediante el uso de sustancias sintéticas

Existen diferentes sustancias químicas que se han utilizado en diferentes formas para el manejo de babosa, dentro estas Andrews (1985), menciona que en sistemas a pequeña escala se ha aplicado sal de mesa la cual induce a una deshidratación como producto de una excesiva producción de mucus, este mismo autor menciona el uso de organofosforados como el Aldrin; además, se ha mencionado también el uso de fertilizantes, tales como los fosfato de hierro en forma de pellets, éstos actúan como un veneno estomacal (Flint y Wilen 2009), sin embargo, su eficacia es muy baja (EPA 1998), por su parte Cañedo *et al.* (2010) indica que los Sulfato de cobre tienen efecto sobre éstas.

No obstante, las sustancias que por excelencia se han utilizado son los metaldehídos y los carbamátos. Henderson y Triebkorn (2002), indican que éstos molusquicidas actúan por ingestión o por contacto, de tal forma que la ingestión oral es favorecida por las condiciones de acidez cambiantes dentro del organismo es decir por el pH, en este caso éstos son transportados parcialmente por el tracto digestivo junto con la masa de alimento, absorbiéndose rápidamente mediante las células esofágicas mientras que mediante el contacto las características lipofílicas que facilitan el transporte del ingrediente activo al organismo generando éste un efecto tóxico complejo, ya que las sustancias venenosas primero tienen que penetrar una capa hidrofílica gruesa de moco para luego disolverse en la membrana plasmática lipofílica subyacente de la piel, de manera tal que cuando estos actúan mediante la ingesta, el efecto es más rápido que el que por contacto directo o contacto dermal.

En el caso de los metaldehídos, Andrews (1985), menciona que éstos tienen un efecto irritante provocando la deshidratación, de igual forma, afectan el sistema nervioso. Salvio *et al.* (2014), utilizaron metaldehídos para el control de babosas en el cultivo de soja, obteniendo entre un 97% y 100% de control sobre babosas/m²

utilizando una cantidad de 4 Kg/ha a los 10 y 16 días después de siembra, además Garavano *et al.* (2013), encontró un control aceptable por parte del metaldehído sobre las babosas en el cultivo de Colza, obteniendo porcentajes de control de 75% y 90% a los 2, 8 y 14 días después de la aplicación, mientras que en ensayos in vitro realizados por Villarino *et al.* (2012), en este mismo cultivo, al utilizar 4 kg/ha de carbaryl 8% y 3, 4 y 5 kg/ha carbaryl 8% + metaldehído 4% en forma de cebos, además de un tratamiento, no determinó diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los molusquicidas, pero si se presentó un efecto al compararlo con el testigo, es decir que no existió un efecto de la dosis empleadas ya que todos superaron el 65% de mortalidad de las babosas, mientras que el testigo fue menor al 10%,

Iglesias *et al.* (2002) mediante ensayos in vitro al aplicar 1,18 mg/cm² de metaldehído obtuvo un 100% de la mortalidad en los huevos de babosas después de 3 días de exposición.

Godan (Citado por Andrews 1985), menciona que en el caso de los carbamatos, la intoxicación en babosas provoca la inhibición de la actividad de acetilcolinesterasa, además de una producción normal de mucus, dificultando que se presente la deshidratación por parte de las misma, estas se ponen hiperactivas antes de la inactivación, dado a que ocurre una relajación muscular en el organismo de la babosa y presentan la caída de los tentáculos ópticos; otro efecto de este ingrediente activo es que su efecto letal en presencia de humedad.

1.2.7.2. Manejo de babosas mediante el uso de agentes de control biológico

Dentro de este tipo de manejo, el uso de nemátodos benéficos parece ser una alternativa viable, al respecto Glen *et al.* (1996), menciona que el nemátodo *Phasmarhabditis hermaphrodita* tiene la capacidad de parasitar babosas, Wilson *et al.* (1993) indica que, *P. hermaphrodita* es considerado como una de las mejores para el manejo de babosas, de acuerdo a este autor, este nemátodo penetra a través de orificios naturales que estas poseen logrando evadir el sistema de defensa por parte de la plaga

France *et al.* (2002), en sus estudios *in vitro* obtuvo un 100% de mortalidad en babosas inoculadas con *P. hermaphrodita* bajo condiciones de campo, este mismo autor determinó mortalidad 20 días después de la aplicación, obteniendo una mortalidad diaria de 4,53%, e indica que el principal síntoma que mostraron las babosas fue una marcada pérdida de apetito, así como una disminución en su movilidad, inflamación del manto y por último la muerte, logrando de esta forma disminuir la afectación de esta plaga sobre plantas de maíz, obtenido valores de 31,1 % y 14,5% de plantas afectadas con dosis de 150.000 y 300.000 nemátodos m², en comparación al tratamiento testigo con un valor de 67,8% de plantas dañadas. Por su parte Iglesias *et al.* (2001), demostró que al utilizar el nematodo *P. hermaphrodita* y compararlo con un metaldehído no se encuentran diferencias estadísticas ($p < 0.05$) durante las primeras cuatro semanas en el cultivo de lechuga.

Además de este nemátodo, se reportan otros organismos con capacidad de causar la muerte en esta plaga, Symondson (2004), menciona el sub-género de coleópteros Polyphaga como agente predador de babosas, sin embargo indica que la eficacia como depredador depende de su ciclo biológico, debido a que los estadios juveniles son menos eficientes para el control de dicha plaga, además Carmona y Tulli (2006), en sus estudios de laboratorio observaron la capacidad del carábido *Scarites anthracinus* de ser predador potencial de la especie de babosa *Deroceras reticulatum*, este tiene la capacidad de consumir diferentes estadios larvales de dicha plaga así como huevos, logrando consumir una cantidad de cinco huevos de babosas en un lapso de 72 horas, también consumiendo un máximo de $8,3 \pm 1,25$ babosas en el mismo periodo de tiempo y un mínimo de $4,8 \pm 1,54$ babosas, Bohan *et al.* (2000), indican que la especie de carábidos *Pterostichus melanarius* actúan como depredadores de babosas, alimentándose únicamente de los estadios juveniles debido a que estas son pequeñas y poseen menor peso (20 g), el mismo autor reporta que este puede afectar siete especies de babosas dentro de éstas, *Deroceras reticulatum*, *Arion intermedius*, *A. distinctus mabille*, *A. subfuscus Draparnaud*, *Arion sp*, *D. caruaenae Pollonera*, *Boettgerilla pallens Simroth*.

Otra alternativa para el control de babosas es la utilización de hongos entomopatógenos, Zare *et al.* (2001), menciona que el hongo *Pochonia chlamydosporia* tiene la capacidad de parasitar los huevos de babosas, dicho hongo produce dictioclamidosporas o al menos una hifa vegetativa irregularmente hinchada, además, Arias y Crowell (Citado por Wilson 2012), indica que el hongo *Arthrobotrys sp* parasita los huevos de la especie de babosas *Arion circumscriptus*.

1.2.7.3. Manejo de babosas mediante el uso de trampas

La utilización de trampas es una alternativa para el control de babosas terrestres, siendo eficiente debido a que controla tanto sus estadios juveniles y adultos, Maza (2012), al implementar diversas trampas para la captura de babosas, obtuvo que el mejor tratamiento fue la utilización de trampas de cerveza, obteniendo una cantidad de 138,6 babosas muertas/trampa, siendo altamente eficiente el control de la plaga en el cultivo de caña de azúcar, este mismo autor, recalca que la utilización de cerveza es un atrayente para las babosas debido a su fermentación. Por su parte Sobrado y Andrews (1985), demostraron que la utilización de trampas tales como basura o rastros de cosecha, latas enterradas con algún cebo químico en el fondo de la trampa, son eficientes para captura de babosas en el cultivo de maíz, sin embargo no obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.005$).

Mientras que Constantino *et al.* (2010), demostraron que la utilización de trampas de sacos de fique roseadas con cerveza, agua miel de mucilago y tapadas con hojas son altamente eficientes para la captura de babosas, llegando a obtener 180 babosas/trampa, siendo esta una alternativa eficiente para el manejo de esta plaga en el cultivo de café, disminuyendo la afectación de las mismas en los almácigos de café y raspados de los frutos.

1.2.7.4. Manejo de babosas mediante el uso de extractos botánicos

Existen diferentes plantas con propiedades para el manejo de babosas, dentro de estos Bustamante y Sabillon (2006), indican que el extracto acuoso de hojas y semillas de naranjo agrio (*Citrus aurantium.*), así como de semillas de la planta

conocida como Piñón (*Jatropha curcas* L.) y la Higuera (*Ricinus communis* L.) tienen propiedades molusquicidas.

Coto y Saunders (1985), utilizaron 60 extractos de plantas exóticas para el control de babosas en el cultivo de frijol, obteniendo que las semillas de *Canavalia ensiformis* y las hojas de *Thevetia peruviana* en extractos de éter de petróleo al 0,5% brindaron 100% de protección al cultivo, creando repelencia por parte de las babosas, Sabillón *et al.* (1991), evaluaron 26 tipos de extractos como repelentes para babosas en el cultivo de frijol, determinando que los extractos acuosos de *Nerium oleander* y *Thevetia peruviana*, *Solanum globifolium* y los extractos acuoso y etéreo de *Parthenium hysterophorum*, mostraron repelencia sobre las babosas, esto bajo condiciones de laboratorio

1.2.7.5. Manejo de babosas mediante la aplicación de prácticas culturales

Las tácticas de control cultural tienen un efecto directo sobre diferentes estadios del ciclo de desarrollo de las babosas terrestres, Monge (1996), menciona que los terrenos compuestos por estructuras muy grandes sirven como refugio de adultos, además, se propicia la formación de galerías donde las babosas ponen las masas de huevos; al respecto Alvares (2016), señala que, una adecuada preparación permite eliminar galerías quedando sueltas, además, los canales de drenajes en posiciones específicas permiten evacuar la mayor cantidad de humedad presente en los suelos lo que limita el establecimiento y permanencia de las babosas,

Por su parte, Rosas (2003) y Lardizabal (2010), mencionan que, la eliminación de malezas y rastrojos por medio de la preparación del suelo sirven para eliminar nichos donde estas pueden colocar las masas de huevos, además, proporciona una mejor aireación de los suelos y por ende mayor capacidad de drenaje. Rosas (2003) y Escoto (2013), indican que la labranza convencional favorece la eliminación de los huevos y adultos de las babosas puesto que estos se encuentran en la capa más superficial del suelo, exponiendo los mismos a las condiciones del medio ambiente y causando la muerte por deshidratación, siendo esta práctica importante para mitigar zonas de refugio. Imaicela (2013), menciona que las babosas prefieren las zonas con

alta cantidad de hojarasca, piedras y troncos en el suelo para utilizarla como refugio, siendo estos eliminados al momento de realizar prácticas de labranzas mecanizadas.

Trabanino (1998), recomienda que la utilización de montículos de rastrojo de maíz como fuente de refugios, sobre los cuales luego se realiza la eliminación de la plaga, este autor también menciona que el control de maleza en el cultivo de maíz especialmente las hojas anchas repercuten sobre el crecimiento poblacional de estas debido a que se realiza la eliminación de zonas de refugio y disponibilidad de alimento.

Otro método de control de babosas es la utilización de quema de residuos de cosecha, en el cultivo de frijol se realiza para la eliminación de fuentes de alimento y refugio de las babosas, dándose disminución en la población de babosas (García 2009); sin embargo, repercute debido al daño provocado en los suelos por la alteración en la temperatura normal de los suelos, causando muerte de organismos benéficos del suelo.

1.3 CONCLUSIONES

A partir de esta revisión de literatura, se concluye que;

La aplicación metaldehídos y carbamatos en diferentes formas, son las sustancias que por excelencia se aplican, no obstante, su efectividad está sujeta a factores ambientales, características y comportamiento de las babosas terrestres, así como a la competencia que se pueda generar entre éstos ingredientes activos y malezas presentes.

Existe pocos estudios sobre la evaluación y uso de agentes de control biológico, específicamente microorganismos entomopatógenos, los cuales por los diferentes mecanismos que pueden desplegar en los cuales se secretan diferentes tipos de toxinas, enzimas y proteínas, podrían ejercer un efecto sobre diferentes estadios del ciclo.

El uso de trampas, así como de extractos botánicos de origen vegetal, actúan sobre el comportamiento de las babosas terrestres, por lo que es trascendental conocer la eco biología y etología de las poblaciones presentes.

1.4 LITERATURA CITADA

- Achuba, F. 2008. African land snail *Achatina marginatus*, as bioindicator of environmental pollution. NorthWest J. Zoology. 4:1-5.
- Aguilera, A. 2001. Babosas de importancia económica en Chile. Tierra adentro. 40:40-43
- Álvarez, M. 2016. Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente Antioqueño. 147 p. ISBN: 978-958-8955-10-0.
- Andrews, K. 1985. Control químico de babosas especialmente las babosas del frijol *Sarasinula plebeia*. CEIBA. 26(1):90-102.
- Andrews, K; Dundee, D. 1987. Las babosas Veronicellidos de Centroamérica con énfasis en *Sarasinula plebeia* (*Vaginulus plebeius*). CEIBA. 28(2):10
- Araya, A; Quesada, L; Vargas, H. 2015. Angiostrongilosis abdominal. Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica LXXI. (617):711-718. DOI: (617) 711-718.
- Baker, G. 2002. Helicidae and Hygromiidae as Pests in Cereal Crops and Pastures in Southern Australia. In Barker, G. Molluscs as Crop Pests. CABI Publishing. Wallingford, Reino Unido. 193-216. ISBN: 0851993206
- Barker, G. 2001. Gastropods on Land: Phylogeny, diversity and adaptive morphology. In: The Biology of Terrestrial Molluscs. G.M. Barker (Ed). CABI Publishing. Wallingford. Reino Unido. 1-146. ISBN: 0851993184
- Barrientos, Z. 2010. Los moluscos terrestres (Mollusca: Gasterópoda) de Costa Rica: clasificación, distribución y conservación. Revista de Biología Tropical. 58(4)1165-1175.
- Belmonte, M; Carrasco, N; Báez, A. 2006. Cosecha gruesa Soja, Maíz, Girasol. Ediciones INTA. Proyecto RIAP. 1ra. Ed: 106 p.

- Bohan, D; Bohan, A; Glen, D; Symondson, W; Wiltshire, C; Hughes, L. 2000. Spatial dynamics of predation by carabid beetles on slugs. *Journal of animal Ecology*. 69. 367-379.
- Borrero, F; Breure, H; Christensen, C; Correoso, M; Mogollón, A. 2008. Into The Andes: three new introductions of *Lissachatina fulica* (Gastropoda, Achatinidae) and its potential distribution in South America. Tentacle Submitted.
- Burch, J; Pearce, A. 1990. Terrestrial Gastropoda. In *Soil biology guide*, D. L. Dindal (ed.). John Wiley & Sons, Inc. New York. 1349 p.
- Bustamante, M; Sabillon. 2006. Guía fotográfica para la identificación de plantas con propiedades plaguicidas. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. Pp 110 - 120.
- Caballero, R; Thomé, J; Andrews, K; Rueda, A. 1991. Babosas de Honduras (Soleolifera: Veronicellidae): Biología, descripción, distribución, importancia económica y claves para su identificación. *Revista CEIBA*. 32(2):107-126
- Cabezas, G. 2001. Algunos aportes sobre el manejo integrado de babosas en cultivos hortícolas. Compendio de eventos 1. Hortalizas, plagas y enfermedades. CORPOICA, SOCOLEN. p 30- 35.
- Cañedo, V; Alfaro, A; Kroschel, J. 2010. Manejo Integrado de babosas en los cultivos hortícolas (en línea). Consultado 16 de ene. 2017. Disponible en <http://www.cipotato.org/publications/pdf/005438.pdf>.
- Carmona, D; Tulli, M. 2006. Babosas en siembra directa: Alternativas de control. *Revista Visión Rural Año XIII*. V 63. AG. 2006.
- Carrick, R. 1942. The grey field slugs *Agriolimax agrestis* L., and its environment. *Annals of Applied Biology*. 29:43-55
- Castillejo, J. 1996. Las Babosas como plaga en la agricultura. Claves de identificación y mapas de distribución. *Revista Real Academia Galega de Ciencias*. 15:93-142.

- Castillejo, J. 1998. Guía de las Babosas Ibéricas. Real Academia Galega de Ciencias. Santiago, Chile. 153 p. ISBN: 84-600-9469-3
- Castillejo, J; Rodríguez, T. 1990. Babosas de la península Ibérica III. Los Limacidos. Catálogo Crítico y Mapas de Distribución. (Gastropoda, Pulmonata, Limacidae). 9(1-2):359-366. ISSN: 0212-3010.
- Chang, C. 2002. *Bradybaena similares* (de Férussac) (Bradybaenidae) as a Pest on Grapevines of Taiwan. In Barker, G. (Ed) Molluscs as Crop Pests. CABI Publishing. Wallingford, Reino Unido. p.241-244.
- Chase, R. 2002. Behavior and Its Neural Control in Gastropod Molluscs. New York: Oxford University Press.
- Chichester, L, Getz, L. 1973. The terrestrial slugs in Northeastern North America. *Sterkiana*. 51. 11-42
- Constantino, L, Gomes, S, Benavides, P. 2010. Descripción de daños por las babosas *Colosius pulcher* y *Sarasinula plebeia* en el cultivo del café en Colombia. Centro Nacional de Investigación de Café (CENICAFE). Caldas, Colombia. 8 p. ISSN: 0120-0178.
- Córdoba, M. 2009. Predicción de plagas de gasterópodos terrestres en Galicia. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 450 p.
- Coto, D; Saunders, J. 1987. Biología y comportamiento de las babosas en el laboratorio y su medio ambiente. *Ceiba*. 28(2)179-192.
- Coto, T, Saunders, J. 1985. Prevención alimenticia de la babosa, *Diplosolenodes occidentale*, Soleolifera: Veronicellidae, con repelentes botánicos. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). CR 26 (1): 66-76.
- Dallinger, R., Berger, B., Tribskorn-Köhler, R. y Köhler, H. 2001. Soil biology and ecotoxicology. In: The Biology of Terrestrial Molluscs. Barker, G.M. (Ed). CABI-Publishing. Wallingford. Reino Unido. p. 489-525.

- De Jager, K, Daneel, M. 2002. *Urocyclus flavescens* Kerferstein (Urocyclidae) as a Pest of Banana in South Africa. In Barker, G. Molluscs as Crop Pests. Publishing, Wallingford, Reino Unido. CABI. p. 235-240.
- El-Hamalawi, Z; Mengue, J. 1996. The role of snails and ants in transmitting the avocado stem canker pathogen, *Phytophthora citricola*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 5 (121): 973-977
- EPA. 1998. Iron (ferric) phosphate. Office of Pesticide Programs Factsheet. United States Environmental Protection Agency
- Escoto, D. 2011. El cultivo del frijol. Tegucigalpa, Honduras. 44 p. Disponible en línea: <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>
- Ester, A; Geelen, M. 1996. Integrated control of slugs in a sugar beet crop growing in a rye cover crop. In Henderson; F. (ed.), Slug and Snail Pests in Agriculture. Monograph No. 66 (Farnham: British Crop Protection Council), p. 445-450.
- Flint, M; Wilen, C; 2009. Snails and Slugs: Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. US. Consultado 17 de ene. 2017. Disponible en: <http://www.maine.gov/agriculture/pesticides/gotpests/othercritters/factsheets/snails-slugscal.pdf>
- France, A; Gerding, M; Céspedes, C; Cortez, M. 2002. Control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) con *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (Nematoda; Rhabditidae) en suelos con sistema de cero labranza. Scielo Chile. 62(2)181-190 DOI: 10.4067/S0365-28072002000200001.
- García, E. 2009. Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA). 23 p.

- Garavano, M; Manetti, P; López, A; Clemente, N; Salvio, C; Faberi, A. 2013. Cebos molusquicidas y molusquicidas líquidos para el control de *Deroceras reticulatum* (Pulmonata: Stylomatophora), plaga en el cultivo de colza. 39(1)60-66.
- Garthwaite, D; Thomas, M. 1996. The usage of molluscicides in agriculture and horticulture in Great Britain over the last 30 years. In Henderson, F. (Ed.), *Slug and Snail Pests in Agriculture*. Monograph No. 66 (Farnham: British Crop Protection Council), p. 39- 46.
- Glen, D; Milson, N; Wiltshire, C. 1990. Effect of seed depth on slug damage to winter wheat. *Annals of Applied Biology*. 117:693-701.
- Glen, D; Wilson, M; Hughes, L; Cargeeg, P; Hajjar, A. 1996 Exploring and exploiting the potential of the rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* as a biocontrol agent for slugs. British Crop Protection Council. p. 271-280. DOI: 0948404965
- Hammnd, R. 1996. Conservation tillage and slugs in the U.S. corn belt. In I. F. Henderson (ed.), *Slug and Snail Pests in Agriculture*. Monograph No. 66 (Farnham: British Crop Protection Council), p. 31-38
- Heller, J. 2001. Life history strategies. In: *The biology of terrestrial molluscs*, G. M. Barker (Ed.). CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. p. 413-445.
- Henderson, L; Martin, A; Perry, J. 1992. Improving slug baits: the effects of some phagostimulants and molluscicides on ingestion by the slug, *Deroceras reticulatum* (MuÈller) (Pulmonata: Limacidae). *Annals of Applied Biology*.121:423- 430.
- Hunter, P; Runham, N. 1971. "Slugs: A world problem". *Tropical science*. 13(3):191-197.
- Hunter, P; Symonds, B. 1971. The leap frogging slug. *Nature (London)*. 229:349. DOI: 10.1038/229349a0

- Iglesias, J, Castillejo, J, Ester, A. 2002. Laboratory evaluation of potential molluscicides for the control of eggs of the pest *Deroceras reticulatum* (Müller) (Pulmonata: Limacidae). International Journal of pest Management. 48(1):19-23. ISSN: 0967-0874.
- Imaicela, M. 2013. Patrones de la diversidad de la fauna de moluscos (Gastrópoda) en un bosque tropical de montaña (Estación científica San Francisco) al sur de Ecuador. Tesis. Lic. Universidad Técnica Particular de Loja. 56 p.
- Jennings, T; Barkham, J. 1979. Litter decomposition by slugs in mixed deciduous woodland. Holarctic Ecology. 2(1):21-29.
- Maza, M. 2012. Métodos alternativos para el control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) en el cultivo de caña de azúcar. Tesis. Lic. Universidad técnica de Quevedo, Ecuador. 79 p.
- Molina, P. 2006. Angiostrongilosis: Reporte de caso. Revista Costarricense Ciencias Médicas. 27(3-4), San José, CR.
- Monge, J. 1996. Moluscos del suelo como plaga agrícola y cuarentenaria. Revista Biología Tropical. Universidad de Costa Rica. p 51-56.
- Monge-Nájera, J. 1997. Moluscos de importancia agrícola y sanitaria en el trópico: la experiencia costarricense. Editorial Universidad de Costa Rica. 165 p.
- Montero, F. 1997. Las babosas el enemigo silencioso de las hortalizas. Fondo Nacional De Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Venezuela No 55.
- Moreno, J; Gaviria, B; Navarro, R; Duran, B; Vargas, A; Aguirre, P; Quiroz, C. 2008. Babosas en cultivos del Valle de San Nicolás (cercano oriente antioqueño). Universidad Católica de Oriente. Antioquia, Colombia. 40 p.
- Muzzio, J. 2011. Moluscos hospederos intermedios de *Angiostrongylus cantonensis* en dos provincias de Ecuador. Tesis de maestría. Instituto de Medicina Tropical "PEDRO KOURI". La Habana, Cuba. p 14-28.

- Naranjo, E. 2003. Moluscos Continentales de México: Terrestres. *Revista Biología Tropical*. 51(Suppl: 3):483-493.
- Pérez, A; Soltelo, M; Arana, I; López, A. 2008. Diversidad de moluscos gasterópodos terrestres en la región del Pacífico de Nicaragua y sus preferencias de hábitat. *Revista Biología Tropical*. 56(1):317-332
- Port, G; Ester, A. 2002. Gastropoda as pests in vegetable and ornamental crops in western Europe. In Barker, G. In: *Molluscs as Crop Pests*. Publishing CABI. Wallingford, Reino Unido. 337-351 P.
- Posada, F; Cárdena, R; Arcila, J; Gil, F; Mejia, G. 2001. Las babosas causantes del anillado del tallo del cafeto. *Cenicafé, Avances Técnicos*. 289:1-8.
- Rosas, J. 2003. El cultivo del frijol común en América Tropical Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 62 p.
- Sabillon, A; Andrews, K; Caballero, R; Madrid, T. 1991. Uso de extractos botánicos para evitar daño de la babosa *Sarasinula plabeia* (Fischer) en frijol común, *Phaseolus vulgaris* L. *Revista CEIBA*. 32(2):187-200.
- Salvio, C, Manetti, P, Clemente, N, López, A. 2014. Efectos de carbaryl y metaldehído sobre *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) y *Milax gagates* (Mollusca: Pulmonata) en soja bajo siembra directa. *Scielo Uruguay*. 18(2). ISSN: 2301-1548.
- Symondson, W; Sunderland, K; Greenstone, M; 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents. *Annual of Review Entomology*. 47: 561-594.
- Serré, M. 2005. Manejo de babosas en el cultivo de girasol en siembra directa. Pioneer. Argentina. 6 p.
- Simposio “slug and snails” (Christchurch, Nueva Zelanda) 2003. Some aspects of Slugs & Snails 2003; congress report. Eds. Redbond. Christchurch, Nueva Zelanda
- Sobrado, C, Andrews, K. 1985. Control cultural y mecánico de la babosa *Sarasinula plebeia* (Ficher) antes de la siembra del frijol. 26(1).83-89

- Solem, A. 1974. *The Shell Makers: Introducing mollusks*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 289 p.
- South, A. 1992. *Terrestrial Slugs. Biology, Ecology and Control*. Chapman & Hall. Londres. 428 p. ISBN: 0412368102
- Speiser, B. 2001. Food and Feeding Behaviour. En: *The Biology of Terrestrial Molluscs*. G. M. Barker (Ed). CABI Publishing. Wallingford. Reino Unido. 259-287.
- Speiser, B, Hochstrasser, M. 1998. Slug damage in relation to watering regime. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 70(2-3):273- 275.
- Sproston, E, Macrae, M, Ogden, I, Wilson, M, Strachan, N. 2006. Slugs: potential novel vectors of *Escherichia coli* O157. *Applied and Environmental Microbiology*. 72: 144-149.
- Trabanino, R. 1998. *Sarasinula plebeia* (Fischer), Babosas del frijol: Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras. p 90-92.
- Villarino, S; Manetti, P; López, A; Clemente, N; Faberi A. 2012. Formulaciones con combinación de ingredientes activos para el control de *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda), plaga en el cultivo de colza. *Revista RIA*. 38(1):91-98. ISSN 0325-8718.
- Vanitha, K, Karuppuchami, P, Sivasubramanian, P. 2011. Pest of Vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) and their natural enemies in Tamil Nadu, India. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 3:116-120.
- White-McLean, J. 2011. Terrestrial mollusc tool (en línea). US. Consultado 17ene. 2017. Disponible en <http://idtools.org/id/mollusc>
- Wilson, M, Glen, D, George, S, Butler, R. 1993. The rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* as a potencial biocontrol agent for slugs. *Biocontrol Science and Technology*. 3:503-511

Wilson, M. 2012. Pathogens and parasites of terrestrial molluscs. In Lacey, L. Manual of techniques in invertebrate pathology. Academic Press. p 427- 439 ISBN: 9780123868992.

Zare, R, Gams, W, Evans, H. 2001. A revision of *Verticillium* section *Prostrata*. V. The genus *Pochonia*, with notes on *Rotiferophthora*. CABI Bioscience. p 51-86. DOI: 0029-503510 110073-005.

Zúñiga, S; Cardona, V; Alvarado, D. 1983. Angiostrongilosis abdominal. *Revista Médica Hondureña*. 51:184-192.

CAPÍTULO 2

RELACIÓN ENTRE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS Y DEL SUELO CON RESPECTO A LA ABUNDANCIA DE BABOSAS EN DOS FINCAS PRODUCTORAS DE LECHUGA (*LACTUCA SATIVA* L. VAR FALLGREEN), EN LA ZONA DE EL GUARCO, CARTAGO, COSTA RICA

Abstract

Lettuce is a vegetable highly consumed by the world population for its high nutritional content. Its yields and quality are gravely affected by different pests, among them, terrestrial slugs. The objective of this study was to determine the interaction of different climatological and edaphic variables with respect to the population density of terrestrial slugs in two lettuce farms (*Lactuca sativa* L. var FallGreen) in the Guarco, Cartago region. On each farm an area of 500 m² was selected and three observational areas of 6m x 6m were demarcated. Additionally, population sampling was performed three times a week between 6:00 a.m. and 8:00 a.m. The sampling was conducted from September 2014 to December 2014. The type of irrigation system, physical and chemical characteristics of the soil; as well as, the soil's moisture were taken into consideration. Further, climatic conditions were considered; such as, average temperature, precipitation and relative humidity. The yielded data was analyzed with a statistical software known as InfoStat. The results do not show a linear correlation for the average temperature, precipitation, soil moisture, or phenological stage variables categorized with respect to the population density. The relative humidity variable results show a linear correlation of moderate type ($r = 0.30$; $p = 0.0406$) and a strong linear correlation with the irrigation system ($r = 0.60$, $p = 8.1E-06$) on population density. However, statistical differences were determined according to the type of irrigation ($p = 0.0081$) and phenological stages ($p = 0.0001$). High population densities were estimated under the drip irrigation system and in the stages categorized as II and III, a moderate difference ($p = 0.0832$) with respect to the population density estimated at the temperature categorized as I.

Key words: Slugs, Lettuce, population density.

Resumen

La lechuga es una hortaliza altamente consumida por la población mundial por su alto contenido nutricional, sus rendimientos y la calidad de la misma son seriamente afectadas por diferentes plagas, entre éstas, las babosas terrestres. Este estudio tuvo como objetivo determinar la interacción de diferentes variables climatológicas y edáficas con respecto a la densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa L. var FallGreen*) en la zona de el Guarco, Cartago. En cada una de éstas, se seleccionó un área de 500 m², se demarcaron tres áreas observacionales de 6 m x 6 m, se realizaron tres veces a la semana muestreos poblacionales entre las 6:00 a 8:00 am durante el período de septiembre a diciembre del año 2014. Se consideró el tipo de sistema de riego, características físicas y químicas del suelo así como la humedad del mismo, condiciones del clima tales como, temperatura promedio, precipitación y humedad relativa, los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico InfoStat /P. Los resultados no evidenciaron correlación lineal para las variables temperatura promedio, precipitación, humedad del suelo, etapa fenológica categorizada con respecto a la densidad poblacional, para la variable humedad relativa los resultados muestran una correlación lineal de tipo moderado ($r= 0,30$; $p= 0,0406$) y una correlación lineal fuerte con respecto al sistema de riego ($r= 0,60$; $p<0,0001$) sobre la densidad poblacional. No se determinó interacción entre etapas fenológicas, sistema de riego vrs densidad poblacional ni humedad del suelo, precipitación vrs densidad poblacional, sin embargo, se determinó diferencias estadísticas de acuerdo al tipo de riego ($p=0,0081$) y etapas fenológicas ($p=0,0001$), estimándose densidades poblacionales altas bajo el sistema de riego por goteo y en las etapas categorizadas como II y III, en cuanto a los rangos de temperatura categorizados como II y III se evidencia una diferencia moderada ($p= 0,0832$) con respecto a la densidad población estimada en la temperatura categorizada como I.

Palabras claves: Babosas, Lechuga, Densidad poblacional.

2.1 INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L. var FallGreen), es una de las hortalizas de hoja de mayor preferencia de consumo debido a sus aportes nutricionales y bajo contenido de calorías que contiene, de acuerdo a Vallejo y Estrada (2004). Datos registrados por la Promotora de Comercio y Servicio en Costa Rica, muestran que para el año 2012 se reportó un incremento de un 97% en el nivel de exportación con respecto al año 2011 (Calderón *et al.* 2013).

Goites (2008), menciona que para que este cultivo exhiba un buen desarrollo y por ende un buen rendimiento, las condiciones ambientales de la zona son trascendentales, al respecto menciona que temperaturas entre 15°C y 20°C son las ideales para que se dé el desarrollo adecuado del mismo, por su parte Giaconi y Escaff (1998), recalcan que factores ambientales tales como luz, temperaturas y precipitaciones interaccionan fuertemente con este tipo de cultivos, lo cual, promueve el desarrollo de diferentes problemas fitosanitarios, aunado, a una mayor expansión territorial, lo que hace que la presión de éstos sea más fuerte (González *et al.* 2013).

Al respecto Piñeros (2010), indica que dentro de los problemas fitosanitarios de mayor importancia en este cultivo resaltan la presencia de caracoles y babosas, no solo por los daños directos que promueve tanto a nivel de plántula como en follaje, sino y sobretodo porque algunas especies de babosas son capaces de transmitir la enfermedad de *Angiostrongylus* o *Morerastrongylus costaricensis* a los seres humanos (Calvo 2010). De acuerdo a Cook (2001), existe estrecha relación entre las condiciones climáticas y la presencia de diferentes plagas, dentro de estas los gasterópodos, lo cual puede promover o limitar actividades fisiológicas como la reproducción y alimentación, Burke y Leonard (2013), indica que las variables climáticas y edafológicas como: precipitación, humedad relativa, temperatura y humedad del suelo son las de mayor relevancia para que se dé la proliferación de estos. Considerando lo anterior, el objetivo de este ensayo fue determinar la interacción de diferentes variables climatológicas y edáficas con respecto a los niveles

poblaciones de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. FallGreen) en la zona de el Guarco, Cartago.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1 Ubicación de las áreas de estudio

La investigación se realizó durante los meses de setiembre a diciembre del año 2014, en dos fincas localizadas en Guatuso, cantón de el Guarco en la provincia de Cartago. Esta región se sitúa dentro de las coordenadas geográficas 09°49'48" latitud norte y 83°57'14" longitud oeste, presenta una altura de 1388 m.s.n.m. La precipitación promedio es aproximadamente de 2000 mm al año, mientras que la temperatura máxima y mínima se encuentran entre un rango de 27,5 °C y 15 °C respectivamente (IMN 2016).

2.2.2 Descripción de las fincas

Para efectos de la investigación, las fincas se codificaron como finca con sistema de riego por goteo (FSRG) y finca con sistema de riego por aspersión (FSRA). En la FSRG se siembra únicamente lechuga y se caracteriza por presentar una topografía relativamente plana. Las necesidades hídricas del cultivo se suplen mediante riego por goteo automatizado, mismo que es abastecido por medio de un pozo perforado. En el lote experimental se diseñaron canales de drenajes principales y secundarios con el objetivo de disminuir los excesos de agua y evitar los encharcamientos.

La FSRA presenta una topografía medianamente plana, ésta es atravesada por el río Purires, el sistema de riego implementado es por aspersión el cual es abastecido por dicho río, esta fuente de agua cuenta con todos los estudios de potabilidad. La finca posee canales principales y secundarios de drenaje.

2.2.3 Selección del área experimental

En cada finca se seleccionó al azar un área de 500 m². La selección de las mismas se realizó dos días después de la siembra de la lechuga variedad fallgreen.

En ambas fincas, el sistema de siembra fue a cuatro hileras por cama, manteniéndose una distancia de 0,2 m entre ellas y de 0,2 entre plántulas, realizado siembras semanales debido a una producción constante.

En cada lote, se seleccionó aleatoriamente tres áreas experimentales de 6 m x 6 m, delimitando cada una para los respectivos muestreos semanales.

2.2.4 Método de muestreo

En cada área experimental se colocó de manera aleatoria una cuadrícula de 1 m², posteriormente, con una espátula acanalada se procedió a coleccionar las babosas que se encontraban en la superficie, follaje y a una profundidad de 0,08 m, éstas se colocaron en recipientes plásticos para su respectivo conteo en el laboratorio. Los muestreos se realizaron los días lunes, miércoles y viernes alrededor de 7:00 a.m, durante ocho semanas.

De cada lote seleccionado se coleccionaron muestras de suelo y se enviaron al Laboratorio de Agrotec, para determinar características físicas y químicas del suelo. Además, con el objetivo de determinar la humedad del suelo, cada semana se obtuvieron dos muestras de suelo de cada área experimental. Para esto se utilizó un cilindro y se extrajo la muestra a una profundidad de 0,15 m, posteriormente se pesaron 200 gr y se trasladaron al Laboratorio de Suelos del Instituto Tecnológico de Costa Rica, sede Cartago, donde se colocaron en una estufa durante 24 horas a 110 °C.

2.2.5 Variables de estudio evaluadas

Obtenidos los especímenes por área experimental en cada uno de los lotes seleccionados en cada finca, se procedió a estimar la densidad poblacional semanal.

Además, se determinó la humedad del suelo mediante la siguiente fórmula y se relacionó con los niveles poblacionales;

$$\% \text{ Humedad del suelo} = \frac{\text{Peso húmedo de suelo} - \text{Peso seco de Suelo}}{\text{Peso húmedo de suelo}} * 100$$

Se relacionó el nivel poblacional con condiciones del clima tales como, temperatura promedio (°C), precipitación (mm), humedad relativa (%), las cuales fueron suministradas por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) así como con la humedad del suelo (%), características químicas y físicas del suelo.

2.2.6 Análisis de los datos

Se utilizó el análisis de correlación de Pearson con el fin de establecer posibles relaciones entre las variables climáticas y la humedad del suelo respecto a la densidad poblacional de babosas. Además se comprobaron relaciones de tipo no lineales (exponencial, hiperbólica).

Posteriormente se ejecutó un Análisis de Varianza con la técnica de modelos lineales generales y mixtos, con el fin de determinar el efecto del tipo de riego y de la etapa fenológica del cultivo sobre la población de babosas, y se utilizó la prueba de Bonferroni para encontrar diferencias entre tratamientos. Para las etapas fenológicas del cultivo se agruparon por semanas (**Cuadro 1**). Se evaluó el efecto de cada una de las variables climáticas (temperatura promedio, humedad del suelo, precipitación, humedad relativa) así como las características edáficas sobre la población de babosas, para lo cual cada una de estas variables fue categorizada como se observa en el Cuadro 2. Estos análisis siguieron un diseño de Bloques Generalizados con arreglo factorial, donde el factor A fue el tipo de riego y el factor B correspondió a cada una de las variables climáticas y de suelo categorizadas.

Cuadro 1: Etapas fenológicas del ciclo en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgren), agrupadas en semanas.

Etapas fenológicas / Semanas		
Etapa I	Etapa II	Etapa III
Plántula Semana 1 y 2	Crecimiento vegetativo Semana 3, 4, 5 y 6	Formación de cabeza Semana 7 y 8

Cuadro 2. Rangos categorizados para variables del clima y condiciones edificas, durante el período de septiembre a diciembre del 2014 en la zona de el Guarco, Cartago.

Variable	Categoría		
	1	2	3
Temperatura promedio (°C)	16,5 a 17,3	17,4 a 18,3	18,4 a 20,5
Precipitación (mm)	0 a 0,10	3,40	>7,20
Humedad relativa (%)	82 a 85	86 a 93	>=94
Humedad del suelo (%)	49 a 60	61 a 72	75 a 84

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa InfoStat /P (Di Renzo *et al.* 2016) con un nivel de significancia de 0.05%.

2.3 RESULTADOS

En el análisis de correlación entre la densidad poblacional de babosas y las variables climáticas y edáficas, se evidencia que la temperatura promedio, la precipitación y la humedad del suelo no presentaron asociación lineal significativa con la población de babosas ($p= 0,2331$, $p= 0,1019$ y $p=0,1192$, respectivamente). No obstante, la variable porcentaje de humedad relativa presenta una correlación lineal con respecto al nivel poblacional de babosas, aunque esta es de tipo moderado ($r= 0,30$; $p= 0,0406$). Mientras que la densidad poblacional de babosas con respecto al tipo de riego (0 = aspersión, 1 = goteo) mostró una correlación de tipo lineal ($r= 0,60$; $p<0,0001$). Sin embargo, para la etapa fenológica no se evidenció una correlación lineal ($r= 0,20$, $p=0,1761$).

El análisis de varianza mostró que las etapas fenológicas (**Cuadro 1**) así como el tipo de riego, se determinó que no existe interacción ($p= 0.4565$) con respecto a nivel poblacional. No obstante, se determinó diferencias estadísticas de acuerdo al tipo de riego ($p=0.0081$) y etapa fenológica ($p=0,0001$), estimándose los mayores niveles poblacionales cuando el tipo de riego es por goteo y en las etapas categorizadas como II y III.

Con respecto a las variables humedad del suelo y precipitación estadísticamente no muestran interacción con respecto a los niveles poblacionales estimados. No obstante, en los rangos de temperatura categorizados como dos y tres (**Cuadro 2**) se presentó una diferencia al 90% de confiabilidad ($p= 0,0832$) con respecto a la población estimada en la temperatura categorizada como uno. La interacción tipo de riego y humedad relativa categorizada, estadísticamente se demuestra que existe interacción ($p= 0,0009$) con respecto al nivel poblacional de babosas.

En el Cuadro 3, se indican las características químicas presentes en las fincas estudiadas, tal como se observa, el pH en la finca bajo riego por goteo es de 5,6 mientras que en la de aspersión es de 5,80, de igual forma nutricionalmente ambos suelos presentan condiciones similares.

Cuadro 3. Conformación nutricional de los suelos para cada una de las fincas evaluadas en la zona de el Guarco, Cartago.

Elementos analizados (ppm)								
	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Finca Goteo	33,70	158,60	3222	1014	350	160	9,30	2,93
Finca Aspersión	111,10	494,90	3389	475	259,30	95,03	11,80	7,73

En referencia a las características físicas del suelo tales como la composición estructural, en la FSRG está conformado por 51% arena, 10% arcilla y 39% limo (suelo franco); mientras que la FSRA está constituida por: 30% arena, 16% arcilla y 55% limo (suelo franco limoso).

2.4 DISCUSIÓN

De acuerdo a Schley y Bees (2003), las babosas son consideradas como una de las plagas agrícolas más devastadoras. Schley y Bees (2003), Urbina (2005), Serré (2005) y Naranjo (2014), mencionan que su dinámica poblacional es poco entendida debido a que el ciclo de vida en la mayoría de las especies de babosas es poco regular, lo que según Schley y Bees (2003), las hace tener un cierto dominio del sistema y por ende causar graves daños a las plantaciones.

En Centroamérica Andrews y Dundee (1987), reportaron cinco especies como plagas, dentro de éstas *Sarasinula plebeia* (Veronicellidae) la cual indican que está ampliamente distribuida en Costa Rica; al respecto, en un estudio realizado por Chinchilla (2015. Datos no publicados), en las mismas fincas de este estudio, identificó como géneros predominantes *Deroceras* (Agriolimacidae) y *Sarasinula* (Veronicellidae).

De acuerdo a Velázquez *et al.* (2014) y Naranjo (2014), condiciones tales como la temperatura, precipitación, humedad del suelo y humedad relativa, influyen fuertemente sobre el ciclo de vida de ambos géneros, al respecto Urbina (2005), Serré (2005) y Naranjo (2014), indican que este lo conforman tres estadios a saber, huevo larva y adulto. Serré (2005), menciona que los adultos realizan posturas entre diez y 70 huevos, colocándolos debajo de rocas, en huecos y galerías; mientras que Urbina (2005), indica que estos son colocados en masas de aproximadamente 50 huevos, su periodo de eclosión varía entre 18 y 35 días, el segundo estadio (larval) puede durar alrededor de cuatro a cinco meses para convertirse en adulto, teniendo este la capacidad de reproducirse y sobrevivir entre seis y doce meses según Serré (2005) o entre doce y 18 meses según Urbina (2005).

Wareing y Bailey (1985) y South (1989 a, b), mencionan que uno de los factores más importante en el ciclo de vida y por ende en la densidad poblacional de las babosas es la temperatura, en estudios a nivel de laboratorio realizados por Clemente *et al.* (2007), con la especie *Deroceras leave*, determinaron eclosión de huevos a los 16 días a temperatura constante de 20 °C; por su parte, Willis *et al.* (2008), bajo las

mismas condiciones demostró que la mayor viabilidad de huevos de babosas se obtienen con temperaturas de 4 °C y humedades de suelo del 58%. No obstante, en este estudio no se determinó una correlación lineal entre la densidad poblacional de babosas y condiciones tales como temperatura promedio, precipitación y humedad del suelo, únicamente, se estableció una correlación línea muy fuerte con respecto al sistema de riego (goteo- aspersión) y moderada con respecto a la humedad del suelo.

Estadísticamente se determinó diferencias con respecto a las etapas categorizadas como II y III del estado fenológico; al respecto, Córdoba y León (2010), menciona que al haber mayor desarrollo vegetativo este no solo funciona como fuente de alimento sino también promueve un microclima beneficioso, esto induce una mayor actividad en la población, en ese sentido, se puede explicar porque aunque no exista una correlación lineal con respecto a la densidad poblacional si existe diferencias estadísticas en los referente a etapa fenológica.

En cuanto al nivel de precipitación, no se encontró diferencias estadísticas, Prior (1985), señala que el exceso de precipitaciones causa en las babosas sobrehidratación provocando daños como la expulsión de la hemolinfa por medio de la pared celular, otros autores señalan que este es un factor esencial en la dinámica poblacional de algunas especies; al respecto Urbina (2005) indica que, los niveles poblacionales altos de *S. plebeia* están correlacionados con altos niveles de precipitación, ésta promueve el inicio del periodo de reproducción, tal como se mencionó, en las fincas de este estudio esta especie fue una de las identificadas, de igual manera de acuerdo al Cuadro 2, se puede apreciar que el nivel de precipitación que se presentó durante el periodo de estudio fue muy bajo, lo que pudo haber incidido en los resultados reportados.

Con respecto a la temperatura, Heller (2001), indica, que temperaturas superiores a los 20 °C retardan la eclosión de los huevos de las babosas siendo este un factor que afecta directamente el ciclo reproductivo, lo que provoca una disminución en la densidad poblacionales de las babosas, esto concuerda con los resultados obtenidos, donde se evidenció diferencias estadísticas moderadas cuando la temperatura oscila entre 17,4 °C y 20,5 °C (categoría II y III) con respecto a la categoría

I. De igual forma Martínez *et al.* (1994), bajo condiciones de laboratorio al estudiar el comportamiento de *D. leave* encontró que, a temperaturas de 17 °C, en un periodo de 17 días se incrementaba en un 66,55% la eclosión de los huevos. South (1989a), en sus estudios encontró que temperaturas elevadas alargan el ciclo de vida en la especie de babosa *Deroceras reticulatum* debido a la pérdida de peso por parte de dichos individuos influyendo directamente en el nivel poblacional de babosas; mientras que Willis *et al.* (2008), mencionan que temperaturas elevadas afectan principalmente los estadios juveniles de las babosas aumentando la mortalidad de las mismas y por ende afectado negativamente la densidad poblacional.

En la interacción humedad relativa* tipo de riego, evidenció estadísticamente un efecto sobre la densidad poblacional de babosas, determinando que con una humedad relativa igual o mayor a 86% (categoría II y III), la densidad poblacional tiende a incrementarse, de acuerdo a Cañedo *et al.* (2011), en ambientes con 80% de humedad, las babosas se pueden desplazar y desarrollar adecuadamente sin perjudicar su ciclo reproductivo, resultados similares obtuvo Clemete *et al.* (2007) en sus estudios de laboratorio.

Rollo (1982), menciona que la humedad relativa afecta de manera directa el ciclo de las babosas, ya que al disminuir la humedad relativa comienza a presentarse desecación y evaporación de las babosas afectando directamente los estadios juveniles debido a que son más susceptibles, por su parte Urbina (2005), Chichester y Getz (1973), indican que las babosas requieren humedades relativas altas para disminuir el efecto de la deshidratación, lo anterior puede ser favorecido por el tipo de sistema de riego, tal como se observa en los resultados obtenidos donde el sistema de riego por goteo aunado con niveles altos de humedad relativa promueven mayor densidad poblacional de babosas.

Además, de acuerdo a los resultados obtenidos la humedad del suelo no interfiere en la densidad poblacional. No obstante, Coto y Saunders (1987), mencionan que el ciclo reproductivo de las babosas es limitado por la humedad del suelo debido a que suelos saturados (espacio poroso del suelo completamente lleno de agua) no son aptos para el desarrollo de los huevos, ya que se retarda la eclosión de los mismos

y aumenta la mortalidad de las babosas. Mijail *et al.* (2008), reporta que suelos con humedades altas (superiores a 80%) no son idóneos para el establecimiento de poblaciones de babosas, al respecto, las características físicas del suelo inciden de manera importante. En este estudio se determinó que en la finca bajo sistema de riego por aspersión la densidad poblacional fue menor presentando un suelo estructuralmente alto en arcillas y limos (16% y 55% respectivamente) lo que provoca gran retención de humedad en el suelo lo que limita el ciclo reproductivo de las babosas, no obstante, Correa (2009), menciona que los suelos con un alto contenido de arcilla y limo favorecen el desarrollo de diferentes especies de babosas.

Otro factor importante es que la compactación del suelo crea una limitante para la formación de galerías Capinera *et al.* (2011), esto se observó en la finca bajo sistema de riego por aspersión, el cual aunado a características del suelo promueve una compactación del suelo.

Mientras que la FSRA presenta porcentajes de humedad muchos más bajos que en la FSRG, ambos factores aunado a una mayor proliferación de malezas en las áreas de estudios crean un ambiente favorable para la reproducción de las babosas, al respecto Correa *et al.* (2009), mencionan que el 91,6% de los gasterópodos se encontraron en suelos con alto contenido de vegetación y hojarasca debido a que le brinda protección. Correa *et al.* (2007), mencionan que las poblaciones de babosas se ven beneficiadas por la vegetación y hojarasca, debido a que crea un ambiente cálido y a su vez proporciona alimento a la plaga.. Obando y Leod (2010), indican que el riego por medio de cintas benefician el aumento poblacional de babosas debido a que se humedece solo la superficie en la base de la planta beneficiando a la plaga, Álvarez *et al.* (2003), indica que la acumulación de hojarasca y cobertura favorece la incidencia de moluscos debido a que brindan un hábitad adecuado de refugio y la

descomposición de las hojas brindan alimento a muchas especies de moluscos, lo que concuerda con los hallazgos encontrados en este estudio (Figura 1).

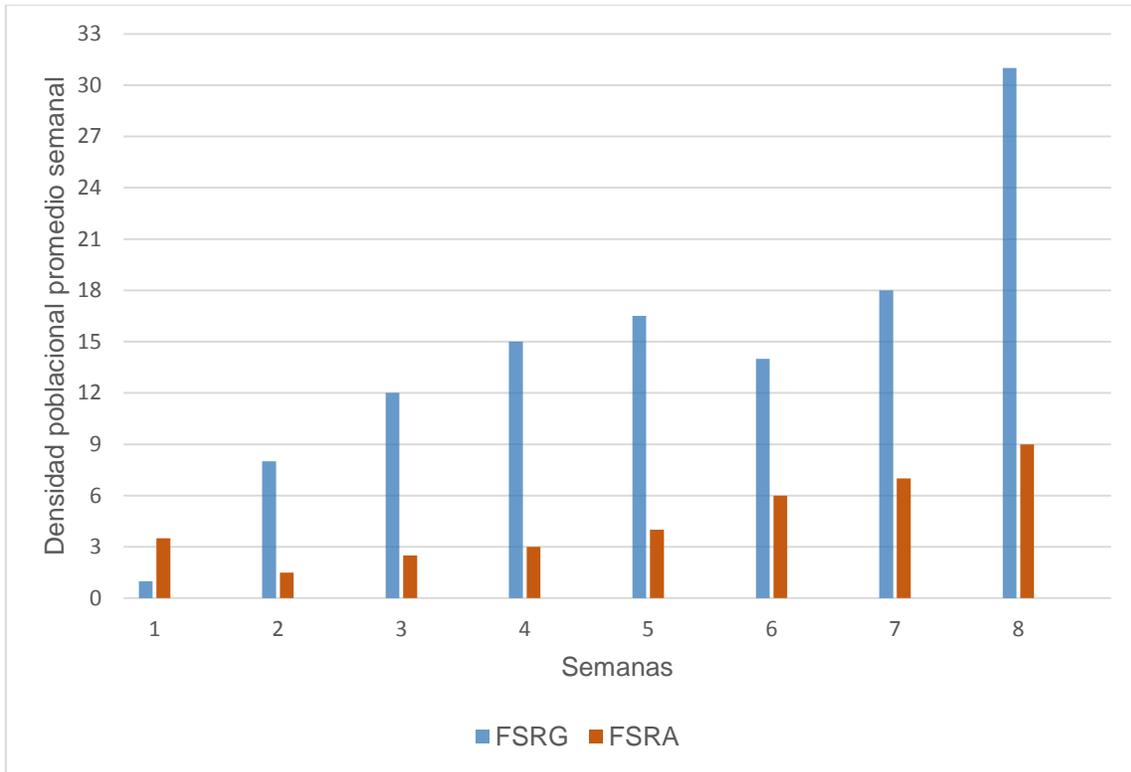


Figura 1. Comportamiento de la densidad poblacional promedio semanal de babosas durante ocho semanas en el cultivo de lechuga en dos fincas productoras en la zona de el Guarco, Cartago.

Serre (2005), señala que altos contenidos de residuos y materia orgánica aumentan la posibilidad de ataque por parte de las babosas, además la escasa remoción del suelo favorece el desarrollo de las babosas debido a que las galerías formadas por los adultos no son destruidas dando un aumento en la sobrevivencia de los huevos y presentándose mayores niveles poblacionales; concordando con los resultados obtenidos debido a que la FSRG utilizaba las camas de siembra durante dos ciclos de cultivo y dejando gran cantidad de rastrojos en los lotes, siendo estos factores beneficiosos para la plaga de babosas y presentando elevados niveles poblacionales. En el caso de la FSRA se realizó la preparación de suelos adecuadamente en cada ciclo del cultivo de lechuga por lo que los niveles

poblacionales fueron menores; además en sus estudios Córdoba y León (2010), demuestran que la utilización de labranza mínima favorece el desarrollo y aumento de babosas encontrándose diferencias estadísticas en comparación a suelos preparados adecuadamente.

2.5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

Condiciones tales como temperatura promedio, precipitación y humedad del suelo no mostraron correlación lineal con respecto a la densidad poblacional de babosas ($p= 0.2331$, $p= 0.1019$ y $p=0.1192$, respectivamente) en el cultivo de lechuga.

La humedad relativa mostró correlación lineal de tipo moderado con respecto a la densidad poblacional de babosas ($r= 0.30$; $p= 0.0406$).

El sistema de riego utilizado mostró una fuerte correlación lineal con respecto a la densidad poblacional de babosas ($r= 0.60$; $p<0.0001$).

Se evidenció diferencias estadísticas ($p=0.0081$) en las etapas fenológicas categorizadas, siendo la etapa II (crecimiento vegetativo) y etapa III (desarrollo de cabeza) diferentes a la etapa I (plántula) con respecto a la densidad poblacional.

El sistema de riego utilizado presentó diferencias estadísticas ($p<0.0001$, respectivamente), siendo el sistema de riego bajo goteo el que prueba una mayor proliferación de esta plaga.

La temperatura promedio presentó diferencias estadísticas ($p= 0.0832$) de tipo moderado con respecto a la densidad poblacional, lo cual es importante considerar ya que este es un factor determinante.

La interacción entre porcentaje de humedad relativa * sistema de riego sobre la densidad población presentó diferencias estadísticas ($p= 0.0009$) en el cultivo de lechuga.

2.6 RECOMENDACIONES

Estandarizar los métodos de muestreo, de manera que con estos se logre cuantificar especímenes que se encuentran activos sobre el follaje o superficie del suelo, sino también el total de huevos en el suelo.

2.7 LITERATURA CITADA

- Álvarez, J; Naranjo, E; Guevara, S. 2003. Perspectivas de estudios de acumulación de la hojarasca en el subdosel y animales asociados: el caso de los moluscos. In Álvarez, J; Naranjo, E. (Ed) Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México. Instituto de Ecología, A.C., Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, UNAM. México, D.F
- Andrews, K; Dundee, D. 1987. Las babosas Veronicellidos de Centroamérica con énfasis en *Sarasinula plebeia* (*Vaginulus plebeius*). CEIBA. 28(2):10
- Burke, T; Leonard, W. 2013. Land Snails and Slugs of the Pacific Northwest. Oregon State University. 344 p. ISBN: 0870716859, 9780870716850.
- Calderón, J; Céspedes, E; Chacón, M; López, K; Medaglia, C; Mora, E; Vargas, F; Vargas, J; Vargas, L. 2013. Estadísticas de Comercio Exterior de Costa Rica. Promotora del comercio exterior de Costa Rica. CR.
- Calvo, N. 2010. Diagnóstico de la Angiostrongilosis Abdominal en Costa Rica. 7 p.
- Cañedo, V; Alfaro, A; Kroschel, J. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en Hortalizas: Principios y preferencias técnicas en la Sierra del Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima. Perú. 48p. ISBN 978-92-9060-407-5
- Capinera, J; White, J; Bernon, G. 2011. Terrestrial slugs of Florida (Gastropoda: Stylommatophora). Institute of food and agricultural Sciences (IFAS). 10 p.
- Chichester, L, Getz, L. 1973. The terrestrial slugs in Northeastern North America. Sterkiana. 51. 11-42
- Chinchilla, J. 2015. Prospección de babosas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) a nivel de campo en seis fincas agrícolas ubicadas en la zona de Cartago. Lic. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 69 p.
- Clemente, N; Faberi, A; López, A; Manetti, P; Álvarez, H. 2007. Biología de *Deroceras reticulatum* y *D. leave*, moluscos de cultivo en siembra directa. Revista RIA. 36(2):129-142.

- Cook, A. 2001. Behavioural Ecology: On Doing the Right Thing, in the Right Place at the Right Time. In Barker, G. (Ed.) The biology of terrestrial molluscs. Wallingford, UK: CABI Publishing. p. 447–487.
- Córdoba, C; León, T. 2010. Efecto del manejo agroecológico y convencional sobre la fluctuación de babosa en cultivos de lechuga en Tenjo, Cundinamarca (Colombia). *Acta Biológica Colombiana*. 15(1):115-128.
- Correa, A; Strenth, N; Rodríguez, R; Horta, V. 2009. Análisis ecológico básico de los gasterópodos terrestres de la región oriental de San Luis Potosí, México. *Acta zoológica Mexicana*. 25:105-122
- Correa, A; Strenth, N; Salazar, M. 2007. Zoogeografía de los gasterópodos terrestres del sur de Nuevo León, México. *Acta Zool*. 21:51-61.
- Coto, D y Saunders, J. 1987. Biología y comportamiento de las babosas en el laboratorio y su medio ambiente. *CEIBA*. 28(2)179-192.
- Di Rienzo, A; Casanoves, F; Balzarini, M; Gonzalez, L.; Tablada, M; Robledo, C. 2016. InfoStat versión 2016. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Giaconi, V; Escaff, M. 1998. Cultivo de Hortalizas. ed. Universitaria S.A. 15 ed. Santiago de Chile. CL. 336 p
- Goites, E. 2008. Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar. INTA (Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria). 1 ed. Buenos Aires, Argentina. 55 p.
- González, A; Zúñiga, T; Wilson, L. 2013. Promoviendo el desarrollo de la Horticultura. Evaluación de las limitantes al desarrollo del sector hortícola en Centroamérica. 114 p.
- Heller, J. 2001. Life history strategies. In: The biology of terrestrial molluscs, G. M. Barker (Ed.). CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. p. 413-445.

- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica). 2016. Condiciones meteorológicas, San Isidro de el Guarco. Estación automática del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Cartago.
- Martínez, J; Bohorquez, S; Acosa, A. 1994. Determinación taxonómica de cinco grupos de babosas y estudio de ciclo de vida del grupo predominante en un cultivo comercial de Alstroemeria de Madrid- Cundinamarca. *Agronomía Colombiana*. 11(1):53-61
- Mijail, A; Sotelo, L; Arana, I; López, A. 2008. Diversidad de moluscos gasterópodos terrestres en la región pacífica de Nicaragua y sus preferencias de hábitat. *Revista Biología Tropical*. 56(1):16.
- Naranjo, E. 2014. Biodiversidad de moluscos terrestres en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85:431-440.
- Obando, L; Leod, C. 2010. Manual práctico cultivo de hortalizas en Magallanes. Instituto de investigaciones agropecuarias. Punta Arenas, Chile. 43 p. ISSN: 0717-4829.
- Piñeros, Y. 2010. Manual poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga en la sabana de Bogotá: diagnóstico, manejo y tecnologías poscosecha. Bogotá, Colombia. 84 p. ISBN: 978-958-725-035-0
- Prior, D. 1985. Water-regulatory behavior in terrestrial gastropods. *Biological reviews*. 60:403–424.
- Rollo, C. 1982. The regulation of activity in population of the terrestrial slug *Limax maximus* (Gastropoda: Limacidae). 32. p. DOI: 10.1007/BF02525586
- Schley, D; Bees, M. 2003. Delay dynamics of the slug *Deroceras reticulatum* an agricultural pest. *Elservier Science B.V.* p 177-198. PII: S3034- 3800 (02) 00358-7.
- Serré, M. 2005. Manejo de babosas en el cultivo de girasol en siembra directa. Pioneer. Argentina. 6 p.

- South, A. 1989a. A comparasion of the life cycles of the slugs *Deroceras reticulatum* (Müller) and *Arion itermedius* normand on permanent pasture. The malacological Society of London. 55:9-22.
- South, A., 1989b. The effect of weather and other factors on the number of slugs on permanent pasture. In: Henderson, I. (Ed.), Slugs and Snails in World Agriculture. British Crop Protection Council, Thornton Heath. p 355–360.
- Urbina, M. 2005. Principales plagas de los granos básicos. Universidad Católica agropecuaria del trópico seco. Nicaragua. 37 p.
- Vallejo, J; Estrada, E. 2004. Producción de hortalizas clima cálido. Ed. Universidad Nacional de Colombia. 346 p. ISBN: 958-8095-28.
- Velázquez, M; Camacho, A; Naranjo, E; Tovar, A. 2014. Distribución e incidencia de *Leidyula moreleti* y *Sarasinula plabeia* (Soleolifera: Veronicellide), babosas plagas en la región principal productora de vainilla en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85:1139-1144.
- Wareing, D; Bailey, S. 1985. The effect of steady and cycling temperatures on the activity of the slug *Deroceras reticulatum*. J. Molluscan Studies 51: 257–266.
- Willis, J; Bohan, D; Powers, S; Choi, Y; Park, J; Gussin, E. 2008. The importance of temperature and moisture to the egg-laying behavior of a pest slug, *Deroceras reticulatum*. Annals of applied Biology. 153:105-115. DOI: 10.1111/j. 1744-7348.2008.00242.x.

ANEXO 2.1. Diferencias estadísticas presentadas por el Análisis de Varianza sobre las variables de respuesta analizadas.

Tratamiento	Categorización de Temperatura	Medias + EE	Prueba Utilizada	
Temperatura Categorizada	1	9,72 ± 1,32	A Bonferroni (DGC)	
	2	13,69 ± 1,63	A	
	3	13,15 ± 1,85	B	
<i>Medias letra común no son significativamente diferentes (p > 0,010)</i>				
Tipo de Riego vrs Humedad Relativa Categorizada	Humedad Relativa	Tipo de Riego	Medias + EE	Prueba Utilizada
	1	Goteo	8,40 ± 1,29	A Bonferroni (DGC)
			17,42 ± 2,14	A
			22,20 ± 3,07	B
	2	Aspersión	8,00 ± 1,29	B
			6,50 ± 0,81	B
			9,00 ± 1,59	B
	3	Aspersión		
Tipo de Riego	Riego	Medias + EE	Prueba Utilizada	
	Goteo	15,72 ± 1,89	A Bonferroni (DGC)	

Medias letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,005$)

	Aspersión	7,42 ± 0,65	B
--	-----------	-------------	---

Estado Fenológico	Categorización de estado fenológico	de Medias + EE	Prueba Utilizada
			Bonferroni (DGC)
	I	8,33 ± 1,26	A <i>Medias letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,005$)</i>
	II	13,25 ± 1,24	B
	III	13,13 ± 2,452	B

CAPÍTULO 3

**DETERMINACIÓN DE DIFERENTES TÁCTICAS PARA EL
MANEJO DE BABOSAS TERRESTRES EN DOS FINCAS
PRODUCTORAS DE LECHUGA (*LACTUCA SATIVA* L VAR.
FALLGREEN), EN LA ZONA DE EL GUARCO, CARTAGO, COSTA
RICA.**

Abstract

Terrestrial slugs are found inside the Mollusca phylum. They constitute a varied group since some are characterized by being a source of food for humans, intermediate hosts of parasite vectors that harm health and others are pests in diverse crops like fruits and fresh vegetables. The last two aspects place them as one of the most important pests, economically, in lettuce cultivation, which is why this study aimed to evaluate the effect of different tactics for the management of terrestrial slugs on two lettuce-producing farms (*Lactuca sativa L. var. Fallgreen*), in El Guarco, Cartago, Costa Rica. The study was carried out from September 2014 to December 2014. On each farm an area of the 1000 m² was selected, 24 experimental units were demarcated (each composed of 5 beds) with a distance between them of 2.5 m. The farms were arranged as a farm under a drip irrigation system and a farm under irrigation system. The study evaluated the effects of two botanical extracts (Mostaza and Chile + garlic), two entomopathogenic microorganisms (*Beauveria bassina* and *Metarhizium anisopliae*), a metaldehyde in two concentrations (5% and 6%) as well as two types of traps (moistened sacks and Yeast mixture). The applications were carried out at different times while the sampling was conducted to determine the population density. These were performed every 8 days during the entire crop cycle between 6:00 a.m. and 8:00 a.m. In addition, throughout the crop cycle, observations were made of the different damages to propose a diagrammatic scale. The trial consisted of six treatments with three replicates, distributed in a completely randomized design with trifactorial arrangement. The data was analyzed using General and Mixed Linear Models, a Fisher's Least Significant Difference (LSD) test to 95%, and InfoStat 2016. As for the use of traps, the phenological stage interaction versus irrigation system results show statistical differences ($p = 0.0338$) as well as for the irrigation system versus treatment ($p = 0.0026$), being the farm under a drip irrigation system and the traps with moistened sacks where the highest population density of slugs was quantified. Whereas the use of the extracts was found to be statistically different ($p = 0.0025$) in the interaction irrigation system versus treatment, determining that the application of garlic chile exerts a better effect on the farm under a drip irrigation system. On the other hand, when applying *B. bassiana* and *M. anisopliae*, statistical

differences were obtained in the interaction of irrigation system versus phenological stage, determining a lower population density in the farm under irrigation system. The application of 5% and 6% Metaldehydes did not show statistical differences in the results obtained. In addition, through observations made during the whole development cycle of this crop, material was documented that permitted a proposed scale of damage promoted by terrestrial slugs in lettuce, composed of five degrees of damage, which must be validated and valued as a parameter that allows quantifying losses.

Key words: Terrestrial slugs, diagrammatic scale, phenological stages, phytosanitary management.

Resumen

Las babosas terrestres se encuentran dentro de Phylum *Mollusca*, constituyen un grupo variado ya que algunas se caracterizan por ser fuente de alimento para el ser humano, hospederos intermedios de vectores de parásitos que atentan contra la salud y otras son plagas en diversos cultivos como frutas y hortalizas de consumo fresco. Los dos últimos aspectos, las ubican como una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de la lechuga, razón por la cual este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes tácticas para el manejo de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa L. var Fallgreen*), en la zona de el Guarco, Cartago, Costa Rica, el mismo se realizó durante el periodo de septiembre a diciembre del año 2014. En cada finca se seleccionó un área de 1000 m², se demarcaron 24 unidades experimentales compuestas cada de cinco camas, con una distancia entre ellas de 2,5 m, las fincas se codificaron como finca bajo sistema de riego por goteo y finca bajo sistema de riego por aspersión, se evaluó el efecto dos extractos botánicos (Mostaza y Chile+ ajo), dos microorganismos entomopatógenos (*Beauveria bassina* y *Metarhizium anisopliae*), un metaldehído en dos concentraciones (5% y 6 %) así como dos tipos de trampas (sacos humedecidos y mezcla de levaduras), las aplicaciones se realizaron en diferentes momentos mientras que los muestreos para determinar la densidad poblacional se realizaron cada 8 días durante todo el ciclo del cultivo entre las 6:00 am y 8:00 am, Además, durante todo el ciclo del

cultivo se realizaron observaciones de los diferentes daños para proponer una escala diagramática. El ensayo consto de ocho tratamientos con tres repeticiones, distribuidos en un diseño de Bloques Generalizados con arreglo Factorial, los datos se analizaron mediante la técnica de Modelos Lineales Generales y Mixtos y una prueba de Fisher (LSD) al 95%, empleando el programa InfoStat versión 2016. En cuanto al uso de trampas, en la interacción etapa fenológica vrs sistema de riego los resultados muestran diferencias estadísticas ($p=0,0338$) así como para el sistema de riego vrs tratamiento ($p=0,0026$), siendo la finca bajo sistema de riego por goteo y trampas con sacos humedecidos donde se cuantificó la mayor densidad poblacional de babosas, mientras que con el uso del extractos se encontró diferencias estadísticas ($p=0,0025$) en la interacción sistema de riego vr tratamiento, determinando que la aplicación del chile ajo ejerce un mejor efecto en la finca bajo sistema de riego por goteo, por su parte al aplicar *B. bassiana* y *M. anisopliae* se obtuvo diferencias estadísticas en la interacción sistema de riego vrs etapa fenológica, determinando una menor densidad poblacional en la finca bajo sistema de riego por aspersión, mientras que la aplicación de metaldehídos al 5% y 6% no mostraron diferencias estadísticas en los resultados obtenido. Además, mediante observaciones realizadas durante todo el ciclo de desarrollo de este cultivo, se documentó material que permitió proponer una escala de daños promovidos por las babosas terrestres en la lechuga, compuesta por cinco grados de daño, misma que debe ser validada y valorada como un parámetro que permita cuantificar perdidas.

Palabras claves: Babosas terrestres, escala diagramática, etapas fenológicas, manejo fitosanitario.

3.1 INTRODUCCIÓN

La lechuga es una hortaliza de consumo fresco, se considera que su ciclo de desarrollo se subdivide en tres etapas fenológicas, de acuerdo a Theodoracopoulos (2009), la primera fase se caracteriza por la formación de un aumento considerable de follaje, en la segunda se da la formación de la cabeza mientras que la tercera etapa corresponde a fase reproductiva, algunas de estas fase sobre todo la segunda es de

carácter genético, además intervienen aspectos de tipo abiótico tales como la luz y la temperatura. Existen diferentes variedades de lechuga, en Costa Rica, se produce y consume principalmente la lechuga tipo Americana y la Boston, siendo la Provincia de Cartago y el cantón de Alfaro Ruíz en Alajuela las zonas donde se cultiva la lechuga (Cerdas y Montero 2004).

Córdoba y León (2010), mencionan que una de las principales plagas en este cultivo son las babosas terrestres, ya que estas afectan directamente el follaje mediante perforaciones, causando gran reducción en los rendimientos de cosecha, lo que se refleja en pérdidas económicas importantes, por ejemplo en Inglaterra se han reportado reducciones de hasta 2 millones de euros anuales (Port y Ester 2002), Crovetto (1992), menciona que las babosas terrestres puede llegar a causar pérdidas de un 100% en el cultivo de lechuga. Según Molina (2006) las babosas terrestres causan daños indirectos ya que están relacionadas con la transmisión al ser humano del nemátodo *Angiostrongylus costaricensis*, mismo que causa graves problemas gastrointestinales principalmente a niños y niñas menores de los diez años.

Ante este panorama, se han investigado e implementado diferentes tácticas de manejo que tienen como objetivo principal mantener las densidades poblacionales por debajo del umbral económico de daño (Torres y Yanez 1996). Dentro de estas tácticas, el uso de sustancias químicas, principalmente metaldehídos y carbamatos son los comúnmente aplicados en forma de pellets o cebos (France *et al.* 2002), sin embargo, Andrews (1985), indica que la eficacia de éstos puede ser afectada por factores ambientales, biológicos concernientes a la plaga, así como la competencia entre cebos y malezas presentes en el sistema de producción.

Aguirre (2000), menciona que las prácticas culturales son habitualmente empleadas para el control de babosas terrestres, entre esta prácticas culturales se pueden mencionar la elaboración de camas de siembra, drenajes, deshierbas, desterrone de camas de siembra, eliminación de residuos de cosecha, Dodds *et al.* (1999), mencionan que tácticas de control de origen botánico presentan resultados muy positivos, tal es el caso de la implementación de extracto de la familia Apiaceae; especialmente el ajo, el cual mostró que provoca en las babosas la activación de

sensores anti-alimenticios, causando que plantas rociadas con dicho extracto no sean apetecidas para las babosas, de la misma manera, Redbond (2003), menciona que investigaciones realizadas por Gordon Port, revelan la capacidad molusquicida por parte del ajo, ya que se ven claras afectaciones en el sistema nervioso de las babosas terrestres. Otros extractos botánicos que han demostrado efecto sobre las babosas terrestres, son los extractos a base de cafeína; Hollingsworth *et al.* (2002), realizó pruebas con dicho extracto, mostrando afectaciones en la motilidad de las babosas terrestres, e incluso muertes.

Por su parte, Nash *et al.* (2008), reporta en una de sus investigaciones, que el carábido *Notonomus gravis* (Coleoptera: Carabidae) es un depredador de babosas terrestres, viéndose una reducción en el número de *Deroceras reticulatum*; en este sentido, Córdoba y León (2010), reportan en una investigación realizada, que el carábido *Laemostenus complanatus* y *Scarites fabricius* se alimentó de babosas terrestres de menor tamaño.

De acuerdo a lo anterior, esta investigación tiene como objetivo evaluar diferentes tácticas para el manejo de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. fallgreen), en la zona de el Guarco, Cartago, Costa Rica.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1 Ubicación de las áreas de estudio

La investigación se realizó durante los meses de setiembre a diciembre del año 2014, en dos fincas localizadas en Guatuso, cantón de el Guarco en la provincia de Cartago. Esta región se sitúa bajo las coordenadas geográficas 09°49'48" latitud norte y 83°57'14" longitud oeste, presenta una altura de 1388 m.s.n.m. La precipitación promedio es aproximadamente de 2000 mm al año, mientras que la temperatura

máxima y mínima se encuentran entre un rango de 26 °C y 15 °C respectivamente (IMN 2016).

3.3.2 Descripción de las fincas

Para efectos de la investigación, las fincas se codificaron como finca con sistema de riego por goteo (FSRG) y finca con sistema de riego por aspersión (FSRA). En la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) se siembra únicamente lechuga, se caracteriza por presentar una topografía relativamente plana, el riego es abastecido por medio de un pozo perforado. Mientras que la finca bajo sistema de riego por aspersión (FSRA) presenta una topografía medianamente plana, posee canales principales y secundarios, es atravesada por el río Purires, mismo que abastece el sistema de riego, esta fuente de agua cuenta con todos los estudios de potabilidad

3.3.3 Selección y preparación del área experimental

En cada finca se seleccionó un al azar un área de 1000 m², se procedió a pasar una rastra, se construyeron canales de desagüe. Luego, se confeccionaron camas de 0.8 m de ancho x 5 m de largo con una distancia entre camas de 1 m, finalmente, en cada finca se demarcaron 24 unidades experimentales (compuestas cada una de cinco camas) con una distancia entre ellas de 2,5 m.

La siembra se realizó manualmente, utilizando una distancia entre plantas de 0.20 m, el plan de fertilización y manejo fue el establecido en cada finca.

3.3.4 Descripción y aplicación de los tratamientos a evaluar

En el Cuadro 1 se detalla los tratamientos a evaluar.

Cuadro 1. Tratamientos a evaluar bajo condiciones *in situ* sobre la densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L var. Fallgreen) en Guatuso de el Guarco, Cartago.

Referencia	Producto	Ingrediente activo (i.a)	Dosis
E ₁	Extractos botánicos	Mostaza	180ml/ 18L H ₂ O
E ₂		Chile + Ajo	150 gr/18L H ₂ O
B ₁	Biológico	<i>Beauveria bassiana</i>	400g/18L H ₂ O
B ₂		<i>Metarhizium anisopliae</i>	400g/18L H ₂ O
Q ₁	Químico	Metaldehído 5% P/P	4 kg/ha
Q ₂		Metaldehído 6% P/P	4 kg/ha
T ₁	Trampas	Sacos húmedos	0,5/m ²
T ₂		Mezcla de Levaduras*	2/m ²

*200 ml de agua, 15 g de levadura, 5 g de almidón, 1 cucharada de azúcar.

Al momento de la siembra, se colocó en cada unidad experimental cinco trampas del tratamiento T₁, distribuidas en los extremos y una en el centro, éstas se mantuvieron durante todo el ciclo del cultivo. Además, por cada unidad experimental se distribuyó en forma de zigzag nueve trampas del tratamiento T₂, éstas consistían en recipientes con aberturas laterales donde se colocaron 200 ml de mezcla de levadura, cada recipiente se enterró a una profundidad de 0.08 m y su contenido se reemplazó cada dos días.

La aplicación de los tratamientos con B₁ y B₂, se realizó tipo drench al momento la siembra con una frecuencia de ocho días durante todo el ciclo, mientras que la aplicación de los tratamientos Q₁, Q₂, E₁ y E₂ se inició quince días después de la

siembra con una frecuencia de ocho días durante todo el ciclo del cultivo. Todas las aplicaciones se realizaron entre las 6:00 am y 8:00 am.

3.3.5 Variables de estudio a evaluar

Durante todo el ciclo del cultivo, se realizaron muestreos tres veces a la semana entre las 6:00 am y 8:00 am. En los tratamientos T₁ y T₂, se cuantificaron y eliminaron todas las babosas encontradas, mientras que para los tratamientos E₁, E₂, B₁, B₂, Q₁ y Q₂, se colocó al azar una cuadrícula de 0,25 m², colocándola cuatro veces, en cada caso se procedió a coleccionar las babosas que se encontraban en la superficie, follaje y a una profundidad de 0.08 m, éstas se colocaron en recipientes plásticos para cuantificarlas posteriormente.

En el caso de los tratamientos T₁, T₂, se cuantificó la densidad poblacional promedio de babosas encontradas semanalmente, para los tratamientos E₁, E₂, B₁ y B₂, se estimó la densidad poblacional promedio de babosas por m² semanalmente, mientras que para el Q₁ y Q₂, determinó la eficacia biológica aplicando la siguiente fórmula;

$$E. b = \frac{\text{Total de babosas encontradas} - \text{Número de babosas muertas}}{\text{Total de babosas encontradas}} \times 100$$

Además, con el objetivo de proponer una escala diagramática para evaluar posteriormente la intensidad de daño provocado por las babosas terrestres en el cultivo de la lechuga, durante todo el ciclo del cultivo se realizaron observaciones de los daños provocados por éstas.

3.4.6 Análisis de los datos

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño bloques generalizados con arreglo factorial (2 x 2 x 3) que correspondió a cada producto utilizado, dos sistemas de riego y tres etapas fenológicas. Cada tratamiento consto de tres repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales por finca a evaluar. Los datos obtenidos se analizaron mediante la técnica de Modelos Lineales Generales y Mixtos (MLGM) con

la prueba de comparación múltiple de Fisher (LSD) con un nivel de confiabilidad del 95%, empleando el software estadístico InfoStat versión 2016 (Di Rienzo *et al.* 2016).

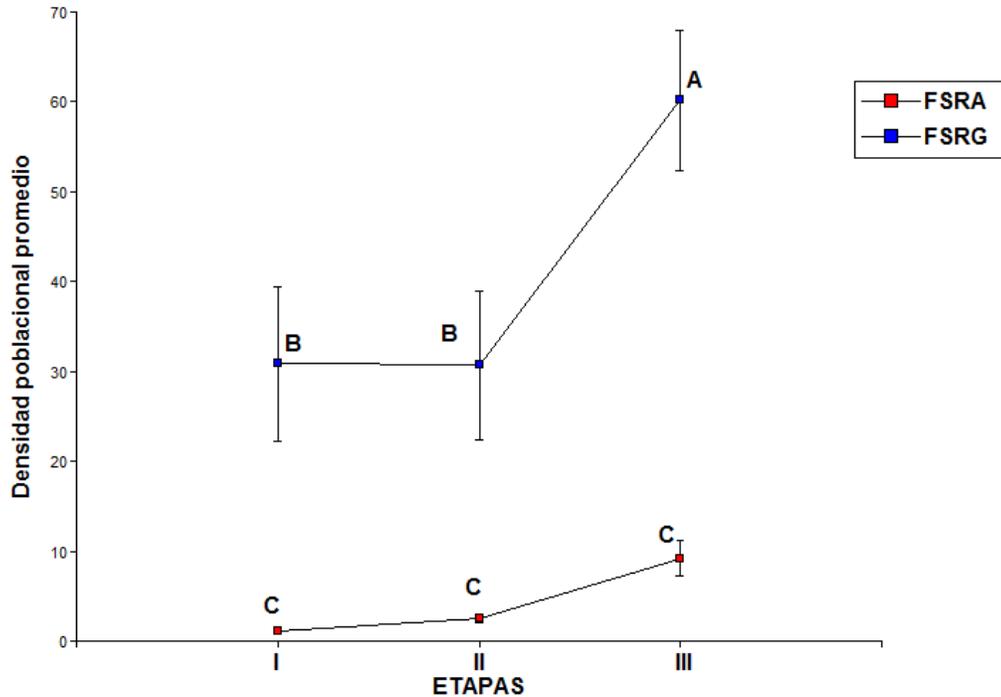
3.3 RESULTADOS

Para el análisis estadístico de los datos obtenido, el ciclo de desarrollo del cultivo se categorizó en tres etapas (Cuadro 2)

Cuadro 2: Etapas fenológicas del ciclo del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen), categorizado por semanas

Etapas fenológicas / Semanas		
Etapa I	Etapa II	Etapa III
Plántula Semana 1 y 2	Crecimiento vegetativo Semana 3, 4, 5 y 6	Formación de cabeza Semana 7 y 8

Al analizar los resultados obtenidos en los tratamientos T₁ y T₂, se determinó que existieron diferencias estadísticas ($p=0,0004$) en la densidad poblacional promedio de babosas presentes durante el ciclo de desarrollo del cultivo, siendo la etapa I y II estadísticamente iguales con un promedio que oscila entre 16-17 babosas terrestres respectivamente y diferente a la etapa III con un promedio de 35 babosas, no obstante, no se evidenció diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica*sistema de riego*tratamiento aplicado con respecto a la densidad poblacional promedio de babosas terrestres cuantificadas semanalmente, sin embargo, sí se evidenció diferencias estadísticas para la interacción etapa fenológica*sistema de riego ($p=0,0338$) (**Figura 1**) y sistema de riego*tratamiento ($p=0,0026$) con respecto a la densidad poblacional promedio de babosas.

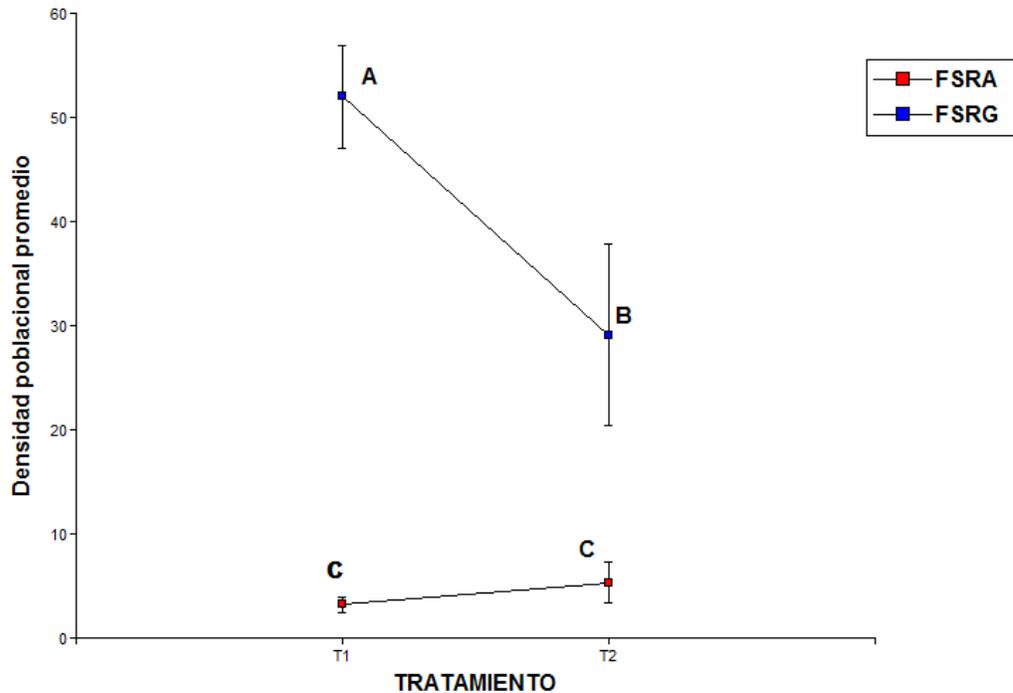


*Medias con letra en común no presenta diferencias estadísticas ($p < 0.005$). Prueba de Fisher (LSD)

Figura 1: Densidad poblacional promedio de Babosas terrestres en diferentes etapas fenológicas del ciclo de desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen), en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el periodo de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.

Se puede observar que en la finca bajo sistema de riego por aspersión (FSRA) la densidad poblacional promedio es mucho menor, cuantificando una babosa en la etapa I, mientras que en la etapa III, ésta se incrementa a nueve babosas terrestres, este comportamiento fue diferente en la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) donde entre la etapa I y II se determinó un promedio de 31 babosas incrementado a el doble en la última etapa.

En cuanto al sistema de riego vrs tratamiento, se determinó que en la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) el tratamiento T_1 es estadísticamente diferente al tratamiento T_2 ($p = 0,0026$), mientras que en la finca bajo sistema de riego por aspersión (FSRA) no se determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos T_1 y T_2 (Figura 2).

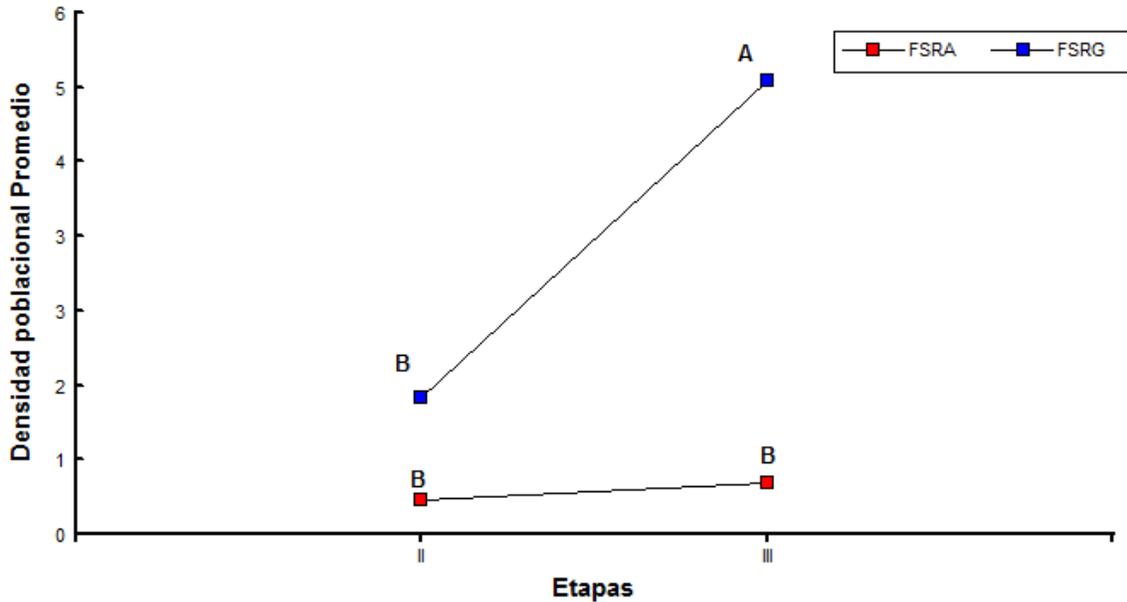


*Medias con letra en común no presenta diferencias estadísticas ($p < 0.005$). Prueba de Fisher (LSD)

Figura 2: Efecto de sacos húmedos (T1) y mezcla de levaduras (T2) sobre la densidad poblacional promedio de Babosas terrestres durante el ciclo de desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen), en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el periodo de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.

Los resultados obtenidos en el tratamiento T₁ se determinó un promedio de 52 babosas terrestres lo que sugiere que este tipo de trampa provee características ideales no solo como fuente de refugio sino también para la perpetuación de la especie.

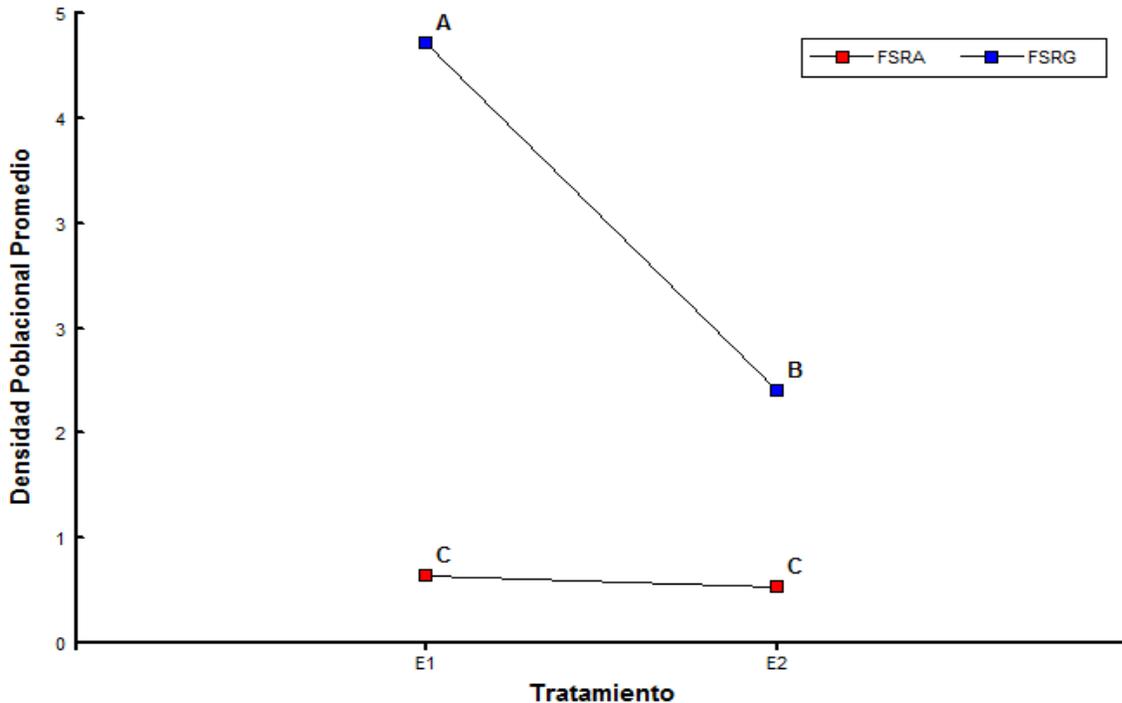
En el caso de los tratamientos con extractos, únicamente se determinó la presencia de babosas terrestres en la etapa II y III, donde para la interacción etapa fenológica*sistema de riego*tratamiento no se encontró diferencias estadísticas, sin embargo, si se determinó diferencias estadísticas ($p = 0,0005$) en etapa fenológica vrs sistema de riego (Figura 3).



*Medias con letra en común no presenta diferencias estadísticas ($p < 0.005$). Prueba de Fisher (LSD)

Figura 3: Densidad poblacional promedio de Babosas terrestres presentes en la etapa fenológica II y III del ciclo de desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen), bajo aplicación de extractos de origen vegetal en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el periodo de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.

Se observa que en la etapa III en la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) la densidad poblacional promedio tiende a incrementarse, mientras que en la etapa II la densidad poblacional promedio es de dos babosas terrestres. En la interacción sistema de riego vs tratamiento aplicado se determinó que existen diferencias estadísticas ($p = 0,0025$), observando que en la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG), con la aplicación de la mezcla chile-ajo (E_2) se alcanza una densidad poblacional promedio de dos babosas, mientras que con la aplicación del tratamiento mostaza (E_1) ésta asciende a un promedio de cinco babosas (Figura 4).



*Medias con letra en común no presenta diferencias estadísticas ($p < 0.005$). Prueba de Fisher (LSD)

Figura 4: Efecto de la mostaza (E_1) y la mezcla chile ajo (E_2) sobre la densidad poblacional promedio de Babosas terrestres durante el ciclo de desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var *Fallgreen*), en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el periodo de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.

En los tratamientos a base de hongos entomopatógenos, no se obtuvo diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica*sistema de riego*tratamiento con respecto a la densidad poblacional de babosas terrestres, no obstante, para el tipo de sistema de riego vrs etapa fenológica se logró obtener diferencias estadísticas ($p = 0,0010$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Densidad poblacional promedio de Babosas terrestres presentes en las etapas fenológica del ciclo de desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen), bajo aplicación de microorganismos entomopatógenos en una finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) y otra con riego por aspersión (FSRA) durante el periodo de octubre a diciembre del año 2014, en la zona de el Guarco de Cartago.

Finca	Densidad poblacional de babosas terrestres / etapas fenológicas		
	Etapa I	Etapa II	Etapa III
Sistema riego / goteo	0,83 + 0,47 C*	2,21 + 0,47 B	5,13 + 0,47 A
Sistema riego / aspersión	0,21 + 0,47 C*	0,47 + 0,47 C*	0,71 + 0,47 C*

*Medias con letra en común no presenta diferencias estadísticas ($p < 0.005$). Prueba de Fisher (LSD)

Tal como se observa en el Cuadro 3, en la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) en la etapa fenológica III se cuantificó la mayor cantidad de babosas terrestres por metro cuadrado.

Al analizar los datos obtenidos en los tratamientos con aplicación de metaldehído 5% (Q₁) y metaldehído 6% (Q₂), no se determinó diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica-*sistema de riego*tratamiento con respecto a la densidad poblacional, ni tampoco se determinó diferencias de manera independiente.

Mediante observaciones realizadas durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo, se propuso una escala diagramática compuesto por cinco categorías (Cuadro 4).

Cuadro 4. Escala diagramática propuesta para cuantificar la intensidad de daño provocado por babosas terrestres en un ciclo de desarrollo del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen).

	Grado de severidad				
	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
Porcentaje de infección	0%	0,1 - 25%	25,1 – 50%	50,1 -75%	75,1 – 100%
Descripción de la sintomatología	Plantas totalmente sanas	Plantas con presencia leve de raspados, orificios foliares, principalmente en las hojas bajas y en las partes basales de las mismas.	Plantas con presencia moderada de raspados, orificios foliares visibles en las partes medias de sus hojas bajas.	Plantas con raspados y orificios foliares abundantes en sus hojas bajas. Además, presencia leve de raspador y orificios foliares en sus hojas medias.	Plantas con presencia de raspados y orificios foliares abundante en hojas bajas y afectación moderada a altas en sus hojas medias; además de defoliación total en etapa de plántula.
Representación gráfica					

3.4 DISCUSIÓN

En este estudio el ciclo fenológico del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var *Fallgreen*) se categorizó en tres etapas, la etapa I comprende las dos primeras semanas después de la siembra ya que durante esta fase inicia la diferenciación de hojas verdaderas, mientras que en la etapa categorizada como II, comienza el desarrollo de las hojas verdaderas, finalmente en la etapa III se da la formación de la cabeza.

Al respecto Vallejo y Estrada (2004), dividen el ciclo únicamente en dos etapas, caracterizando la primera etapa como desarrollo vegetativo ya que en esta fase no sólo se da un incremento en el número de hojas sino también en el área foliar, la segunda etapa es la reproductiva la cual está claramente marcada por la floración, esta etapa se caracteriza por una concentración de látex en sus hojas, no obstante, esta última etapa según el objetivo del sistema no es deseable ya que el producto no es agradable consumirlo por el sabor del látex.

De acuerdo a Córdoba y León (2010), durante todo el ciclo de desarrollo, el cultivo de la lechuga es susceptible al ataque de diferentes plagas, dentro de éstas se señalan a las babosas terrestres como una de las más importantes por sus efectos directos sobre el cultivo e indirectos en la salud. Al respecto, en este estudio se determinó mediante observaciones realizadas que en etapa categorizada como I, las babosas terrestres pueden provocar una reducción importante en el rendimiento, ya que éstas cortan el tallo de las plántulas en la base causando la muerte súbita de la misma, mientras que en las etapas categorizadas como II y III su densidad poblacional se incrementa provocando daños en las hojas, no obstante, estadísticamente se evidencia que en los tratamientos con trampas (T_1 y T_2), extractos botánicos (E_1 y E_2) y biológicos (B_1 y B_2), las etapas categorizadas como I y II son iguales entre ellas y diferentes a la etapa III ($p=0,004$, $p=0,002$ y $p=0,002$ respectivamente), siendo esta última donde se presenta la mayor densidad poblacional de babosas terrestres, lo cual también está fuertemente influenciado por el tipo de sistema de riego, determinando diferencias estadísticas ($p<0,0001$) entre el sistema de riego por aspersión y sistema

de riego bajo goteo, siendo este último donde se favorece la proliferación de esta plaga.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Córdoba y León (2010), quienes reportan que la mayor incidencia de babosas en el cultivo de lechuga la determinaron en la semana siete, estos autores mencionan que, en la etapa de desarrollo vegetativo se dan ataques significativos ya que la planta no solo presenta una mayor succulencia, concentración de nutrientes y materia seca, sino que al haber mayor biomasa esto crea un microclima ideal para su desarrollo.

Este microclima es de igual forma favorecido por el sistema de riego implementado en cada finca y juega de igual forma un papel predominante en el comportamiento de esta plaga, al respecto Aguilera (2001), indica que su desarrollo está asociado a periodos de humedad moderada, Córdoba y León (2010), mencionan que humedades intermedias y focalizadas contribuyen a la supervivencia de éstas, ya que su ovoposición se da en lugares húmedos y ricos en materia orgánica, no obstante, en estos sitios, puede darse la proliferación de malezas de manera más agresiva. Esto último concuerda con observaciones realizadas en las áreas experimentales de este estudio, donde se observó una alta incidencia de *Commelina difusa* en la finca bajo sistema de riego por goteo, misma que según Andrews *et al.* (1985), funciona como un hospedero alterno.

Estos factores son determinantes en su comportamiento, por su parte South (1992) y Aguilera (2001), indican que la actividad de éstas es básicamente nocturna ya que la luz según Aguilera (2001), influye fuertemente en sus hábitos de vida, por lo que durante el día y en ausencia de refugios, éstas se esconden bajo los terrones del suelo, este comportamiento limita un manejo eficiente de las mismas indiferentemente de la táctica de manejo implementada.

En este sentido cualquier táctica de control que se implemente debe de considerar no solo aspectos propios del cultivo, condiciones del clima, así como aspectos propios de la plaga, tales como su biología, ecología y etología. Bajo este precepto, las trampas utilizadas para el manejo de babosas terrestres se vislumbran

como una de las alternativas viables, sin dejar de lado aspectos referentes a un manejo cultural dirigido básicamente al cultivo y con repercusiones importantes sobre esta plaga. Al respecto ICA (2012), menciona que las trampas, específicamente los sacos, al colocarlos en la plantación se convierten en refugios ante las condiciones ambientales desfavorables, proporcionándoles a las babosas un ambiente de humedad muy propicio para su protección, permitiéndoles contacto directo con la materia orgánica, piedras y terrones, lugares predilectos donde ponen sus huevos en masa de 20 a 100 unidades, cubriéndolos mediante una mucosa protectora.

Lo anterior concuerda con los hallazgos encontrados en este estudio donde fue posible contabilizar hasta 62 babosas como promedio semanal en trampas con sacos de fique humedecidos, estos resultados son similares a los encontrados por Santacruz *et al* (2011), quienes utilizando sacos de fique para en el control de *Deroceras sp.*, en el cultivo de lechuga, obtuvieron capturas de hasta 62 individuos en todo el ciclo de cultivo, no obstante, estadísticamente no encontraron diferencias estadísticas al comparar los resultados utilizando trampas con cerveza, esto último no concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, ya que los resultados reflejan diferencias estadísticas al utilizar trampas de sacos humedecidos y trampas con cerveza al menos en la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG).

Torres y Yanez (1996), mencionan que la colocación de sacos de fique resulta un fuerte atrayente para las babosas, Constantino (2010), indica como uno de los mejores métodos para el combate de babosas los sacos de fique, ya que en sus estudios en cultivos como café y frijol obtuvieron resultados positivos. Torres y Yanez (1996), recalcan que la colocación de sacos promueve un microclima que funciona como atrayente para las babosas, señalando que el único inconveniente es que el muestreo o colecta se debe de hacer en horas de la mañana (muy temprano) debido a que las babosas se pueden enterrar debajo de los costales colocados una vez las temperaturas comiencen a aumentar.

Aunado a esta alternativa de manejo, el uso de extractos botánicos con efectos sobre el comportamiento de las babosas parece ser una herramienta valiosa, en este estudio la aplicación de dos tipos de extractos refleja diferencias estadísticas,

obteniendo mejores resultados al aplicar chile y ajo, Dodds *et al* (1999), explica que extractos a base de ajo provocan en las babosas la activación de sensores de inhibición de la alimentación, dichos sensores están presentes en sus tentáculos posterior y anterior estos tienen función óptica-olfativa siendo su principal órgano sensorial debido a dos nervios ahí presentes, el tentáculo posterior tiene como función la captura de señales químicas presentes en el aire, mientras que su tentáculo anterior detecta señales por contacto directo, razón por la cual las babosas no se alimentan de plantas rociadas con dicho extracto botánico, así mismo, al ser rociadas directamente su sistema nervioso se ve comprometido. Redbond (2003), en una investigación realizada por científicos de Newcastle, fue posible apreciar como la motilidad de las babosas se vio afectada ante la aplicación de extractos a base de ajo, además, de observarse una disminución en el daño de las hojas en las plantas.

Redbond (2003), indica que se han investigado otro tipo de extractos botánicos, dentro de estos, extractos a base de cafeína (café) los cuales han mostrado un efecto molusquicida en varias investigaciones, como la planteada por el doctor Hollingsworth, quien demostró un efecto tóxico y repelente de la cafeína sobre las babosas y caracoles bajo condiciones de invernadero y laboratorio. Por su parte Aguirre (2000), indica que se han realizado pruebas con un extracto a base de *Jatropha curcas* L., exhibiendo un efecto positivo en el control de babosas, ya que según Pabón y Rodríguez (2012), esta planta presenta propiedades molusquicidas, insecticidas y rodenticidas, debido a sustancias tales como la toxoalbumina y las saponinas, al respecto, Herrera *et al* (2006), menciona que dicha planta tienen propiedades anti nutritivas, debido a la presencia de inhibidores de la tripsina, lectina, fitatos, entre otros.

En cuanto al uso de microorganismos entomopatógenos, éstos tienen la capacidad de afectar artrópodos mediante diferentes mecanismos, éstos invaden al insecto, teniendo como entrada de infección la vía oral así como los espiráculos u otras aberturas externas, además, tienen la capacidad de secretar enzimas como la proteasa, quitinasa, fosfolipasas, las cuales juegan un papel importante en la penetración e infección, en estas fase el insecto puede presentar síntomas como pérdida de motilidad y apetito debido a los cambios en el contenido proteico en la

hemolinfa, paralelamente se da la colonización y finalmente la muerte del insecto (Nicholls 2008).

No obstante, en este estudio no se determinó el comportamiento por parte de las babosas al ser afectadas por los tratamientos biológicos, por lo que no se puede aseverar manifestación de los síntomas anteriormente mencionados. Zare *et al.* (2001) reporta que el hongo *Pochonia chlamydosporia* tienen la capacidad de invadir y desarrollarse en huevos de babosas del genero *Deroceras sp.*, Moreno *et al* (2008), encontraron huevos de *D. reticulata* y *D. leave* parasitados naturalmente por *Pochonia chlamydosporia*. A la fecha, no se reporta que entomopatógenos del género *Metarhizium sp.* y *Beauveria sp.* se utilicen como una alternativa de manejo sobre las babosas terrestres, no obstante, características tales como la secreción de toxinas y enzimas que hongos del género *Metarhizium* y *Beauveria* podrían afectar a las babosas, principalmente sus masas de huevos tal como se ha reportado a *P. chlamydosporia*.

Tradicionalmente, el manejo que se ha realizado ha sido mediante el uso de molusquicidas, específicamente metaldehídos o carbamatos, según Bailey (2002), éstos se aplican en diferentes concentraciones, en este estudio, con la aplicación de pellets de metaldehídos en diferentes concentraciones, se encontró un porcentaje de mortalidad de hasta 16 individuos por m², observando que los especímenes muertos mostraban síntomas de deshidratación, tornándose de color negro. Bailey (2002), indican que los metaldehídos interfieren en el proceso de alimentación, al desactivar las señales neuronales, además de impedir el óptimo funcionamiento de los musculos implicados en el proceso de alimentación.

No obstante, en este estudio no se encontró diferencias estadísticas entre las concentraciones utilizadas, de acuerdo Bailey (2002), la concentración del ingrediente activo juega un papel preponderante ya que, si la dosis letal de metaldehído es muy baja, el individuo percibe prematuramente los primeros efectos del envenenamiento y deja de interesarse en el cebo. Por su parte, Bourne *et al* (1990), determinaron altas tasas de recuperación por parte de las babosas al ser sometidas a mezclas de 2% de metaldehído y metiocarb, mientras que al mezclar 2% de metiocarb con 0,25-1% de

metaldehído causó una mayor mortalidad en comparación con una prueba hecha con metaldehído al 4%.

Por su parte Salvio *et al.* (2014), estimaron la eficacia de dos cebos químicos, metaldehído al 4% y 5% así como carbaryl 8% sobre *Milax gagates*, en el cultivo de soya bajo siembra directa, éstos concluyen que los tratamientos con cebos químicos tuvieron resultados positivos con respecto al testigo, sin embargo al realizar comparaciones entre los tratamientos con químico, estos no presentaron diferencias estadísticas, observando el mismo resultado ante cualquier dosis empleada, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación con el uso de metaldehídos al 5% y 6%.

Bailey (2002). señala que existen algunos factores que afectan la eficacia de los cebos envenenados a base de metaldehído, el clima es uno de ellos ya que la actividad de las babosas aumenta después de las lluvias factor que causa en el cebo una disminución en el efecto citológico sobre las babosas al degradarse las concentraciones de ingrediente activo de los metaldehídos.

Otro factor importante es la vía de envenenamiento, las babosas pueden ingerir el metaldehído vía oral o por contacto dérmico, al respecto, Triebkorn y Künast (1990), mencionan que mediante vía oral éste actúa de manera más rápida y eficaz, una vez absorbido este pasa mediante la hemolinfa al tejido periférico y a su vez a todo el organismo, además, la velocidad de ingestión es mayor, ya que las membranas del tracto digestivo y el intestino tienen gran capacidad de absorción y transporte. Otro punto importante es que interviene mediante el envenenamiento vía oral, es la existencia de un sistema de enzimas digestivas intracelulares (fosfatasa ácida) en las babosas del género *Deroceras sp.*, las cuales se encuentran en los lisosomas primarios y tienen una fuerte influencia en la degradación de molusquicidas, ya que las enzimas de este grupo tienen la capacidad de catalizar los enlaces de ésteres en condiciones de acidez, sin embargo, se ha demostrado que la actividad de estas

enzimas se ve fuertemente reducida ante tratamientos con metiocarb y metaldehído (Triebkorn y Künast 1990).

Booze y Oehm (1986), indica que mediante el contacto dérmico, las afectaciones se dan en las células epiteliales, inhibiendo la función de la colinesterasa, reflejándose esto en un proceso de deshidratación, ya que la producción de mucus aumenta, Andrews (1985), señala que los metaldehídos generan en el individuo deshidratación al provocar la liberación de gran cantidad de agua de su organismo, lo que coincide con observaciones realizadas en este estudio, además, Booze y Oehm (1986), indica que estos provocan convulsiones y parálisis en las babosas, lo que es propiciado por la liberación de noradrenalina y serotonina. Por su parte, Port y Port (1986), mencionan que el aumento de secreción (mucus) actúa como barrera entre el epitelio y la toxina, por lo que la toxicidad se ve disminuida, principalmente en productos sensibles a cambios en el pH, como tal es el caso de los metaldehídos.

El manejo de las babosas terrestres constituye un reto importante de enfrentar, ya que como se ha mencionado su comportamiento las convierte en una plaga no solo de difícil manejo, aunado también a que algunas especies se consideran vectores intermedios de parásitos que promueven enfermedades en seres humanos, al respecto, Córdoba (2009), menciona que estas son vectores intermedios del nemátodo *Angiostrongylus costaricensis*, responsable de causar afectaciones intestinales en el ser humano, además, Sproston *et al.* (2006), indican que en heces de babosas presentes en vegetales se ha encontrado *Escherichia coli*, por su parte El-Hamalawi y Menge (1996), mencionan que las babosas pueden ser vectores de fitopatógenos tales como *Phytophthora citricola* en el cultivo de aguacate, así como de la dispersión de *Sclerotinia trifoliorum*, hongo que afecta al trébol blanco (Barker 2002).

Estos efectos indirectos, así como los daños directos que pueden provocar en los cultivos, específicamente, de consumo fresco como la lechuga, no sólo promueven la búsqueda de alternativas mediante un manejo integrado sino también indicadores que ayuden a determinar el índice de daño provocado por estas, que además se utilicen como herramienta en la toma de decisiones, razón por la cual, en este estudio

se propone una escala diagramática de daños (Cuadro 4), la misma se generó a partir de observaciones realizadas durante todo el ciclo de desarrollo de este cultivo.

Se observó que en la etapa fenológica categorizada como I, los daños provocados por las babosas pueden ser irreversibles ya que estas al alimentarse cortan la plántula en la base causando la muerte, en la etapa categorizada como II en las hojas bajas fue posible observar pequeños raspados en la superficie foliar así como pequeños orificios en los bordes de las hojas, por su parte, en la etapa categorizada como III fue posible observar más comunmente orificios foliares, los cuales se presentaron no solo en los bordes de las hojas, sino que en todo el haz de la hoja.

Tal como lo menciona Port y Ester (2002), cualquier tipo de daño, malformación, así como restos de heces, huevos o mucus en los cultivos hortícolas pueden ocasionar una considerable disminución en su valor económico. Por otro lado, los daños indirectos que esta plaga induce en la salud humana y considerando la exigencia de los mercados en cuanto a lo que es la inocuidad en productos de consumo fresco, se podría asegurar que el nivel de tolerancia en cuanto a densidad poblacional de babosas presentes en un cultivo como la lechuga es cero, no obstante, es difícil estimar las densidades poblacionales por características propias de esta plagas, tales la variabilidad en sus ciclos de vida, la compleja interacción que estas tienen con las condiciones ambientales así como su etología (South 1989, Martínez *et al.* 1994); por lo que una escala diagramática constituye un instrumento que contribuye a cuantificar índice de daño y por ende obtener promedios ponderados de daño para tomar no sólo medidas de acción.

3.5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que;

Los resultados obtenidos, evidencia diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica vrs sistema de riego ($p=0,0338$), donde en la finca bajo sistema de riego por aspersión en la etapa fenológica categorizada como III presenta una

densidad promedio poblacional de nueve babosas, mientras que en la finca bajo sistema de riego en la etapa categorizada como III se obtuvo un promedio de 62 babosas.

Se determinó que en la finca bajo sistema de riego por goteo el tratamiento T₁ (trampa con levaduras) es estadísticamente diferente al tratamiento T₂ (sacos humedecidos) ($p= 0,0026$), mientras que en la finca bajo sistema de riego por aspersión no se determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos T₁ y T₂.

En los tratamientos con extractos, se determinó diferencias estadísticas ($p=0,0005$) en etapa fenológica vrs sistema de riego, siendo la etapa categorizada como III y finca bajo sistema de riego por goteo donde la densidad poblacional promedio tiende a incrementarse.

En la interacción sistema de riego vrs tratamiento existen diferencias estadísticas ($p=0,0025$), obteniendo que en la finca bajo sistema de riego por goteo y aplicación de la mezcla chile-ajo (E₂) se alcanza una densidad poblacional promedio de dos babosas, mientras que con la aplicación del tratamiento mostaza (E₁) ésta asciende a un promedio de cinco babosas.

En los tratamientos a base de hongos entomopatógenos, no se obtuvo diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica vrs sistema de riego vrs tratamiento con respecto a la densidad poblacional de babosas terrestres, ni tampoco se determinó diferencias de manera independiente.

En los tratamientos con metaldehído 5% y metaldehído 6%, no se determinó diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica vrs sistema de riego vrs tratamiento con respecto a la densidad poblacional, ni tampoco se determinó diferencias de manera independiente.

Mediante observaciones realizadas durante todo el ciclo de desarrollo de este cultivo, se documentó material que permitió proponer una escala de daños promovidos por las babosas terrestres en la lechuga, compuesta por cinco grados de daño.

3.6 RECOMENDACIONES

La identificación de las especies que predominan en las áreas de estudios, ya que este conocimiento puede ser la base en la selección del ingrediente activo del producto químico a utilizar, así como la elaboración de cebos.

Estudiar el comportamiento de las babosas terrestres cuando se aplican hongos entomopatógenos ya que algunas enzimas que estos generan podrían tener un efecto sobre la actividad alimentaria, así como sus movimientos.

Evaluar el efecto de *M. anisopliae* y *B. bassiana* sobre las masas de huevos, ya que como parte de sus mecanismos de acción pueden tener un efecto ovicida

3.7 LITERATURA CITADA

- Aguilera, A. 2001. Babosas de importancia económica en Chile. *Tierra Adentro*. 40:40-43.
- Aguirre, L. 2000. Evaluación Agroeconómica de tres prácticas de control de babosa (*Sarasinula plebeia*) en el cultivo del frijol en el Departamento de Olancho, Honduras. Tesis. Lic. Escuela Agrícola Panamericana. 46p.
- Andrews, K. 1985. Control químico de babosa especialmente la babosa del frijol, *Sarasinula plebeia*. *CEIBA*, 26(1):90-102
- Andrews, K; Valverde, V; Ramírez, O. 1985. Preferencia alimenticia de la babosa, *Sarasinula plebeia* (Fisher). *CEIBA*. 26(1):7
- Bailey, S. 2002. Molluscicidal Baits for Control of Terrestrial Gastropods. En: *Molluscs as Crop Pests*. In Barker, G. (Ed). The biology of terrestrial molluscs. Wallingford, UK. CABI. p 33-54.
- Baker, G. 2002. Helicidae and Hygromiidae as Pests in Cereal Crops and Pastures in Southern Australia. In Barker, G. *Molluscs as Crop Pests*. Publishing CABI. Wallingford, Reino Unido.. p 193-216.
- Boozze, T; Oehme, F. 1986. An investigation of metaldehyde and acetaldehyde toxicities in dog. *Fundam Appl Toxicol*. (6):440-446.
- Bourne, N; Jones, G; Bowen, I. (1990). Feeding behaviour and mortality of the slug, *Deroceras reticulatum* in relation to control with molluscicidal baits containing various combinations of metaldehyde with methiocarb. *Annals of Applied Biology* 117:455–468.
- Cerdas, M; Montero, M. 2004. Guías técnicas del manejo pos cosecha de apio y lechuga para el mercado fresco. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San José, Costa Rica. 75 p.

- Constantino, L; Gomes, S; Benavides, P. 2010. Descripción y daños causados por las babosas *Colosius pulcher* y *Sarasinula plebeia* en el cultivo de café en Colombia. Centro Nacional de Investigación De Café (CENICAFÉ). 8 p. ISSN: 0120-0178
- Córdoba, C, León, T. 2010. Efecto del manejo agroecológico y convencional sobre la fluctuación de babosa en cultivo de lechuga en Tenjo, Cundinamarca (Colombia). Acta biológica colombiana. 15(1):115-128.
- Córdoba, M. 2009. Predicción de plagas de gasterópodos terrestres en Galicia. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 450 p.
- Crovetto, C. 1992 Rastrojos sobre el suelo: una introducción a las cero labranzas. Santiago, Chile. 301 p.
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; González, L; Tablada, M; Robledo, C. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dodds, C; Henderson, P; Watson, P; Leake, L. 1999. Action of extracts of Apiaceae on feeding behavior and neurophysiology of the field slug *Deroceras reticulatum*. Journal of Ecology. 25(9):2127-2145.
- El-Hamalawi, Z; Mengue, J. 1996. The role of snails and ants in transmitting the avocado stem canker pathogen, *Phytophthora citricola*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 5 (121):973-977.
- France, A; Gerding, M; Céspedes, C; Cortez, M. 2002. Control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) con *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (Nematoda; Rhabditidae) en suelos con sistema de cero labranza. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Agricultura Técnica, 6(2):181-190

- Herrera, J; Siddhuraju, P; Francis, G; Davila, G; Becker, K. 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. Food Chemistry. 96:80-89.
- Hollingsworth, R; Armstrong, J; Campbell, E. 2002. Caffeine as a repellent for slugs and snails. USDA Nature Publishing Group. 417:915-916.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica) 2016. Condiciones meteorológicas en San Isidro del Guarco. Estación automática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de las hortalizas: Medidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia. 44 p.
- Martínez, J; Bohorquez, S; Acosta, A. 1994. Determinación taxonómica de cinco grupos de babosas y estudio del ciclo de vida del grupo predominante en un cultivo comercial de alstroemeria de Madrid, Cundinamarca. Revista Agronomía Colombiana. 11(1): 53-61.
- Molina, P. 2006. Angiostrongilosis: Reporte de caso. Revista Costarricense Ciencias Médicas. 27:(3-4), San José, CR.
- Moreno, J; Gaviria, B; Navarro, R; Duran, B; Vargas, A; Aguirre, P; Quirós, C. 2008. Babosas en cultivos del valle de San Nicolás (Cercano oriente antioqueño). Universidad Católica de Oriente. Antioquia, Colombia. 40 p.
- Nash, M; Thomson, L; Horne, P; Hoffmann, A. 2008. *Notonomus gravis* (Chaudoir) (Coleoptera: Carabidae) predation of *Deroceras reticulatum* Müller (Gastropoda: Agriolimacidae), an example of fortuitous biological control. Biological Control. 47:328-334.
- Nicholls, C. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Ed. Universidad de Antioquia. 282 p. ISBN 978-958-714-186-3

- Pabón, L; Rodríguez, P. 2012. Importancia química de *Jatropha curcas* y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 17(2):194-209. ISSN: 1028-4796
- Port, C; Port, G. 1986. The biology and behaviour of slugs in relation to crop damage and control. Agricultural Zoology Reviews. 1:255-299.
- Port, G; Ester, A. 2002. Gastropoda as pests in vegetable and ornamental crops in western Europe. En: Molluscs as Crop Pests. In Barker, G. (Ed). The biology of terrestrial molluscs. Wallingford, UK. CABI. p 337-351.
- Salvio, C; Manetti, P; Clemente, N; López, A. 2014. Efectos de carbaryl y metaldehído sobre *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) y *Milax gagates* (Mollusca: Pulmonata) en soja bajo siembra directa. Agrociencia Uruguay. 18(2):82-89.
- Santacruz, A; Toro, M; Salazar C. 2011. Slugs control methods (*Deroceras* sp. Müller) in lettuce and broccoli crops. Agronomy Colombiana, 29(2):434-440.
- South, A. 1989. A comparasion of the life cycles of the slug *Deroceras reticulatum* (Müller) and *Arion itermedius* normand permanent pasture. Journal of Molluscan studies. 55(1):9-22.
- South, A. 1992. Terrestrial Slugs: Biology, ecology and control. 1er ed. London, Reino Unido. 428 p
- Sproston, E; Macrae, M; Ogden, I; Wilson, M; Strachan, N. 2006. Slugs: potential novel vectors of *Escherichia coli* O157. Applied and Environmental Microbiology. 72:144-149.
- Theodoracopoulos, M; Lardizabal, R y Arias, S. 2009. Producción de lechuga. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 34p.
- Torres, A; Yanez, C. 1996. Evaluación de técnicas de control de babosas (Mullusca: Pulmonata) en fresas y hortalizas en las zonas altas del estado Táchira. Agronomía tropical. 48(3):291-303.

- Triebskorn, R; Künast, C. 1990. Ultrastructural changes in the digestive system of *Deroceras reticulatum* (Mollusca; Gastropoda) induced by lethal and sublethal concentration of the carbamate molluscicide Cloethocarb. *Malacologia* 32:89-106.
- Vallejo, F; Estrada, E. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Ed. Universidad Nacional de Colombia. 346 p ISBN : 958-8095-28
- Zare, R; Gams, W; Evans, H. 2001. A revisión of *Verticillium* section Prostata. V. The genus *Pochonia*, with notes on *Rotiferophthora*. *Nova Hedwigia*. 73 (1-2):51-86

CAPÍTULO 4

**INTEGRACIÓN DE TÁCTICAS COMO ESTRATEGIA PARA EL
MANEJO DE BABOSAS TERRESTRES EN DOS FINCAS
PRODUCTORAS DE LECHUGA (*LACTUCA SATIVA* L. VAR
FALLGREEN), EN LA ZONA DE EL GUARCO, CARTAGO, COSTA
RICA.**

Abstract

Lettuce is a vegetable for fresh consumption which is affected by terrestrial slugs; pest that when feeding from the lettuce causes direct damages such as cutting of seedlings, scraping and / or holes in leaves as well as indirect damages due to being intermediate vectors of parasites with implications on human health, this has promoted the search and implementation, not only of a low impact, but also an efficient management.

This study was executed during the period from January to March in 2015, it aimed to the integration of tactics as a strategy for the management of terrestrial slugs in two farms producer of lettuce (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen) in the area of Guarco, Cartago, Costa Rica. In each of them, it was selected an area of 1000 m², it was demarcated 14 experimental units each formed by 5 rows, the farms were codified as farm of drip irrigation system and farm of sprinkling irrigation system, the effect of traps was evaluated (Stay bags), Metaldehyde at 6%, the application in the mixture of Chili-Garlic extract and *Metarhizium anisopliae*, also applications and samples to determine population density were performed every 8 days throughout the whole crop cycle between 6.00 am and 8.00 am. In addition, through a diagrammatic scale proposed, the damage was evaluated by selecting five plants each week which helped to determine the level of damage in the categorized phenological stages. The trial was about two treatments with seven replicates, distributed in a completely randomized design including a trifactorial arrangement, the data were analyzed by techniques of General, Linear and Mixed Models with heteroscedasticity correction and a Fisher test (LSD) at 95%, using the InfoStat program version 2016.

The results did not show statistical differences in the phenological stage interaction vrs irrigation system vrs implemented management as well as between phenological stage vrs implemented management, nonetheless statistical differences were determined in interaction between irrigation system and implemented management ($p < 0.0001$) and the phenological stage vrs irrigation system ($p < 0.0001$). Besides, it was obtained that under an integrated management the weighted average

of damage caused by the terrestrial slugs was smaller in comparison with the conventional system of management implemented in the farms which were evaluated.

Key words: Integrated Management, Slugs, Damage

Resumen

La lechuga es una hortaliza de consumo fresco, esta es afectada por babosas terrestres, plaga que al alimentarse promueve daños directos tales como corte de plántulas, raspado y/o agujeros en hojas, así como daños indirectos al ser vectores intermedio de parásitos con implicaciones sobre la salud humana, esto ha promovido la búsqueda e implementación de un manejo de bajo impacto y eficiente. Este estudio se realizó durante el periodo de enero a marzo del año 2015, tuvo como objetivo la integración de tácticas como estrategia para el manejo de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen), en la zona de el Guarco, Cartago, Costa Rica. En cada una de estas, se seleccionó un área de 1000 m², se demarcaron catorce unidades experimentales compuestas cada de cinco lomillos, las fincas se codificaron como finca bajo sistema de riego por goteo y finca bajo sistema de riego por aspersión, se evaluó el efecto de trampas (sacos de finque), metaldehído al 6%, la aplicación en mezcla del extracto Chile-Ajo y de *Metarhizium anisopliae*, las aplicaciones y muestreos para determinar la densidad poblacional se realizaron cada ocho días durante todo el ciclo del cultivo entre las 6:00 am y 8:00 am, Además, mediante una escala diagramática propuesta, se evaluó los daños provocadas seleccionando cada semana cinco plantas para determinar el nivel de daño en las etapas fenológicas categorizadas. El ensayo consto de dos tratamientos con siete repeticiones, distribuidos en un diseño de Bloques Generalizados con arreglo factorial, los datos se analizaron mediante la técnica de Modelos Lineales Generales y Mixtos, con corrección de heterocedasticidad y una prueba de Fisher (LSD) al 95%, empleando el programa Info/Stat versión 2016. No se evidenció diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica vrs sistema de riego vrs manejo implementado, ni entre etapa fenológica vrs manejo implementado, no obstante, se determinó diferencias estadísticas en la interacción entre sistema de riego vrs manejo implementado ($p < 0,0001$) y etapa fenológica vrs sistema de riego ($p < 0,0001$).

Además, se obtuvo que bajo un manejo integrado el promedio ponderado de daño causado por las babosas terrestres es menor en comparación al sistema de manejo convencional implementado en las fincas en estudio.

Palabras claves: Manejo integrado, Babosas terrestres, Nivel de Daño.

4.1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de hortalizas es una fuente básica en la alimentación y nutrición de la población mundial, dentro de éstas, el consumo fresco de la lechuga constituye uno de las principales hortalizas por su bajo contenido calórico, suplir de vitaminas, minerales y sales indispensables para el organismo y medicinal (Álvarez 2016). En Costa Rica, las principales zonas productoras de lechuga son la Provincia de Cartago y el cantón de Alfaro Ruíz en Alajuela, de acuerdo Briones (2007), esta se puede cultivar durante todo el año, en zonas con temperaturas comprendidas entre los 13 °C y 18 °C.

Entre las principales plagas que pueden atacar este cultivo destacan las babosas terrestres, al respecto, Zúñiga *et al.* (1983), indican que estas se comportan como vectores intermedios de parásitos que provocan la enfermedad conocida como Angiostrongilosis abdominal en humanos, por su parte Araya *et al.* (2015), mencionan que esta es causada por nematodos del género *Angiostrongylus*, siendo *A. costaricensis* y *A. cantonesis* las especies patogénicas, este precedente pone en evidencia que el nivel de tolerancia es o debería ser de cero. Port y Ester (2002), mencionan que la tolerancia la tolerancia que presentan los cultivos hortícolas a los daños ocasionados por estos es muy bajo, sin embargo estos lo refieren más a un aspecto de calidad que de inocuidad.

Su manejo tradicionalmente se ha limitado al uso de molusquicidas, específicamente metaldehídos y carbamatos en formas de cebos o pellets (South, 1992 y Bailey, 2002). Según Bailey (2002), ambos tienen el mismo nivel de eficacia; sin embargo, Andrews (1985), indica que los carbamatos son más tóxicos que los metaldehídos y estos son menos afectados por las condiciones ambientales, no obstante, esta como única alternativa de manejo constituye un riesgo importante ya que de acuerdo a South (1992) y Bailey (2002), estas sustancias químicas repercuten de manera importante sobre otros insectos, mamíferos y aves.

En ese sentido la incorporación de otras tácticas de manejo resulta trascendentales, al respecto Speiser et al. (2001), Iglesias y Speiser (2001), Richards et al. (2008), mencionan que el nemátodo *Phasmarhabditis hemaphrodita* puede ejercer cierto efecto sobre algunas especies de babosas terrestres en plantas; por su parte Hollingsworth et al. (2002), dicen que la cafeína puede actuar como un molusquicida al ejercer un efecto repelente y tóxico sobre poblaciones de babosas y caracoles, Watkins et al. (1996) indican que derivados del ácido cinámico pueden actuar como repelentes en semillas de trigo contra *D. reticulata*, Martínez et al. (1994), FAO (2005) y Atilio y Reyes (2008), mencionan que el uso de trampas constituye una de las principales herramientas para el manejo de las babosas en diferentes cultivos agrícolas.

Estas tácticas de manejo, han sido implementadas de manera individual, Giraldo (2003), indica que la integración de las mismas puede ejercer un efecto mayor; al respecto Henderson y Tribskorn (2002), mencionan que la integración de prácticas culturales y manejo de malezas en el cultivo de lechuga, ha disminuido la aplicación de cebos químicos. Además. Port y Ester (2002), sugieren que la integración de las tácticas de manejo disminuye los costos operacionales y el daño ambiental ocasionado es menor, dado a que se reducen las aplicaciones químicas en los cultivos.

Bajo esta perspectiva, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes tácticas de manejo de forma integrada sobre babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L. var *Fallgreen*), en la zona de el Guarco, Cartago, Costa Rica.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Ubicación de las áreas de estudio

La investigación se realizó durante los meses de enero a marzo del año 2015 en dos fincas localizadas en Guatuso, cantón de el Guarco en la provincia de Cartago. Esta región se sitúa bajo las coordenadas geográficas 09°50 latitud norte y 83°58 longitud oeste, presenta una altura de 1400 m.s.n.m. La precipitación promedio es aproximadamente de 2000 mm al año, mientras que la temperatura máxima y mínima se encuentran entre un rango de 26 °C y 15 °C respectivamente (IMN 2016).

4.2.2 Descripción de las fincas

Para efectos de la investigación, las fincas se codificaron como finca con sistema de riego por goteo (FSRG) y finca con sistema de riego por aspersión (FSRA). En la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) se siembra únicamente lechuga, se caracteriza por presentar una topografía relativamente plana, el riego es abastecido por medio de un pozo perforado. Mientras que la finca bajo sistema de riego por aspersión (FSRA) presenta una topografía medianamente plana, posee canales principales y secundarios, es atravesada por el río Purires, mismo que abastece el sistema de riego, esta fuente de agua cuenta con todos los estudios de potabilidad.

4.2.3 Selección y preparación del área experimental

En cada finca se seleccionó al azar un área de 1000 m², se procedió a pasar una rastra, se construyeron canales de desagüe, luego, se confeccionaron lomillos de 0,8 m de ancho x 5 m de largo con una distancia entre lomillos de 1 m, finalmente, en cada finca se demarcaron catorce unidades experimentales (compuestas cada una de cinco lomillos) con una distancia entre ellas de 15 m.

La siembra se realizó manualmente, utilizando una distancia entre plantas de 0,2 m, con una densidad de cinco plantas /lomillo, el plan de fertilización y manejo fue el establecido en cada finca.

4.2.4 Aplicación de Tratamientos

En el Cuadro 1 se detalla los tratamientos evaluados.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados bajo condiciones *in situ* sobre la densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Fallgreen) en Guatuso de el Guarco, Cartago.

Referencia	Tratamiento	Ingrediente activo (i.a)	Dosis
E ₁	Extractos botánicos	Chile + Ajo	150 gr/18L H ₂ O
B ₁	Biológico	<i>Metarhizium anisopliae</i>	400g/18L H ₂ O
Q ₁	Químico	Metaldehído 6% P/P	4 kg/ha
T ₁	Trampas	Sacos de Fique	0,5/m ²
Test	Testigo relativo	Manejo de finca	-

Al momento de la siembra, se colocó en cada unidad experimental cinco trampas del tratamiento T₁, distribuidas en los extremos y una en el centro, éstas se mantuvieron durante todo el ciclo del cultivo. Además, debajo de cada trampa se colocó cada ocho días a partir del momento de siembra hasta la semana seis 10 gr del tratamiento Q₁, durante la semana siete y ocho se aplicó dos veces.

La aplicación de los tratamientos B₁ y E₁, se realizó de manera compuesta tipo drench al momento la siembra con una frecuencia de ocho días durante todo el ciclo, todas las aplicaciones se realizaron entre las 6:00 am y 8:00 am.

4.2.5 Variables de estudio a evaluar

Durante todo el ciclo del cultivo, se realizaron muestreos tres veces a la semana entre las 6:00 am y 8:00 am. Para determinar la densidad poblacional promedio de babosas terrestres, en cada unidad experimental se cuantifico la cantidad de babosas que se encontraban debajo de los sacos humedecidos (T₁) y con efecto del tratamiento químico (Q₁).

Además, se realizó un muestreo sistemático siguiéndose el método de punto de arranque, para esto se colocó en cada unidad experimental tres veces una cuadrícula de 1 m², en cada caso se procedió a coleccionar las babosas que se encontraban en la superficie y follaje, éstas se colocaron en recipientes plásticos para cuantificarlas posteriormente.

Se evaluó el grado de daño provocado por las babosas terrestres, para obtener el porcentaje ponderado de daño (PPD), se propuso una escala diagramática donde se consideraron cinco grados, siendo cero las plantas con hojas que no mostraban daño y cuatro donde las plantas presentan entre un 75% y 100% de daños en hojas dañadas (Cuadro 2).

Semanalmente durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo, de cada unidad experimental se seleccionó al azar cinco plantas con el objetivo de cuantificar el nivel de daño por etapa fenológica categorizada (Cuadro 3). Para obtener el porcentaje de plantas afectadas de acuerdo al grado de daño propuesto (PPA) se determinó mediante la siguiente fórmula;

$$PPA = \frac{\text{Plantas afectadas de acuerdo al grado de daño propuesto}}{\text{Total de Plantas muestreadas}} * 100$$

Finalmente, se obtuvo el promedio ponderado de daño por etapa fenológica mediante la siguiente fórmula;

$$PPD = \frac{(\% PPA * \text{Grado 0}) + (\% PPA * \text{Grado 1}) + (\% PPA * \text{Grado 2}) + (\% PPA * \text{Grado 3}) + (\% PPA * \text{Grado 4})}{\text{Total de plantas muestreadas por etapa fenológica}}$$

Cuadro 2. Escala diagramática propuesta para cuantificar el nivel de daño provocado por babosas terrestres en un ciclo de desarrollo del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L var. Fallgreen).

		Grado de severidad				
		Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
Porcentaje de infección		0%	0,1 - 25%	25,1 – 50%	50,1 -75%	75,1 – 100%
Descripción de la sintomatología	Plantas totalmente sanas	Plantas con presencia leve de raspados, orificios foliares, principalmente en las hojas bajas y en las partes basales de las mismas.	Plantas con presencia moderada de raspados, orificios foliares visibles en las partes medias de sus hojas bajas.	Plantas con raspados y orificios foliares abundantes en sus hojas bajas. Además, presencia leve de raspador y orificios foliares en sus hojas medias.	Plantas con presencia de raspados y orificios foliares abundante en hojas bajas y afectación moderada a altas en sus hojas medias y eliminación total de plántulas de lechuga por cortadura de las babosas.	
Representación gráfica						

4.2.6 Análisis de los datos

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques generalizados al azar, con arreglo factorial (2 x 2 x 3) que correspondió a dos tratamientos (manejo integrado y manejo convencional), dos sistemas de riego (Goteo y aspersión) y tres etapas fenológicas. Cada tratamiento consto de siete repeticiones, para un total de catorce unidades experimentales por finca a evaluar. Los datos obtenidos se analizaron mediante la técnica de Modelos Lineales Generales y Mixtos (MGLM), con corrección de heterocedasticidad para la función VarIdent, para la prueba de comparación múltiple se utilizó la de Fisher (LSD) con un nivel de confiabilidad del 95%, empleando el software estadístico InfoStat versión 2016 (Di Rienzo *et al.* 2016).

Además, para el análisis estadístico de los datos obtenidos, el ciclo de desarrollo del cultivo se categorizó en tres etapas (Cuadro 3)

Cuadro 3. Etapas fenológicas del ciclo del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen), categorizado por semanas

Etapas fenológicas / Semanas		
Etapa I	Etapa II	Etapa III
Plántula Semana 1 y 2	Crecimiento vegetativo Semana 3, 4, 5 y 6	Formación de cabeza Semana 7 y 8

4.3 RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos, no se determinó diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica vrs sistema de riego vrs manejo implementado, así como entre etapa fenológica vrs manejo implementado. No obstante, se evidenció diferencias estadísticas entre sistema de riego vrs manejo implementado ($p < 0,0001$) (Cuadro 4) y etapa fenológica vrs sistema de riego ($p < 0,0001$), tal como se observa en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen) bajo sistema de riego por aspersión y goteo, sometidas a un manejo integrado y convencional, establecido durante los meses de enero-marzo del 2015, zona de el Guarco, Cartago.

Manejo implementado	Sistema de Riego	Media	EE	
Manejo convencional	Goteo	19,90	0,98	A
Manejo convencional	Aspersión	11,24	0,68	B
Manejo integrado	Goteo	2,66	0,13	C
Manejo integrado	Aspersión	1,42	0,11	D

* Medias con letra común no presentan diferencias estadísticas ($p > 0.05$). Prueba de Fisher (LSD)

Cuadro 5. Densidad poblacional de babosas terrestres en dos fincas productoras de lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen) bajo sistema de riego por aspersión y goteo de acuerdo a la categorización del estado fenológico del cultivo, establecido durante los meses de enero-marzo del 2015, zona de el Guarco, Cartago.

Etapas Fenológicas Categorizadas	Sistema de Riego	Media	EE	
I	Goteo	11,84	0,71	A*
II	Goteo	11,27	0,98	A
III	Goteo	10,75	0,85	A
I	Aspersión	6,01	0,52	B
II	Aspersión	5,97	0,51	B
III	Aspersión	7,01	0,73	B

* Medias con letra común no presentan diferencias estadísticas ($p > 0.05$). Prueba de Fischer (LSD)

En las etapas fenológicas categorizadas en este estudio para el cultivo de la lechuga, al obtener el promedio ponderado de daño mediante la escala diagramática propuesta, se determinó que la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) así como en la finca bajo sistema de riego por aspersión (FSRA) bajo un sistema de manejo integrado el promedio ponderado de daño es menor (**Cuadro 6**)

Cuadro 6. Promedio ponderado de daño causado por babosas terrestres en diferentes etapas fenológicas de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Fallgreen), en dos fincas productoras en la zona de el Guarco, Cartago.

Finca / Manejo	Etapas Fenológicas		
	Categoría I	Categoría II	Categoría III
Sistema de riego por goteo / manejo convencional	0,71	0,46	1,88
Sistema de riego por goteo / manejo integrado	0,49	0,25	1,02
Sistema de riego por aspersión / manejo convencional	0,50	0,32	1,57
Sistema de riego por aspersión / manejo integrado	0,42	0,14	0,99

En el **Cuadro 6** se observa, indiferentemente del manejo en la etapa fenológica categorizada como I, el promedio ponderado de daño es más alto que en la etapa II, esto se debe a que en estados de plántula los daños inducidos por las babosas terrestres se ubican en el grado propuesto como cuatro, si bien es cierto hay poca formación de follaje, éstas cortan las plántulas en la base, causando un daño irreversible y por ende la muerte de la planta, mientras que en la etapa fenológica categorizada como III, hay desarrollo vegetativo y los daños se dan de hojas bajas hacia la parte central.

4.4 DISCUSIÓN

Aspectos tales como la biología, bioecología de las babosas de las babosas terrestres, condiciones ambientales que promueven o favorecen su reproducción y desarrollo, así como el ciclo del cultivo y etapas fenológicas susceptibles son trascendentales de conocer y comprender al momento de establecer un manejo fitosanitario que tenga como meta la reducción en su densidad poblacional. Bajo estas consideraciones, en este estudio se determinó que el manejo integrado implementado en cada finca es estadísticamente diferente ($p < 0,0001$), estos resultados están influenciados desde luego por el sistema de riego en cada una de éstas, dando como resultado diferencias estadísticas ($p < 0,0001$).

Al respecto, en ambas fincas la integración de diferentes tácticas muestra una reducción en la densidad poblacional en comparación al manejo que convencionalmente se realiza (Cuadro 4), un factor que contribuye a estos resultados fue colocar debajo de los sacos humedecidos el metaldehído al 6%, ya que los sacos no solo brindan protección sino también promueven condiciones que en alguna medida pueden favorecer la reproducción y desarrollo de las babosas, además, al colocar debajo de éstos el metaldehído, éste puede prolongar su acción al estar protegido del efecto de la lluvia y rayos solares lo cual le resta efectividad. Estudios realizados por Constantino *et al.*(2010), mencionan que la utilización de sacos de fique son efectivos para la captura de babosas, además al humedecer éstos con una mezcla de cerveza, agua miel de mucilago de café, recubiertos con hojas de plátano se incrementa su captura obteniendo valores hasta 180 babosas por trampa; de igual manera, menciona que el control químico por lo general se realiza con metaldehído, esta sustancia ocasiona pérdida de coordinación muscular y deshidratación en los individuos.

Por su parte, Martínez *et al.* (1994), en sus estudios utilizó trampas de sacos húmedos rociados con cerveza y melaza; Cáceres (citado por Aguirre 2000), menciona que al combinar sacos + un cebo capturó en promedio 65.8 babosas/ trampa, concordando con los datos obtenidos en este estudio, donde la combinación de ambas tácticas fue eficiente para el control de babosas. Además, estudios realizados por Atilio y Reyes (2008) y FAO (2005) indican, que la utilización de trampas combinadas con sustancias químicas demuestra resultados eficientes para el control de babosas en el cultivo de frijol.

Briggs y Henderson (1987), mencionan que la utilización de cebos a base de metaldehído son los que más se utilizan para el control de babosas debido a su fácil disponibilidad y baja toxicidad (500 µg/ babosa), no obstante, South (1992) y Bailey (2002), indican que este tiene repercusiones importantes sobre las poblaciones de algunos carábidos, por su parte Briggs y Henderson (1987), mencionan que en el mercado existen otros molusquicidas, dentro de éstos se encuentran loxinil, tiocarboxime y aldicarb, sin embargo su toxicidad es alta (20 µg/ babosa) lo que sin duda puede alterar la biodiversidad del suelo.

Sobrado *et al.* (1986), demostró que al aplicar metaldehído la densidad poblacional de babosas se reduce en comparación con otros cebos utilizados a base de carbaryl y metaldehído + carbaryl. Briceño (1971), utilizó la mezcla de metaldehído + maíz pilado para controlar babosas, obteniendo un promedio de babosas muertas de 30,3 a las 15 y 19 horas después de la aplicación y 41,3 a las 72 horas. No obstante, Crovetto (1992), indica que la baja eficiencia de los cebos a base de metaldehídos se da porque éstos son fácilmente lavados y destruidos por la humedad del ambiente. Andrews (1985), menciona que de acuerdo al género y especie puede generarse una mayor resistencia, además de que factores tales como la concentración del ingrediente activo, el tamaño de la babosa, la edad y dieta influyen sobre la efectividad de los metaldehídos. Glen *et al.* (1988), mencionan que los molusquicidas no tienen efecto ovicida por lo que solo actúan sobre una parte de la población y por ende su efecto tiende a ser temporal.

En ese sentido, la incorporación de otras alternativas de manejo tal como el uso de microorganismo entomopatógenos, específicamente de hongos del género *Metarhizium* pueden tener un efecto potencial sobre diferentes fases del ciclo de vida de las babosas terrestres; al respecto Costa *et al.* (2011), mencionan que *M. anisopliae* es un enemigo natural de las babosas, no obstante, no existen estudios que evidencien el efecto de *M. anisopliae* sobre la densidad poblacional de babosas terrestres, en este estudio se evaluó el efecto de *M. anisopliae* sobre la población de adultos como parte de un manejo integrado, lamentablemente, no se estudió el comportamiento que exhibían las babosas, lo cual puede brindar información trascendental ya que como parte de los mecanismos de acción en el proceso de infección, *M. anisopliae* no solo puede sintetizar proteasas que degradan el sistema humoral, sino también secreta depsipéptidos cíclicos tales como las destruxinas que causan parálisis así como toxinas que afectan la excreción y capacidad de alimentarse y moverse (Pal *et al.* 2007), lo que finalmente puede causar la muerte en adultos sin que necesariamente se evidencien signos tales como masa micelial sobre el cadáver.

Aunado a lo anterior, *M. anisopliae* puede secretar enzimas extracelulares como las proteasas (Tiago *et al.* 2002), estas enzimas podrían tener un efecto potencial sobre las masas de huevos al degradarlos lo cual directamente incide sobre el ciclo y por ende sobre la densidad poblacional. Al respecto Zare *et al.* (2001), reporta que en sus estudios observaron huevos de *Deroceras reticulatum* y *Deroceras leave* infectados por el hongo *Pochonia chlamydosporia*, por su parte Trevet y Esslemont (Citado por Wilson 2012), mencionan que *Pochonia chlamydosporia* llegó a afectar el 97% de los huevos de *Deroceras reticulatum*.

Además, la aplicación de *M. anisopliae* más extracto de chile-ajo, puede ejercer un efecto sinérgico, según Gimeno (2008), los extractos a base de ajo (*Allium sativum*) son utilizados como repelentes sobre babosas, éste actúa por ingestión provocando trastornos digestivos que reducen el apetito alimentario. Además, tiene efecto sobre el sistema nervioso, provocando una hiperexcitación lo que inhibe el crecimiento de la plaga y en algunos casos la puesta de huevos, en el caso del chile (*Capsicum sp*) presentan un efecto repelente por la presencia de capsaicina y la

dihidrocapsaicina, estas moléculas son las responsables del picor y pugnencia del chile, mismos que en concentraciones muy elevadas no solo son tóxicos sino también inhiben la alimentación de las plagas agrícolas (Eich 2008, López 2003).

Lo anterior explica los resultados obtenidos (Cuadro 4) donde se evidencia que existe un efecto de la integración de las cuatro alternativas (metaldehído al 6%, sacos como método de trampeo y protección, mezcla de *M. anisopliae* + Extracto chile-ajo), así como la aplicación de prácticas culturales dentro de estas la preparación del suelo, ya que mediante se eliminan galerías que forman las babosas, se destruyen los huevos de babosas por la exposición de los mismos al ambiente, France *et al.* (2002) indican que las poblaciones de babosas se ven favorecidas por prácticas de cero labranza, cuantificando en promedio 100 babosas/ m², por su parte, Córdoba y León (2010) demostraron, que las babosas se ven beneficiadas por la labranza mínima, encontrando en promedio poblaciones de 861 individuo en cuatro variedades de lechuga, mientras que en fincas donde se realizó labranza mecanizada se obtuvo en promedio 314 individuos.

Otra práctica que se implementó en este ensayo fue la eliminación de malezas, con esta práctica se eliminan refugios que promueven un ambiente adecuado para que no sólo se dé su reproducción sino también su sobrevivencia, de acuerdo a Urbina (2005), la eliminación de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays*) redujo las poblaciones de babosas debido a la erradicación de alimento lo que afecto su crecimiento y reproducción, Aguirre (2000), menciona que las malezas son fuente de alimento alterno para las babosas.

Otro factor importante, es el tipo de sistema de riego, al respecto, Lagunas (2013) y Córdoba (2009), mencionan que la aplicación de riegos localizados concentra la humedad en la base de las planta, creándose un ambiente idóneo para el desarrollo de los huevos de las babosas y por ende mayor densidad poblacional, esto concuerda con los datos obtenidos en el presente estudio (Cuadro 4), donde en la finca bajo sistema de riego por goteo (FSRG) tanto en el manejo integrado como el convencional la densidad población fue mayor en comparación a la finca bajo sistema de riego por aspersión (FSRA), este resultado pudo deberse a que en la finca bajo sistema de riego

por goteo (FSRG), durante el ciclo del cultivo no se realizan prácticas agronómicas tales como desterrone del suelo, esta práctica incide directamente sobre las masas de huevos por la exposición al sol, además, de la eliminación de galerías formadas por las babosas adultas en los espacios porosos de suelo así como la eliminación de malezas Aguirre (2000), menciona que al eliminar fuentes de refugio y alimento de las babosas se mitiga la población de babosas en los cultivos.

De igual forma la etapa fenológica es un factor importante a considerar, se evidencian diferencias estadísticas ($p < 0.0001$), la etapa categorizada como I y II, son estadísticamente iguales pero diferentes a la etapa III, estos resultados difieren con los obtenidos por Córdoba y León (2010), en donde encontraron que la mayor densidad poblacional de babosas en el cultivo de lechuga se presentó en las etapas II y III. En el Cuadro 5 se observa que, en ambas fincas en la etapa categorizada como I, la densidad poblacional es mayor que en la etapa categorizada como II, incrementándose en la etapa III al menos en la finca bajo sistema de riego por aspersión (FSRA).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el promedio ponderado de daño (Cuadro 6), donde se demuestra que en todos los casos en la etapa categorizada como I, este promedio es mayor que en la etapa II, esto se debe a que el índice de daño en esta etapa es mayor ya que la babosas al alimentarse dañan partes de las plántulas o inclusive cortan éstas en la base del tallo (Figura 1), lo que conduce a un daño irreversible, Quiroz (1992), Sannazzaro *et al.* (2000), IICA (2010) y Jiménez y Rodríguez (2014), mencionan que en el cultivo de frijol el daño provocado por las babosas en estado de plántula es el más crítico, debido a que pueden llegar a consumir en su totalidad el 100% de las plantas y ocasionado grandes pérdidas económicas. Serré (2005), indica que los daños provocados por las babosas en el cultivo de girasol son devastadores, en donde dicha plaga consume el ápice de la planta causando la muerte de la misma; Carmona (2001), indica que las babosas pueden ocasionar pérdidas de 80% del cultivo de girasol.

Posada *et al.* (2001), indica que en la familia de babosas Veronicellidae provoca pérdidas hasta de 15% en plantaciones jóvenes de café. Además, Carrasco *et al.*

(2009), mencionan que las babosas atacan desde el momento de la siembra las semillas de trigo, consumiendo el endospermo de las mismas provocando pérdidas de semillas y disminuyendo la población de plantas.

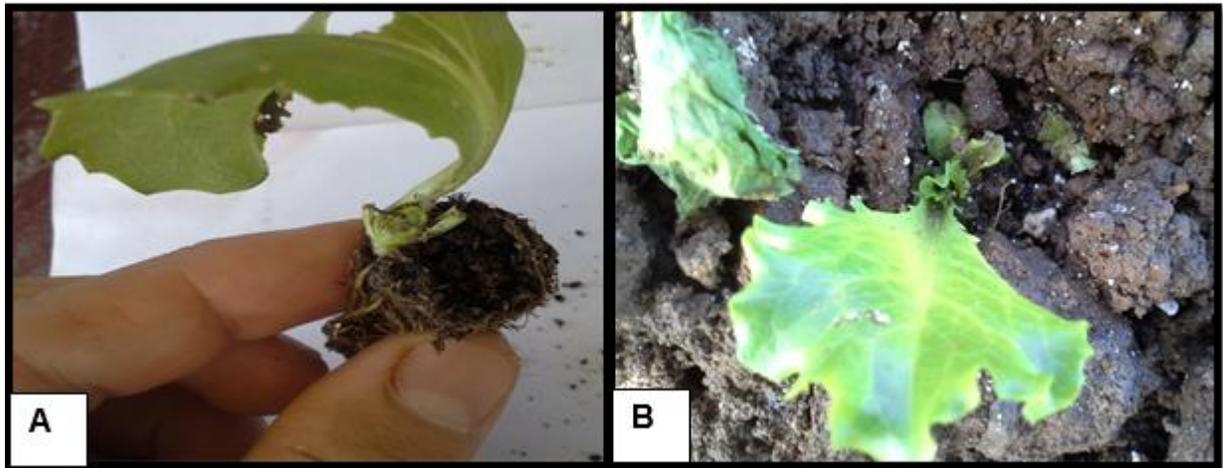


Figura 1. Afectación severa de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L. var Fall Green) ocasionado por babosas terrestres en la finca bajo sistema de riego por goteo con la implementación de un manejo convencional **A.** y un manejo integrado **B.**

En la etapa categorizada como III, los valores en el promedio ponderado de daño se incrementan, en esta etapa no solo las hojas bajas se ven afectadas sino también las partes centrales presentan perforaciones (Figura 2), disminuyendo el aprovechamiento de las mismas para su comercialización, Constantino *et al.* (2010) reporto que las especies de babosas tales como *Colosius pulcher* y *Sarasinula plebeia* no sólo provocan raspados sino también consumen el pericarpio de los granos de café, llegando a obtenerse pérdidas de 76 Kg/Ha/año, además. Escoto (2013), menciona que las babosas se alimentan de las vainas del frijol; Recalde (2008), afirma que las babosas atacan al cultivo de la frutilla y frambuesa, una vez que los frutos estén maduros y causando pérdidas económicas debido a que las frutas dañadas no son comercializables.



Figura 2. Daño ocasionado por babosas terrestres en hojas de lechugas (*Lactuca sativa* L. var Fallgreen) en una finca bajo sistema de riego por aspersión implementando un manejo integrado, siendo visible raspaduras **A** y agujeros **B**.

En enfermedades de tipo biótico al evaluar la severidad, se considera un índice de infección bajo cuando el promedio ponderado de infección es menor a dos. En este caso, si se considera este mismo índice de daño, los promedios ponderados de daño obtenidos son bajos, no obstante, aun cuando se han establecido tres umbrales de acción, a saber,: menos de cuatro babosas/m² no se requiere ninguna acción, de cuatro-seis babosas/m² se requiere acción en el momento de la siembra y cuando sean más de 16 babosas/m² se necesita un tratamiento con molusquicida (FAO 2005), de acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 4) bajo un sistema convencional, sistema de riego por goteo y prácticas culturales deficientes, la densidad poblacional promedio es de 19 babosas, mientras que en la finca bajo sistema de riego por aspersión, manejo convencional e implementación de algunas prácticas culturales la densidad poblacional promedio es de once babosas, de manera tal que en ambos casos, la implementación de un manejo integrado reflejan un manejo eficiente, no obstante, por el tipo de cultivo de consumos fresco y daños indirectos que especies tales como

Sarasinula plebeia Rueda *et al.* (2002) y Hernández (2003), *Deroceras laeve* Maurer *et al* (2002). pueden provocar al ser vectores del nematodo *Angiostrongylus costaricensis*, el cual puede provocar en humanos la enfermedad conocida como Angiostrongilosis abdominal. La Nación (2009), pone en evidencia que el nivel de tolerancia en cuanto a la densidad poblacional de babosas terrestres es cero, no obstante mantener promedios ponderados de daño cercanos a cero en la etapa categorizada como III sería la meta a lograr.

4.5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que;

No se determinó diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica del cultivo de lechuga vrs sistema de riego vrs manejo implementado en cada finca de goteo y aspersión

No se determinó diferencias estadísticas en la interacción etapa fenológica vrs manejo implementado en cada finca.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias estadísticas ($p < 0.0001$) entre el sistema de riego vrs el manejo implementada en cada finca, en ambas fincas el manejo convencional presenta los valores más altos en las densidades poblacionales de babosas terrestre, mientras que bajo un manejo integrado en la finca con sistema de riego por aspersión la densidad población es menor que en la finca con sistema de riego por goteo.

No se obtuvieron diferencias estadísticas entre las etapas fenológicas categorizadas (Etapa I, II y III) y sistema de riego implementado en cada finca (goteo y aspersión)

En la determinación del promedio ponderado de daño mediante la escala diagramática propuesta, los resultados obtenidos son consistente al demostrar que, en

la etapa categorizada como I y III indiferentemente del manejo implementado el índice de daño es mayor que en la etapa II.

De acuerdo al promedio ponderado de daño, los resultados muestran que bajo un manejo integrado este tiende a ser menor, lo que evidencia un efecto del mismo.

4.6 RECOMENDACIONES

Aplicar tácticas indirectas, tales como manejo de suelo, altura de lomillos, eliminación de malezas ya que estas contribuyen a disminuir la formación de galerías, exceso de humedad en el suelo, refugios que promueven la proliferación de las babosas terrestres, así como una menor competencia y efectividad del ingrediente activo sintético.

Evaluar la formulación de cebos, en los cuales tanto el vehículo y el adherente tengan propiedades atrayentes con respecto a la especie (s) que se encuentren en densidades mayores, de manera que la dosis del ingrediente activo a utilizar sea menor.

4.7 LITERATURA CITADA

- Aguirre, L. 2000. Evaluación agroeconómica de tres prácticas para el control de babosa (*Sarasinula plabeia*) en el cultivo del frijol en el Departamento de Olancho, Honduras. Tesis Lic. Escuela Agrícola Panamericana. 46 p.
- Álvarez, M. 2016. Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente Antioqueño. 147 p. ISBN: 978-958-8955-10-0.
- Andrews, K. 1985. Control químico de babosas especialmente la babosa del frijol, *Sarasinula plebleia*. CEIBA. 26(1):90-102.
- Araya, A; Quesada, L; Vargas, H. 2015. Angiostrongilosis abdominal. Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica. (617)711-718. DOI: (617) 711-718.
- Atilio, C; Reyes, C. 2008. Guía técnica para el manejo del cultivo de frijol: Programa granos básicos. 24 p.
- Bailey, S. 2002. Molluscicidal baits for control of terrestrial gastropods. In: Molluscs as Crop Pests. In Barker, G. ed. The biology of terrestrial molluscs. Wallingford, UK: CABI. P 33-54.
- Briceño, A. 1971. Control químico de babosas (Pulmonata: Limacidae) en alcachofa (*Cynara scolimus L*). Revista de la Facultad de Agronomía (Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela) 2(1): 7-15.1972.
- Briggs, G; Henderson, F. 1987. Some Factors affecting the toxicity of poison to the slug *Deroceras reticulatum* (Müller) (Pulmonata: Limacidae). Butterworth & Co. 6:341-346.
- Briones, M. 2007. Guía práctica para la exportación de Lechuga a Estado Unidos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 11 p
- Carmona, D. 2001. Plagas emergentes en siembra directa. Revista visión Rural. 3 p.
- Carrasco, N; Báez, A; Belmonte, M. 2009. Trigo: Manual de Campo. INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 82 p.

- Constantino, L; Gomes, S; Benavides, P. 2010. Descripción y daños causados por las babosas *Colosius pulcher* y *Sarasinula plebeia* en el cultivo de café en Colombia. Centro Nacional de investigación de Café (CENICAFE).8 p. ISSN: 0120-0178.
- Córdoba, C; León, T. 2010. Efecto del manejo agroecológico y convencional sobre la fluctuación de babosa en cultivos de lechuga en Tenjo, Cundinamarca (Colombia). Acta Biológica Colombiana. 15(1):115-128.
- Córdoba, M. 2009. Predicción de plagas de gasterópodos terrestres en Galicia. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 450 p.
- Costa, G; Diestre, M; Figueras, S. 2011. Control biológico: introducción de una especie alcotana para el control de plagas Universidad Autónoma de Barcelona. 68 p.
- Crovetto, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo: una introducción a la cero labranza. Santiago. Chile. 301 p.
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; Gonzalez, L.; Tablada, M; Robledo, C. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Eich. E. 2008. Solanaceae and Convolvulaceae: Secondary metabolites: Biosynthesis Chemotaxonomy, Biological and Economic Significance. Springer Science & Business Media. 637 p. ISBN: 3540745416, 9783540745419.
- Escoto, D. 2011. El cultivo del frijol. Tegucigalpa, Honduras. 44 p. Disponible en línea: <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>
- FAO (Organización de las naciones unidad para la agricultura y la alimentación). 2005. Manejo integrado para la babosa en frijol. Honduras. 12 p.
- France, A; Gerding, M; Céspedes, C; Cortez, M. 2002. Control de babosas (*Deroceras reticulatum*) con *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (Nematoda: Rhabditidae) en suelos con sistemas de cero labranza. Scielo Chile. 62 (2):181-190. DOI: 10.4067/S0365-28072002000200001.

- Gimeno, J. 2008. El uso del ajo como repelente en plagas de insectos y como control de enfermedades criptogámicas.
- Giraldo, G. 2003. Manejo integrado de plagas-MIP. Proyecto comunidades y cuencas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 19 p.
- Henderson, I; Triebkorn, R. 2002 Chemical control in terrestrial gastropods. In Barker, G. ed. The biology of terrestrial molluscs. Wallingford, UK: CABI. P 1-31.
- Hernández, C. 2003. Epidemiología de Angiostrongilosis en pacientes con diagnóstico de perforación intestinal y apendicitis aguda en los hospitales general San Juan de Dios y Roosevelt. SENACYT. Guatemala.
- Hollingsworth, R; Armstrong, J; Campbell, E. 2002. Caffeine as a repellent for slugs and snails. Nature Publishing Group. 417:915-916.
- Iglesias, J. y Speiser, B. 2001. Consumption rate and susceptibility to parasitic nematodes and chemical molluscicides of the pest slugs *Arion hortensis* s.s. and *A. distinctus*. Journal of Pest Science. 74:159-166.
- IICA (Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura). 2010. Plagas del frijol en Centroamérica. Nicaragua. 48 p. ISBN: 13 978 92- 9248- 264-0.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica). 2016. Condiciones meteorológicas, San Isidro del Guarco. Estación automática del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Cartago.
- Jiménez, E; Rodríguez, O. 2014. Insectos plagas de cultivos en Nicaragua. ed UNA. 226 p. ISBN 978-99924-1-029-5.
- La Nación. 2009. Parásito transmitido por babosas enferma de gravedad a 42 niños (en línea). San José, Costa Rica. Grupo Nación GN, S. A. Consultado el 20 abr. 2014. En línea: http://www.nacion.com/ln_ee/2009/febrero/01/pais1860555.html

- Lagunas, A. 2013. Evaluación del manejo de riego por medio de sensores de humedad del suelo en el cultivo de tomate para la industria. Ing. Universidad pública de Navarra. 74 p
- López, G. 2003. Chilli: La especia del nuevo mundo. Rev Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. p 66-75
- Martínez, W; Bohorquez, L; Acosta, A. 1994. Determinación taxonómica de cinco grupos de babosas y estudio del ciclo de vida del grupo predominante en un cultivo comercial de *Alstroemeria* de Madrid- Cundinamarca. Agronomía Colombiana. 11(1): 53-61.
- Maurer, R. Graeff, C. Thomé, J. Chiaradia, L. Sugaya, H. Yoshimura, K. 2002. Natural infection of *Deroceras laeve* (mollusca: gastropoda) with metastrongylid larvae in a transmission focus of abdominal angiostrongilosis. Revista Inst. Med. Trop. S. Paulo. 44(1):53-54.
- Pal, S; Leger, S; Wu, L. 2007. Fungal peptide destruxin A plays a specific role in suppressing the innate immune response in *Drosophila melanogaster*. The Journal of Biological Chemistry. DOI:282:8969-8977
- Port, G; Ester, A. 2002. Gastropoda as pests in vegetable and ornamental crops in western Europe. En: Molluscs as Crop Pests. In Barker, G. ed. The biology of terrestrial molluscs. Wallingford, UK: CABI. p 337-351
- Posada, F; Cárdenas, R; Arcilla, J; Gil, F; Mejía, G. 2001. Las babosas causantes del anillado del tallo del cafeto. CENICAFE. 289 p.
- Quiroz, J. 1992. Influencia de la labranza y cultivo de coberturas sobre la incidencia de plagas en los cultivos de maíz y frijol en relevo. ING. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 83 p.
- Recalde, J. 2008. Guía de reconocimiento de animales perjudiciales en cultivos frutales. Argentina. p. 52-53.

- Redbond, M. 2003. Slugs and Snails. The Royal Society of Chemistry. 213-215 p. DOI: 10.1039/b311462g.
- Richards, E; Demarzo, D; Port, G; Dani, M; Walters, K. 2008. Effects of nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* and of venom from the endoparasitic wasp *Pimpla hypochondriaca* on survival and food consumption of the pest slug *Deroceras reticulatum*; implications for novel biocontrol strategies. Pest management Science. 64: 711-719. DOI: 10.1002/ps.1546.
- Rueda, A. Caballero, R. Kaminsky, R. Andrews, K. 2002. Vaginulidae in Central America, with Emphasis on the Bean Slug *Sarasinula plebeia* (Fischer). Molluscs as Crop Pests. CAB International.
- Sannazzaro, A; Oliveira, S y Wutke, E. 2000. Danos causados por lesmas (*Sarasinula plebeia* Fischer) em cultivares de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Brasil. 67: 271-274
- Serré, M. 2005. Manejo de babosas en el cultivo de girasol en siembra directa. Argentina. 6 p.
- Sobrado, C; Lastres, L; Andrews, K; Rueda, A; Herrera, J. 1986. Efecto de dos ingredientes activos en cebos para el control de babosas de frijol *Sarasinula plebeia*. San Salvador. p 23-45.
- South, A. 1992. Terrestrial Slugs. Biology, Ecology and Control. Chapman & Hall. Londres. 428 p.
- Speiser, B; Zaller, J; Neudecker, A. 2001. Size-specific susceptibility of the pest slug *Deroceras reticulatum* and *Arion lusitanicus* to the nematode biocontrol agent *Phasmarhabditis hermaphrodita*. Kluwer Academic Publishers. 46:311-320 DOI: 10.1023/A:1011469730322
- Tiago, V., Fungaro, M., Furlaneto, M. 2002. Cuticle-degrading proteases from the entomopathogen *Metarhizium flavoviride* and their distribution in secreted and intracellular fractions. Letters in Applied Microbiology. 34:91-94.

- Urbina, M. 2005. Principales plagas de los granos básicos. Universidad Católica agropecuaria del trópico seco. Nicaragua. 37 p.
- Watkins, R; Mosson, H; Gurney, J; Cowan, D; Edwards, J. 1996. Cinnamic acid derivatives: novel repellent dressing for the protection of wheat seed against damage by the field slug, *Deroceras reticulatum*. Published Elsevier Science. 15(1):77-83. DOI: 0261-2194(95)00116-6.
- Wilson, M. 2012. Pathogens and parasites of terrestrial molluscs. In Lacey, L. Manual of techniques in invertebrate pathology. Academic Press. p 427- 439 ISBN: 9780123868992.
- Zare, R; Gams; W. Evans, H. 2001. A revision of *Verticillium section postrata* V. The genus *Pochonia*, with notes on *Rotiferophthora*. Nova Hedwigia. 73 (1-2): 51-86. DOI: 0029-5035/01/00730051.
- Zúñiga, S; Cardona, V; Alvarado, D. 1983. Angiostrongilosis abdominal. Rev. Medica Hondureña. 51:184-192.