

**EFFECTO LETAL Y SUBLETAL DEL CALDO
SULFOCÁLCICO PARA EL CONTROL DE
Deroceras reticulatum (GASTROPODA:
AGRIOLIMACIDAE)**

Federico Ocampo Escudero

Juan Camilo López Ospina

Universidad de Caldas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Manizales, Colombia
2023

**EFFECTO LETAL Y SUBLETAL DEL CALDO SULFOCÁLCICO PARA EL
CONTROL DE *Deroceras reticulatum* (GASTROPODA:
AGRIOLIMACIDAE)**

Federico Ocampo Escudero

Juan Camilo López Ospina

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Agrónomo

Director:

Alberto Soto Giraldo I.A., M.Sc., Ph.D

Universidad de Caldas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Ingeniería Agronómica
Manizales, Caldas
2023

Dedicatoria

A Dios por darnos la fortaleza para no desistir y a nuestras familias por ser pilar fundamental en nuestra construcción como personas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a nuestras familias quienes nos acompañaron y apoyaron durante todo nuestro proceso formativo brindándonos un soporte en sus diversas formas, sobre todo emocional, que en momentos de dificultad fueron fuente de fortaleza para superar cualquier situación.

De igual forma agradecemos a nuestra alma mater y a todos y cada uno de los profesionales que la conforman, en especial a aquellos profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias que sembraron en nosotros la semilla del conocimiento y a reconocer en el agro el potencial que se merece en nuestra región y país.

TABLA DE CONTENIDO:

RESUMEN	7
1. Introducción.....	9
2. Objetivos	17
Objetivo General:	17
Objetivos específicos:	17
3. Antecedentes	18
4. Materiales y métodos	24
5. Resultados y discusión.....	28
Dosis Letal:	28
Dosis subletal:	30
Análisis estadístico:	33
6. Conclusiones.....	35
7. Recomendaciones.....	36
8. Referencias	37

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICAS

FIGURAS:

Figura 1. Biología y ciclo de vida de la babosa de campo gris (<i>Deroceras reticulatum</i>). Fuente: OSU - College of Agricultural Sciences (2022)	11
Figura 2. A. Morfología externa de una babosa. B. Aparato reproductor. Fuente: Salazar y Granados (2014).	12
Figura 3. Establecimiento de las babosas. A: Vasos plásticos con tierra. B: Recolección de babosas. Fuente: Ocampo y López (2022).	24
Figura 4. Caldo sulfocálcico. A: Preparación del producto. B: Medición de los grados Baumé. Fuente:(García, 2017).	25
Figura 5. Montaje del experimento. A: Babosas recolectadas. B: Aplicación de los tratamientos. C: Unidades experimentales. Fuente: Ocampo y López (2022).	26

TABLAS:

Tabla 1. Molusquicidas permitidos en Colombia por el ICA (modificado de ICA, 2022)..	14
Tabla 2. Concentraciones utilizadas en el bioensayo preliminar.	27
Tabla 3. Concentraciones utilizadas en el bioensayo final.	27
Tabla 4. Análisis Probit de DL50 y DL95.	33

GRÁFICAS:

Gráfica 1. Dosis efectiva media preliminar en el tiempo.....	28
Gráfica 2. Porcentaje de mortalidad de las babosas en la dosis letal.....	29
Gráfica 3. Dosis efectiva media final en el tiempo.....	30
Gráfica 4. Porcentaje de mortalidad de las babosas en la dosis sub letal evaluada a las A 24, B 48, C 72, D96, E 120 y F 144 horas después de la aplicación.....	32

RESUMEN

Las babosas son moluscos que se presentan en diversas latitudes teniendo preferencia por los pisos térmicos húmedos y templados, allí pueden ocasionar daños en diferentes cultivos, sobre todo sintiéndose atraída por aquellos con gran área foliar como algunas hortalizas. El manejo convencional de esta plaga se ha basado en el uso de moléculas sintéticas de gran residualidad en el ambiente, tendiendo a disminuir los enemigos naturales tanto de babosas como de otras plagas. El objetivo principal de este trabajo fue establecer el efecto letal y subletal del caldo sulfocálcico como alternativa para el control de *Deroceras reticulatum*. Se preparó el caldo sulfocálcico con una densidad de 31,5° Baumé y se realizaron 2 bioensayos, para la dosis letal se midieron las concentraciones 0,5; 1,5; 2,5; 4%, más el testigo. Para las dosis subletales las dosis evaluadas fueron 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 2,9; 3,0; 3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,5%. Los resultados evidenciaron que el caldo sulfocálcico presentó efecto insecticida sobre las babosas, debido a que los mayores porcentajes de mortalidad se obtuvieron para la dosis letal a los tres días después de la aplicación y para la dosis subletal a los seis días después de la aplicación; la dosis subletal (DL₅₀) y letal (DL₉₅) fueron 3,13 % y 3,6 %, respectivamente. Como conclusión se pudieron determinar las dosis letales y subletales del caldo sulfocálcico para el manejo de *Deroceras reticulatum* en condiciones de laboratorio.

Palabras clave: control alternativo, manejo integrado de plagas, caldo sulfocálcico, molusco.

ABSTRACT

Slugs are mollusks that occur in various latitudes, preferring humid and temperate climatic zones. They can cause damage to different crops, especially those with large leaf surfaces such as certain vegetables. Conventional management of this pest has relied on the use of synthetic molecules with long persistence in the environment, which tends to reduce both natural enemies of slugs and other pests. The main objective of this study was to establish the lethal and sublethal effect of calcium polysulfide solution as an alternative for the control of *Deroceras reticulatum*. The calcium polysulfide solution was prepared at a density of 31.5° Baumé, and two bioassays were conducted. For the lethal dose, concentrations of 0.5%, 1.5%, 2.5%, and 4% were measured, in addition to a control. For the sublethal doses, the evaluated doses were 2.5%, 2.6%, 2.7%, 2.8%, 2.9%, 3.0%, 3.1%, 3.2%, 3.3%, 3.4%, and 3.5%. The results showed that the calcium polysulfide solution had an insecticidal effect on the slugs, as higher mortality percentages were obtained for the lethal dose three days after application, and for the sublethal dose six days after application. The sublethal dose (LD₅₀) and lethal dose (LD₉₅) were determined to be 3.13% and 3.6%, respectively. In conclusion, the lethal and sublethal doses of calcium polysulfide solution for the management of *Deroceras reticulatum* under laboratory conditions were determined.

Key words: alternative control, integrated pest management, sulfocalcic broth, mollusks.

1. Introducción

Los moluscos son plagas comunes en los sistemas de cultivo de clima templado en todo el mundo. La babosa de campo gris, *Deroceras reticulatum* (Gastropoda; Agriolimacidae), es actualmente la plaga de moluscos de mayor distribución, habiéndose introducido accidentalmente, llegando a regiones montañosas del neotrópico en el siglo XIX y más tarde se estableció en Asia, América del Norte y del Sur, Australia y Nueva Zelanda (Anderson, 2015; Matthew, 2019). Las babosas tienen el potencial de dañar seriamente los cultivos y reducir los rendimientos; se han empleado varias técnicas de control biológico y químico para erradicar esta plaga, sin embargo, pueden ser costosas y tener un impacto adverso sobre el medio ambiente. Para controlar las babosas en los cultivos se requieren alternativas más ecológicas y eficientes.

La babosa es un herbívoro extremadamente generalista y, en consecuencia, daña una amplia gama de cultivos, incluidos el trigo, la cebada, la avena, las papas y la colza y muchos cultivos de frutas y hortalizas (Wilson, 2015). Estos moluscos causan daño al follaje, tubérculos y raíces de las plantas; la alta humedad del suelo y el alto contenido de materia orgánica, la baja luminosidad y la alta densidad de siembra favorecen sus poblaciones, así como la presencia de arvenses. Su actividad es casi enteramente nocturna y su presencia se nota por los caminos que dejan en las plantas o en el suelo al desplazarse. Las babosas atacan la mayoría de las hortalizas principalmente repollo, coliflor, lechuga, espinacas y acelgas (Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas, 2012).

Según el CABI (Centro Internacional de Biociencias Agrícolas), *D. reticulatum* se ubica en el siguiente árbol taxonómico:

Dominio: Eucariota
Reino: Metazoos
Filo: Moluscos
Clase: Gasterópodos
Subclase: Pulmonata
Orden: Estilomatófora
Suborden: Sigmurethra
Superfamilia: Limacoidea
Familia: Agriolimacidae
Género: Deroceras
Especie: *Deroceras reticulatum*

D. reticulatum es un molusco de tamaño medio, pudiendo alcanzar los 45 mm de largo, su pared corporal está recubierta de tubérculos bien marcados, el escudo ocupa 1/3 de la longitud del cuerpo, es de color castaño claro o gris amarillento y muestra un reticulado negro que en el escudo está representado por manchas aisladas. La suela media es tripartita, de color gris claro, y el moco corporal es blanco y muy lechoso, como se aprecia en la Figura 1 (Beiras, 2002; González, 2020). Son especies hermafroditas, naciendo con partes masculinas y femeninas, pudiendo darse la autofertilización. Alcanzan su etapa madura entre los 5 y 6 meses y pesan aproximadamente 300 mg (OSU, 2022). En la Figura 2 se aprecia la morfología externa de *D. reticulatum* y su aparato reproductor hermafrodita.



Figura 1. Biología y ciclo de vida de la babosa de campo gris (*Deroceras reticulatum*).
 Fuente: OSU - College of Agricultural Sciences (2022)

Las hembras depositan sus huevos en lugares húmedos y ricos en materia orgánica, bajo la hojarasca, desechos, piedras o terrones. Ponen grupos de 20 a 100 huevos pegados con una cubierta mucosa, el período de incubación varía de 24 - 30 días a varios meses bajo condiciones secas no favorables, contando con un ciclo de vida de aproximadamente 12 meses. Estos huevos son perlados y traslúcidos una vez puestos, a medida que maduran se tornan blancos (Moya, 2012; OSU, 2022). Los juveniles en principio son transparentes y van adquiriendo una coloración más oscura a medida que crecen y se alimentan, siendo muy similares a las formas adultas, pero en tamaño reducido, viéndose favorecidos por

bajas temperaturas y humedades relativas altas, puesto que si el clima es muy cálido estarán (estado de reposo) bajo la tierra (Capinera, 2020).

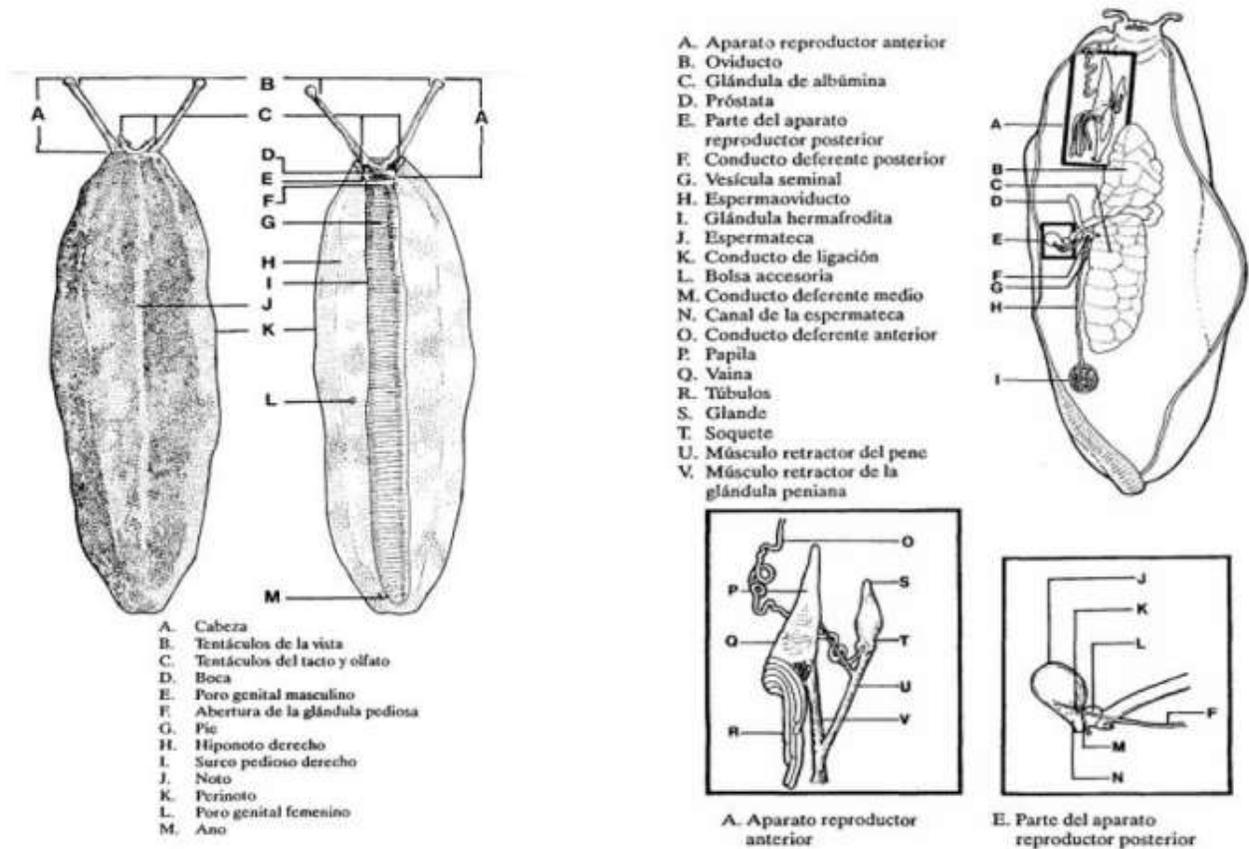


Figura 2. A. Morfología externa de una babosa. B. Aparato reproductor. Fuente: Salazar y Granados (2014).

En cuanto a su hábitat, *D. reticulatum* prefiere los pastizales, los cultivos de todo tipo con preferencia por hortalizas y también se halla en jardines, pudiendo encontrarse en casi cualquier hábitat, exceptuando las zonas áridas, y por supuesto los bosques son su hábitat natural.

Los diferentes moluscos son causantes de pérdidas económicas en producciones tanto bajo cubierta como a libre exposición ya que afectan el área foliar y los frutos, perdiendo el valor comercial (González, 2020). En Norteamérica, los gasterópodos

plagas llegan a tener impactos negativos en el rendimiento de los cultivos, llegando incluso a bajar los rendimientos entre un 40% y hasta un 100% en condiciones de alta precipitación (Schurkman, 2021). En Europa Central ataca principalmente cultivos de trigo, cebada, colza, papa y remolacha azucarera causando graves pérdidas. En Inglaterra y Nueva Zelanda es una plaga clave interfiriendo en el establecimiento de pastos recién sembrados (CABI, 2019). Para el caso colombiano aún faltan investigaciones que indaguen en las pérdidas económicas que pueden llegar a generar las babosas plaga, dentro de estas pocas, se encuentra el estudio realizado por Gonzales y colaboradores (2020) donde encontraron que en un cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa*, Duch) en Pamplona, se dieron pérdidas de hasta 50.000.000 COP por hectárea. El surgimiento de prácticas agrícolas nuevas y más sostenibles, como la siembra directa, la labranza reducida y los cultivos de cobertura, han promovido un incremento en sus densidades poblacionales y daños en campos cultivados y jardines (Jaffuel, 2019)

Tradicionalmente, las babosas se controlan mediante el uso de gránulos de cebo que contienen fosfato de hierro quelado, metiocarb o metaldehído . Estas sustancias se mezclan con aditivos que atraen a las babosas y, después del contacto, hacen que dejen de alimentarse y finalmente mueran. (Geoffrey Jaffuel, 2019). Por su parte el metaldehído, es la principal molécula en el control de moluscos, encontrándose comercialmente en concentraciones entre 4% y 5%, ingresando al organismo de las babosas por contacto con el tegumento o por alimentación (Salvio, 2022). Se ha usado para este fin desde la década de 1940 y se encuentra clasificado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) como una molécula “moderadamente peligrosa”. En términos ambientales y debido a la naturaleza del metaldehído, este es bastante móvil en el suelo, lo que le permite infiltrarse con facilidad en el perfil del suelo llegando a desagües y aguas superficiales, convirtiéndose en un contaminante del recurso hídrico (Castle, 2017)

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario, órgano encargado del área sanitaria y fitosanitaria agropecuaria, presenta 4 productos comerciales permitidos en el Registro Nacional de Plaguicidas con concentraciones entre 3% y 7%:

Productos permitidos por el ICA para el manejo de Moluscos			
Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Concentración	Categoría Toxicológica
BABOXA SB	METALDEHIDO	3%	III
MOLUSQUICIDA ACAY 5% GR	METALDEHIDO	5%	III
BABOSTOP	METALDEHIDO	7%	III
HELIX 7% AB	METALDEHIDO	7%	III

Tabla 1. Molusquicidas permitidos en Colombia por el ICA (modificado de ICA, 2022)

Por su parte, uno de los cinco principios para una Alimentación y una Agricultura sostenible según la FAO es la conservación, protección y mejoramiento de los ecosistemas naturales. En torno a estas perspectivas, se ha venido desarrollando formas alternativas de manejar las poblaciones de insectos que causan daños económicos sobre los cultivos buscando siempre mantener estas poblaciones por debajo de umbrales económicos y ecológicos que no afectan la rentabilidad de la actividad agrícola ni el equilibrio ecológico del ambiente (FAO, 2020).

Con el uso de químicos en los países en vías de desarrollo, existe una amplia aplicación de plaguicidas en el cultivo de granos, hortalizas y frutas en busca de una mayor productividad (Kumari, 2019). La modernización de la agricultura trajo un nuevo parámetro en las relaciones laborales, en el uso sustentable de la tierra y, en consecuencia, en su producción y comercialización. Estos cambios se dieron debido al nuevo nivel aplicado por el mercado consumidor, más exigente en productos de calidad y sin el uso de aditivos agroquímicos. En este escenario, el agricultor familiar gana cada vez más espacio y credibilidad en la producción de

productos orgánicos y la oportunidad de comercializar sus productos con mayor valor agregado (Borile, 2016).

El Caldo sulfocálcico es un fitoprotector obtenido mediante el tratamiento térmico del azufre y la cal, fue formulado por primera vez en el siglo XIX y es uno de los fungicidas más antiguos (McCallan, 1967). Además de tener un efecto comprobado como fungicida, está certificado como plaguicida aceptable por la mayoría de asociaciones de productores orgánicos (Smilanick & Sorenson, 2001). Otro beneficio en cuanto a este fitoprotector es su facilidad para producirlo a nivel de finca, por lo cual se considera una alternativa práctica a la hora de realizar un manejo integrado.

El efecto tóxico del caldo se da por la reacción que ocurre entre el gas carbónico y los compuestos del producto que al aplicarse a la planta dan como resultado gas sulfhídrico y azufre coloidal (Abbot, 1945).

Restrepo y colaboradores (2017) obtuvieron la dosis letal y subletal en concentraciones de 0,57 y 0,38% respectivamente, usando caldo sulfocálcico a 29° Baumé, sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae).

Peña y Colaboradores (2013), evaluaron la actividad insecticida del caldo sulfocálcico y otros insecticidas no convencionales para el control de *Aphis gossypii* Glover en frijol y determinaron que para este primero las concentraciones para una mortalidad del 95% no fueron superiores a 0.64%.

En el control de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae), Villegas y colaboradores (2019) encontraron que aplicando caldo sulfocálcico preparado con extracto de tabaco (*Nicotiana* sp.) a una concentración del 75%, se obtuvieron resultados superiores de mortalidad en comparación con otros productos. Para el control de garrapatas (*Argasidae* sp.) en bovinos, Rivera (2014) evaluó el caldo

sulfocálcico en una concentración del 20% obteniendo mortalidades similares a aplicaciones de cipermetrina a razón de 3 ml/L.

Fajardo y colaboradores (2013) hallaron que la dosis letal y dosis subletal de caldo sulfocálcico para poblaciones de mosca blanca *Trialeurodes vaporarorium* (Hemiptera: Aleyrodidae) fueron de 1,3% y 0,40% respectivamente. Soto (2010) evaluó el efecto de letal y subletal de productos alternativos para el control del ácaro *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae), usando entre ellos caldo sulfocálcico a concentraciones de 1% y 0,6%, obteniendo un 98% de mortalidad. Cabrera (2018) establecieron la DL_{95} y DL_{50} del caldo sulfocálcico en 7,1% y 2,2% para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae).

El presente estudio tuvo como objetivo establecer la dosis letal y subletal del caldo sulfocálcico para el manejo de *D. reticulatum* en condiciones de laboratorio. Según la Organización Mundial de la Salud (2009), "la DL_{50} es la dosis de una sustancia que causa mortalidad al 50% de un grupo de animales de prueba después de una exposición única, y es una medida de la toxicidad aguda. La SD_{50} (dosis subletal 50) es la dosis de una sustancia que produce un efecto no mortal en el 50% de los animales de prueba después de una sola exposición" (OMS, 2009).

Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establece que, la determinación de la DL_{50} y la SD_{50} de los plaguicidas es importante para evaluar su toxicidad aguda y crónica, respectivamente. La toxicidad aguda se relaciona con los efectos inmediatos, mientras que la toxicidad crónica se relaciona con los efectos a largo plazo, tales como los efectos en la reproducción y el crecimiento (FAO, 2007).

2. Objetivos

Objetivo General:

- Evaluar el efecto del caldo sulfocálcico como alternativa para el manejo de *Deroceras reticulatum* bajo condiciones de laboratorio.

Objetivos específicos:

- Determinar la dosis letal del caldo sulfocálcico para el control de *D. reticulatum*.
- Determinar la dosis subletal de caldo sulfocálcico para el control de *D. reticulatum*.

3. Antecedentes

El manejo alternativo de las babosas plaga en los cultivos es un tema relativamente nuevo y que viene en auge, ya que urge la necesidad de incluir dentro de un manejo integrado de plagas productos con baja residualidad y bajo impacto en otros organismos y microorganismos presentes en el suelo y en el ambiente. Un método que ha resultado promisorio ha sido el uso de caldo sulfocálcico, también llamado polisulfuro de calcio, para el control de diversas plagas agrícolas en los sistemas productivos. Según Scalco et al. (2019), las características de producción y distribución de los productos orgánicos y convencionales son similares, sin embargo, los productos orgánicos han venido demostrando ser importantes a lo largo de los años, ya que son más rentables, especialmente para los pequeños productores.

Rivera et al. (2014) evaluaron la acción de diferentes insecticidas y de caldo sulfocálcico al 20% para el control de garrapatas (*Argasidae* sp) eliminando el 89% de los individuos sometidos al tratamiento.

En investigaciones realizadas por Villegas et al. (2019) encontraron la mayor mortalidad de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) a las 24 horas después de la aplicación en dosis del 75% de caldo sulfocálcico más extracto de tabaco.

Cuadros (2018) evaluó el efecto del caldo sulfocálcico en araña roja (*Panonychus citri* McGregor) en el cultivo de mandarina (*Citrus reticulata*), obteniendo la reducción de al menos 1 adulto + ninfa viva/hoja de araña roja usando una dosis de 20 ml/L.

Soto y Cardona (2022) hallaron la dosis letal y subletal del caldo sulfocálcico sobre *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae), garrapata que ataca al ganado vacuno

en pasturas, encontrando la DL₅₀ en 1.05% y la DL₉₅ en 1.35% de concentración v/v.

En cultivos forestales, Thomas (2011), aplicando caldo sulfocálcico al 3%, disminuyó en un 50% el daño ocasionado por el coleóptero taladrillo (*Megaplatypus mutatus*).

En experimentos realizados por Vacacela et al. (2019) en laboratorio, el caldo sulfocálcico mostró un efecto negativo sobre la oviposición y viabilidad de los huevos de los ácaros *T. urticae*, el menor número de huevos se observó en las hembras de *T. urticae* en discos de hojas rociados con caldo sulfocálcico al 2%. Estas hembras ovipositaron un promedio de $4,56 \pm 0,28$ huevos por día, lo que representa una reducción del 36% en relación al número de huevos producidos por las hembras no sometidas a tratamiento. Además, se observó que el efecto repelente del caldo sulfocálcico, a una concentración del 2%, influía en la elección de las zonas tratadas con él, demostrándose el resultado positivo en el control.

En un experimento realizado en laboratorio e invernadero por Tuelher et al. (2014), con plantas de café, confirmaron que el caldo sulfocálcico era tóxico para el ácaro rojo del café *Oligonychus ilicis*, encontraron que la población expuesta a éste producto mostró valores negativos a una concentración de 0,26%, lo que equivale a CL₇₅ estimado por el bioensayo agudo (letal). Para aspersiones realizadas en invernadero, el tiempo de control contra *O. ilicis* fue afectado significativamente por la efectividad del caldo sulfocálcico y superó el 90% de mortalidad hasta siete días después de la aplicación, disminuyendo al 83% el día 14.

En un estudio realizado por Alves et al. (2018) se observó que el azufre calcáreo puede interferir directamente con el ácaro *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). El caldo sulfocálcico tuvo un efecto letal significativo en el 69% de mortalidad de adultos y el 22% de mortalidad de huevos.

Belón et al. (2014) realizaron un experimento en laboratorio evaluando la eficiencia del caldo sulfocálcico para controlar a la chinche de encaje *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae), una de las plagas que causa daños al cultivo de yuca. Se realizaron aspersiones a una concentración del 2%, causando mortalidad del 54,4% en ninfas y para adultos del 29,20%.

Andreazza et al. (2018) realizaron pruebas en laboratorio para el control de la mosca *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) en el cultivo de fresa. El estudio demostró que el caldo sulfocálcico a una densidad de 32° Baumé fue eficiente para el control de adultos; la CL₅₀ fue 2,66%. Los autores observaron una reducción en la oviposición del artrópodo a una concentración del 3% del producto, sin ocasionar efectos fitotóxicos en el cultivo.

Silva et al. (2015) demostraron que el caldo sulfocálcico al 0,18% de concentración fue selectivo al controlador biológico *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). El producto no afectó la emergencia de éste parasitoide, lo que demuestra la compatibilidad que presenta el caldo sulfocálcico con los agentes de control biológico.

Watz y Nyqvist (2021) encontraron que se ejerció un control del 50% de las babosas (*Arion vulgaris*) en plantas de fresa sembradas en materas, cuando se realizó una aplicación de silicato de sodio (vidrio soluble).

En investigaciones realizadas por Cruz y San Martín (2013) encontraron que con extractos de las plantas *Gleditsia amorphoides*, *Camellia oleifera* y *Quillaja saponaria*, las cuales presentan altos contenidos de saponinas, se obtuvo mortalidad por encima del 80% cuando se usaron concentraciones entre el 1% y el 4% de dichas plantas.

Por su parte, Wood (2012) evaluó el efecto anti alimentario del extracto de las hojas jóvenes de zarzamora (*Rubus ulmifolius*) rico en 2-heptanol sobre la babosa del banano (*Ariolimax columbianus* (Gould)) el cual inhibió su alimentación.

Wood y Ligare (2008) evaluaron el aldehído (2 *E*, 6 *Z*)-2,6-Nonadienal, extraído de la planta *Tolmiea menziesii* (Pursh), como antialimentario de la babosa plaga *Ariolimax columbianus* en cultivos de lechuga, encontrando que el total de babosas rechazaron la lechuga tratada con el producto a una dosis de 46 µg (microgramos).

En la investigación de O'Reilly et al. (2006), evaluaron diferentes variedades de plantas de la familia *Pinus sylvestris*, usando plántulas y adicionando babosas (*Arion ater*) en cada tratamiento, se concluyó que las especies que tenían una mayor concentración del terpeno α -pineno, sufrieron menos ataques que las especies ricas en otros terpenos.

Otra alternativa para el manejo de los moluscos ha sido el uso de controladores biológicos. Mc Donnell et al. (2020) evaluaron 4 especies de nemátodos parásitos del género *Phasmarhabditis* (Nematoda: Rhabditidae) sobre babosas (*Deroceras reticulatum*) y la especie que mayor letalidad ejerció fue *P. papillosa*. Por su parte Rae (2009) evaluó la aplicación del nemátodo parásito de babosas *Phasmarhabditis hermaphrodita*, y encontró que con tres aplicaciones en dosis 3000 juveniles por planta, dirigidos a la raíz del repollo, controló eficientemente las babosas *Deroceras reticulatum* y *Arion ater*.

Ahmed et al. (2019) evaluaron la dieta de *Tetanocera elata* (Diptera: Sciomyzidae), conocido por ser parasitoide de babosas; los autores concluyeron que los moluscos previamente inoculados con el nemátodo *P. hermaphrodita*, fueron preferidos por el controlador biológico *T. elata* para ser parasitados.

Nash et al. (2008) realizaron pruebas para evaluar el control que ejercía el controlador biológico *Notonomus gravis* (Chaudoir) (Coleoptera: Carabidae),

concluyendo que puede ser un método efectivo de control de babosas *D. reticulatum* integrándose con otros controladores biológicos.

Mendez (2019) evaluó el uso de tierra de diatomeas en dosis de 1,2 y 4 kg/ha y cal agrícola a 2 kg/ha, sobre el molusco *Arion distinctus*, sin hallar diferencias significativas entre los tratamientos, pero considerando promisorio el uso de ambos productos.

Se han utilizado algunas prácticas culturales y de nutrición para el manejo de las babosas en diferentes especies cultivadas, Dively y Patton (2022) encontraron que soluciones de nitrógeno a base de urea aplicadas al voleo durante la noche proporcionaron resultados efectivos para el control de babosas.

Griffin et al. (2015) realizaron experimentos con plántulas de trigo a las que se les suministro Silicio, lo que disminuyó considerablemente los ataques de las babosas *Deroceras reticulatum* en las hojas del trigo.

Gebauer (2002), evaluó la preferencia de babosas por una dieta, con tratamientos con semillas de maíz, guisantes y trigo, encontrando que había una mayor actividad alimenticia con semillas de guisantes. En estudios llevados a cabo en Pensilvania (EE.UU.) por Le Gall et al. (2022) evaluaron el establecimiento de coberturas verdes (Centeno) en campos de maíz y soya para el control de babosas, encontrando que existía un menor daño en los tratamientos donde se estableció la cobertura verde sobre los residuos de cosecha anterior.

En pruebas en viñedos, Egleton et al. (2021) demostraron que hubo una reducción eficiente de babosas y caracoles simplemente gestionando el medio de cultivo en este caso del cultivo de uva (*Vitis vinifera*) con técnicas como la siega, que consiste en realizar la cosecha selectiva de frutos que van madurando, previo a la cosecha principal.

Por su parte el uso de algunos insecticidas también ha sido motivo de investigación de los cuales, Jeong et al. (2012) realizaron ensayos con diferentes controles, encontrando que aplicaciones de alcohol etílico al 10% proporcionó una tasa de mortalidad del 90% de las babosas *Lehmannia valentiana*.

En pruebas realizadas por Ester et al. (2000) en almacenes donde se acopia la papa *Solanum tuberosum*, comprobaron que con aplicaciones de Carvona, un terpenoide aislado de semillas de alcaravea (*Carum carvi*) y de menta (*Mentha spicata*), en dosis de 50 ml por tonelada, controló las babosas (*Deroceras reticulatum* (Müller)).

En semillas de colza (*Brassica napus*) y trigo Simms et al. (2006) trataron con diferentes dosis de imidacloprid dichas semillas, pero solo se obtuvo reducción de daños significativos a dosis altas de 2.8, 5.6 y 8.1 gramos i.a. /kg de semilla, los autores lo evaluaron con tres especies de babosas.

En el experimento realizado por Simms et al. (2006) con semillas de colza (*Brassica napus*) tratadas con metiocarb 20 ml/kg de semilla, encontraron que la aplicación ofrece protección contra el ataque de babosas durante 4 semanas que duró el experimento.

En ensayos con fungicidas a base de cobre, Capinera y Dickens (2016) sobre las babosas (*Leidyula floridana* y *Lissachatina fulica*) encontraron que el control más efectivo se dio con aplicaciones del repelente hidróxido de cobre más un molusquicida como fosfato de hierro. Speiser et al. (2002) encontraron promisorio el uso del molusquicida fosfato de hierro sobre el control de tres especies de babosas (*Arion lusitanicus*, *Arion hortensis* y *Deroceras reticulatum*) en cultivos de lechuga y colza.

El caldo sulfocálcico se presenta como una alternativa efectiva en el control de babosas en la agricultura, con el potencial de reducir el uso de pesticidas químicos.

4. Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Cría de Enemigos Naturales (CICEN) de la Universidad de Caldas ubicado en el municipio de Manizales (coordenadas: 05°03' N - 75°29' W) a una altitud de 2160 msnm. La colecta de las babosas se realizó en el cultivo de lechuga en la ciudad de Manizales, posteriormente se llevaron al Centro de Investigación y Cría de Enemigos Naturales (CICEN) y se depositaron en tarros con capacidad de 30 onzas de plástico previamente desinfectados, se llenaron con tierra hasta la mitad y se cubrieron con tela muselina para facilitar la aireación (Figura 3 A).

Las concentraciones evaluadas fueron seleccionadas a través de bioensayos preliminares, se situaron entre el límite inferior, donde el producto no causó mortalidad, y el límite superior de respuesta, donde causó 100% de mortalidad.

La colecta en campo se realizó en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas (Figura 3 B). Se colocaron 5 babosas por cada recipiente y se dejaron a temperatura ambiente (18°C).



A



B

Figura 3. Establecimiento de las babosas. A: Vasos plásticos con tierra. B: Recolección de babosas. Fuente: Ocampo y López (2022).

Se preparó el caldo sulfocálcico tomando como base lo planteado por Penteadó (2000), utilizando tratamiento térmico del azufre y cal virgen, utilizándose para cada litro de agua, 250 g de azufre y 125 g de cal virgen. La concentración inicial obtenida del caldo sulfocálcico fue de 31,5° Baumé (Figura 4 A y B).



Figura 4. Caldo sulfocálcico. A: Preparación del producto. B: Medición de los grados Baumé. Fuente:(García, 2017).

Posterior a la preparación del caldo sulfocálcico, se procedió a realizar la aplicación en dosis de 0,5; 1,5; 2,5; 4% (Figuras 5 A y B), se organizaron los tratamientos al azar (Figura 5 C). Posteriormente fueron estimadas las concentraciones letales del caldo sulfocálcico sobre *Deroceras reticulatum*.



A

B

C

Figura 5. Montaje del experimento. A: Babosas recolectadas. B: Aplicación de los tratamientos. C: Unidades experimentales. Fuente: Ocampo y López (2022).

Las evaluaciones fueron realizadas por medio de la recolección de 5 babosas por tratamiento, más un testigo. Las babosas fueron acondicionadas en un recipiente con tierra y hojas de lechuga (*Lactuca sativa*). Posteriormente, en casa malla, se prepararon recipientes plásticos con tierra previamente humedecida, para lo cual se evaluaron cinco dosis en el ensayo preliminar y 12 dosis en el ensayo final entre altas, medias y bajas (Tabla 1).

El número de repeticiones por concentración en el ensayo preliminar fue de cuatro. Con los resultados obtenidos en el ensayo preliminar se seleccionaron 11 concentraciones para el ensayo final (Tabla 2), el cual se realizó utilizando la misma metodología descrita en el ensayo preliminar con cuatro repeticiones por concentración. La mortalidad fue evaluada 24h, 48h y 72h después de la aplicación del producto en el ensayo preliminar, y en el bioensayo final a las 24h, 48h, 72h, 96h, 120h y 144h después de la aplicación (momento en el cual la mortalidad es mayor de acuerdo con las pruebas preliminares).

Ensayo Preliminar					
Tratamiento	1	2	3	4	5
Concentración (%) v/v	0	0,5	1,5	2,5	4

Tabla 2. Concentraciones utilizadas en el bioensayo preliminar.

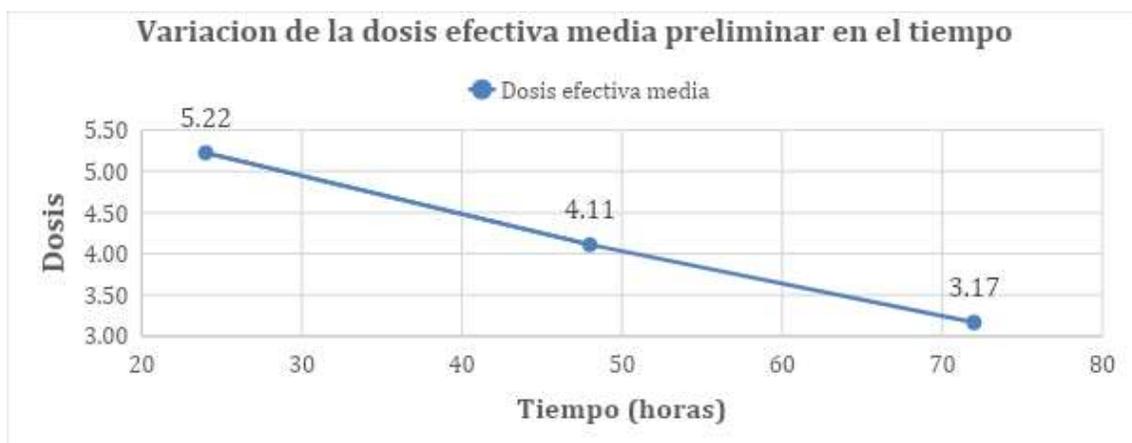
Ensayo Final												
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Concentración (%) v/v	0	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5

Tabla 3. Concentraciones utilizadas en el bioensayo final.

5. Resultados y discusión

Dosis Letal:

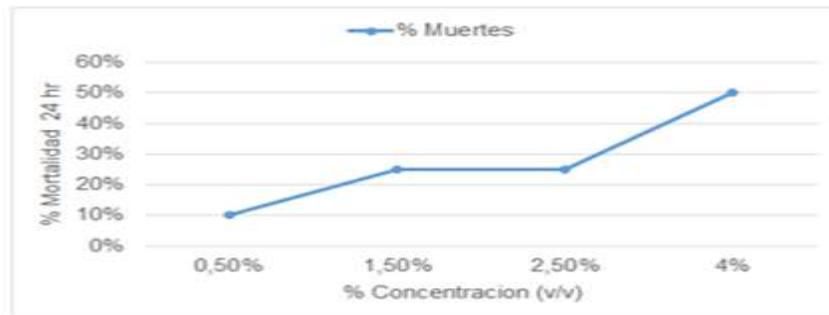
Para establecer la dosis letal del caldo sulfocálcico, se utilizaron cuatro concentraciones (0.5; 1.5, 2.5 y 4%).



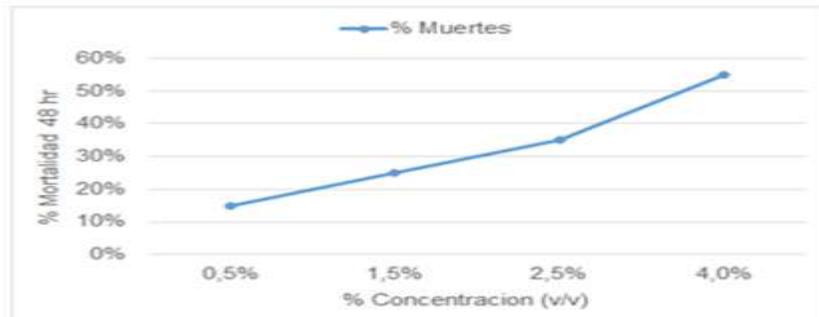
Gráfica 1. Dosis efectiva media preliminar en el tiempo.

Según la prueba realizada, la dosis efectiva media para el ensayo preliminar fue de 3,17% a 4,11% (Gráfica 1).

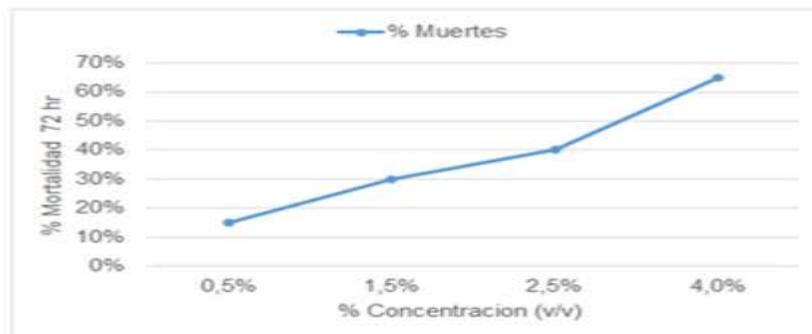
Para el ensayo de la dosis letal (DL) medido a las 24 horas después de la aplicación del producto, se obtuvo la mayor mortalidad en concentraciones de 3% y 4% (Gráfica 2A), con valores entre el 25% y el 50%. Por su parte, en el tratamiento testigo no se presentó ninguna mortalidad en el experimento.



A



B



C

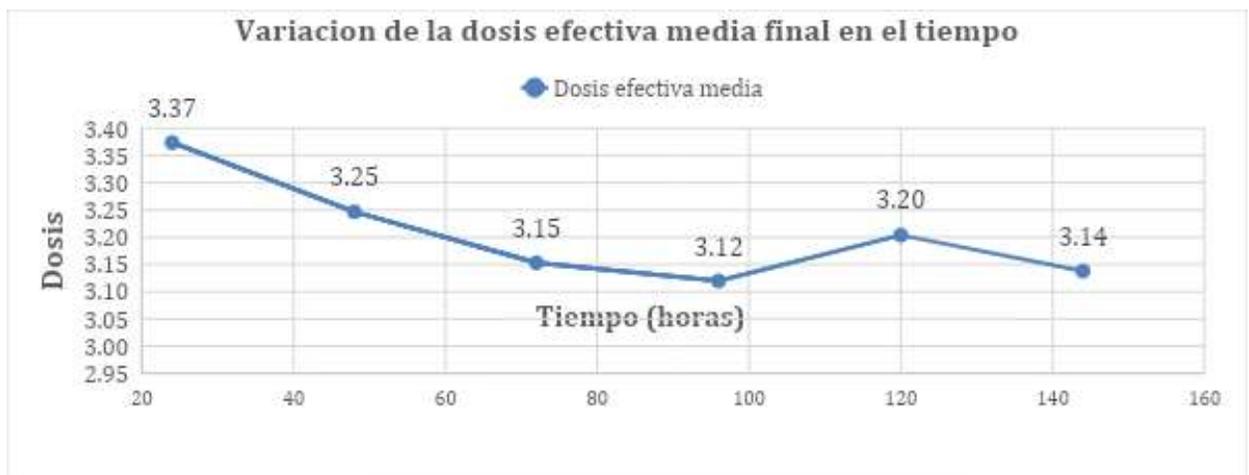
Gráfica 2. Porcentaje de mortalidad de las babosas en la dosis letal.

El porcentaje de mortalidad del caldo sulfocálcico sobre las babosas a las 48 horas, se mantuvo la tendencia de un mayor número de muertes a medida que se aumentó la concentración, como se evidencio a las 24 horas, siendo así las concentraciones de 2,5% y 4% las que presentaron mayor cantidad de individuos muertos, con una mortalidad del 35% y 55% respectivamente (Gráfica 2 B). Los tratamientos al 0,5% y 1,5% registraron una mortalidad del 15% y 25% respectivamente (Gráfica 2 B).

Los resultados muestran que a las 72 horas posteriores a la aplicación, el tratamiento con mayor número de individuos muertos se presentó a una concentración al 4% y un porcentaje de mortalidad del 65%, seguido por la concentración de 2.5% (Tratamiento 3), con un 40% de las muertes. Las concentraciones al 0,5% y 1,5% presentaron el 15% y el 30% de porcentaje de mortalidad respectivamente en cada tratamiento (Gráfica 2C).

Dosis subletal:

La dosis subletal se realizó evaluando el producto desde concentraciones de 2,5% aumentando una décima hasta llegar a 3,5%, obteniéndose el menor número de muertes en las dosis más bajas a las 24 horas.



Gráfica 3. Dosis efectiva media final en el tiempo.

La prueba realizada arrojó como resultado que la dosis efectiva para el ensayo final fue de 3.14% (Gráfica 3).

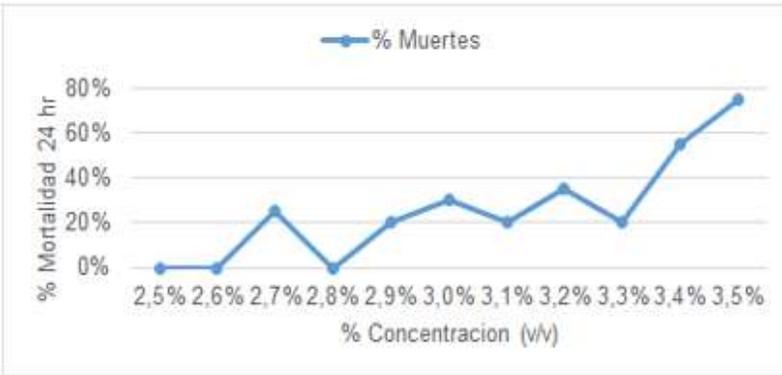
Los resultados obtenidos mostraron que la dosis efectiva media para el control de *Deroceras reticulatum* que mayor número de mortalidad causó fue de 3,1 %, lo que demuestra que este producto tiene potencial para ser aplicado sobre los cultivos de hortalizas y demás cultivos que son atacados por esta plaga con el fin de

controlar poblaciones del molusco, actualmente considerado una importante plaga en varios países.

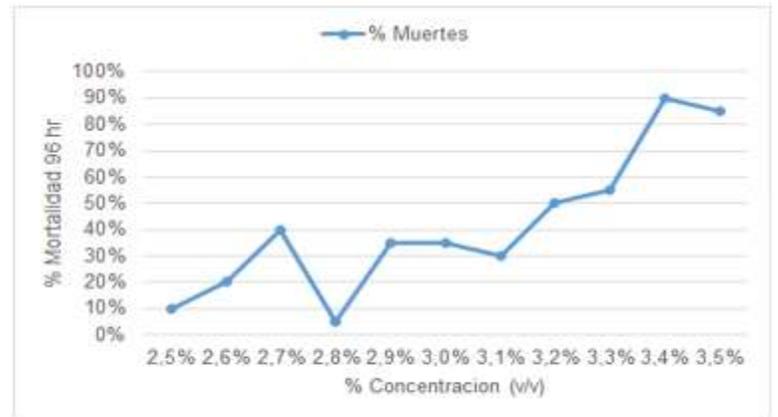
El efecto insecticida del caldo sulfocálcico sobre las babosas se observó en todas las concentraciones y períodos evaluados. En concentraciones superiores al 2.5% de caldo sulfocálcico después de la aplicación, los porcentajes de mortalidad aumentaron exponencialmente.

El porcentaje de mortalidad fue mayor cuando se usó el caldo sulfocálcico en concentración de 3.5% (Gráfica 4 A, B, C, D, E y F). La obtención de control de babosas a bajas concentraciones representa un gran avance en relación con los estudios que buscan el control de esta plaga.

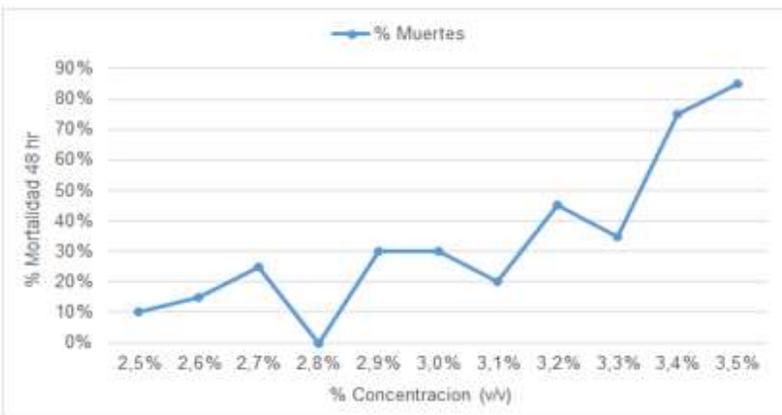
Este resultado permite determinar que las dosis límites superior e inferior corresponden al 2.5% y al 3.5%, respectivamente, (Gráfica 4 A, B, C, D, E y F). La tendencia obtenida en los datos de mortalidad a través del tiempo indica que la representatividad de los datos en un modelo lineal o exponencial empieza a ser significativa a partir de 24 h después de la aplicación (Gráfica 4 A).



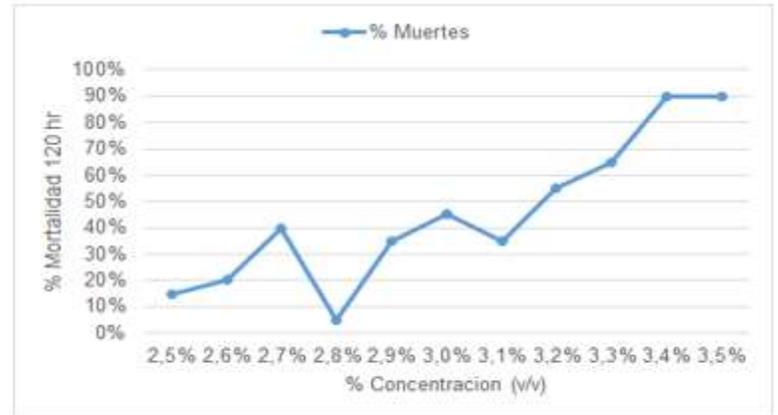
A



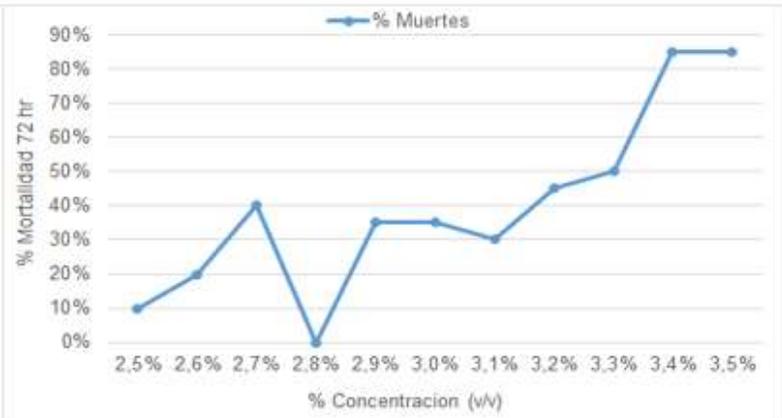
D



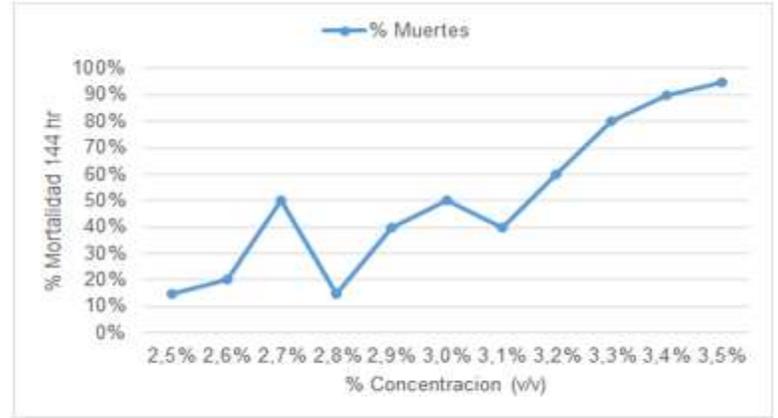
B



E



C



F

Gráfica 4. Porcentaje de mortalidad de las babosas en la dosis sub letal evaluada a las A 24, B 48, C 72, D96, E 120 y F 144 horas después de la aplicación.

Los anteriores resultados reflejan que la dosis letal del producto se encuentra usando una concentración cercana al 4% y que se mantiene la tendencia que, a mayor dosis, aumentan el número de muertes.

Análisis estadístico:

Para el análisis de los datos se utilizó la metodología Probit del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) Enterprise Guide 8.3, con la que se obtuvieron las dosis letal 50 y la dosis letal 95.

Dichas dosis se obtuvieron de las mediciones tomadas a las 144 horas de iniciado el experimento, ya que reflejaron resultados significativos en cuanto letalidad sobre los moluscos. El software SAS modeló la ecuación para ajustarla a la distribución logística como se expresa a continuación:

$$Pr(\text{response}) = 0.1982 + 0.8018 (\Phi (-13.5396 - 27.2621 \times \log_{10}(\text{dose})))$$

Donde Φ es la función de distribución logística.

Hora	Tipo de distribución	CI 50 ¹ (C.I. at 95%)	CI 95 ² (C.I. at 95%)	X ²	P
144	Logística	3,13% (2,31 – 3,24)	3,6% (3,44 – 6,09)	5,26	0,021
¹) Mean effective dose and 95% confidence intervals; ²) Lethal effective dose causing 95% mortality and 95% confidence intervals.					

Tabla 4. Análisis Probit de DL50 y DL95.

Según la Tabla 4, las dosis establecidas como DL₅₀ y DL₉₅ fueron 3,13% y 3,6% de concentración respectivamente, representando el mayor número de muertes a las 144 horas de aplicado el producto.

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Mamani (2020), donde se concluyó que a mayor concentración de caldo sulfocálcico se reduce la incidencia de *Myzus persicae* sobre plantas de lechuga evaluadas en ambiente controlado.

Investigaciones llevadas a cabo por Contreras (2020) en México, halló que una mezcla de Súper Magro + Caldo Sulfocálcico 10 L de cada uno / ha presentó una alternativa frente aplicaciones de Imidacloprid en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae).

El uso de productos alternativos se vuelve una necesidad creciente en el modelo de producción agrícola actual, que, como lo describe Rosset (1997), es un modelo que ha ocasionado erosión del suelo, compactación, salinización y mayores presiones en el ataque de plagas como resultado de la intensiva aplicación de productos de síntesis química. El control ejercido por los organismos benéficos presentes en los agroecosistemas asociado a la aplicación de productos alternativos genera una mayor actividad fitoprotectora y reducen los costos asociados a la compra de agroinsumos (Cabrera, 2018).

6. Conclusiones

- De la investigación se concluye que la dosis subletal (DL_{50}) y la dosis letal (DL_{95}) para el manejo de *D. reticulatum* son de 3,13% y 3,6%, respectivamente, evidenciando que el uso del caldo sulfocálcico representa una opción de control frente a los plaguicidas sintéticos para el manejo de babosas en sistemas productivos de clima templado.
- Se demuestra que la toxicidad del caldo sulfocálcico sobre *D. reticulatum* iba aumentando en dosis por encima del 3% de concentración V/V, presentando mayor mortalidad con el paso de los días.
- Las dosis establecidas se consideran adecuadas para el manejo de plagas dentro de un manejo orgánico y ecológico, sin sobrepasar los límites establecidos por las empresas certificadoras.

7. Recomendaciones

- Son necesarias nuevas investigaciones con el uso de productos alternativos como el caldo sulfocálcico para el control de las babosas, siendo una alternativa de bajo costo y ambientalmente amigable para los productores.
- De igual forma se recomienda continuar evaluando el efecto tóxico del polisulfuro de calcio en controladores biológicos y en microorganismos benéficos.
- Evaluar la aplicación en conjunto del caldo sulfocálcico con otros caldos insecticidas y antifúngicos como el caldo bordelés, incluyendo la adición de algún producto coadyuvante que mejore la eficacia de la aplicación.

8. Referencias

1. Abbot, C.E. (1945). The toxic gases of lime-sulfur. *Journal of Economic Entomology*, 38(5), 618-620.
2. Ahmed, K. S. D., Stephens, C., Bistline-East, A., Williams, C. D., Mc Donnell, R. J., Carnaghi, M., ... & Gormally, M. J. (2019). Biological control of pestiferous slugs using *Tetanocera elata* (Fabricius)(Diptera: Sciomyzidae): Larval behavior and feeding on slugs exposed to *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Schneider, 1859). *Biological Control*, 135, 1-8.
3. ALVES, E.B; CASARÍN, NF B; OMOTO, C. *Efectos letales y subletales de los pesticidas utilizados en los cítricos brasileños en Panonychus citri*(ácaros: Tetranychidae). *archivos del Instituto Biológico*, en. 85, 2018.
4. Anderson, R. (2015) 'Deroceras laeve (meadow slug)', CABI Compendium. CABI International. doi: 10.1079/cabicompendium.85751.
5. ANDREAZZA, F. et al. *Toxicidad y evitación de la puesta de huevos de Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae) causada por una antigua preparación insecticida inorgánica alternativa*. *ciencia del manejo de plagas*, v. 74, n. 4, pág. 861-867, 2018
6. Beiras, M. B. (2002). *Desarrollo de un modelo de predicción de actividad de la babosa Deroceras reticulatum (Müller, 1774) aplicable al control de plagas en zonas agrícolas de Galicia* (Doctoral dissertation, Universidade de Santiago de Compostela).
7. BELÓN, PP et al. *Productos fitosanitarios agroecológicos en el control de la chinche de encaje Vatiga manihotae(Hemiptera: Tingidae) da mandioca*. *interciencia*,v. 39, núm. 1, pág. 40-45, 2014.
8. BORILE, G.O; CALGARO, C. *Análisis y consideraciones de la vulnerabilidad ambiental y del consumidor frente a la constante industrialización actual: la protección del consumidor en las relaciones de consumo a través de la aplicación del principio de precaución*. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, Málaga*, v. 34, pág. 1- 16, 2016.
9. CABI (2023) '*Deroceras reticulatum (babosa de campo gris)*', *Compendio de CABI* . CABI Internacional. doi: 10.1079/cabicompendium.85752.
10. Cabrera-Marulanda, M. Á., Robledo-Buriticá, J., & Soto-Giraldo, A. (2018). Actividad insecticida del caldo sulfocálcico sobre *Hypothenemus hampei*

(Coleoptera: Curculionidae). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22(2), 24-32.

11. Capinera, J. (2020). *Handbook of vegetable pests*. Academic press.
12. Capinera, J. L., & Dickens, K. (2016). Some effects of copper-based fungicides on plant-feeding terrestrial molluscs: a role for repellents in mollusc management. *Crop Protection*, 83, 76-82.
13. Contreras, L. B., Covarrubias, J. M., & Urbina, E. G. (2020). Nuevas estrategias de control de mosca blanca, vector de enfermedades virales en chile serrano en el centro y norte de México. *Abanico agroforestal*, 2, 1-14.
14. Cuadros Santos, P. (2019). *Efecto de polisulfuro de calcio sobre la población de arañita roja (Panonychus citri McGregor) en el cultivo de mandarina (Citrus reticulata), en Huaral-2018*.
15. Diego González Cruz, R. S. (2013). Efectos molusquicidas de extractos vegetales ricos en saponina sobre la babosa de campo gris. *Ciencia e investigación agraria*, 10.
16. Dively, G. P., & Patton, T. (2022). An Evaluation of Cultural and Chemical Control Practices to Reduce Slug Damage in No-till Corn. *Insects*, 13(3), 277.
17. Egleton, M., Erdos, Z., Raymond, B., & Matthews, A. C. (2021). Relative efficacy of biological control and cultural management for control of mollusc pests in cool climate vineyards. *Biocontrol Science and Technology*, 31(7), 725-738.
18. Elizeu S. Farías, A. A. (2020). Efectos letales y antialimentarios del caldo bordelés sobre la babosa de los pantanos (*Deroceras laeve*). *Revista de ciencias ambientales y salud*, 5.
19. Ester, A., Trul, R. Daño de babosas y control de babosas de campo (*Deroceras reticulatum* (Müller)) por carvona en papas almacenadas. *Patata Res* 43, 253–261 (2000). <https://doi-org.ezproxy.ucaldas.edu.co/10.1007/BF02358084>
20. Fajardo, S. C., Soto, A., & Kogson, J. F. (2013). Eficiencia de productos alternativos contra *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17(1), 91-97.sot
21. FAO, F., OMS, P., & UNICEF. (2020). *La seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*. tech. rep., ONU, Roma.

22. FAO. (2007). *Buena Gobernanza en la Tenencia y la Administración de Tierras/Good Governance in Land Tenure and Administration* (Vol. 9). Food & Agriculture Org..
23. Gebauer, J. Supervivencia y elección de alimentos de la babosa de campo gris (*Deroceras reticulatum*) en tres tipos diferentes de semillas en condiciones de laboratorio. *Anzeiger für Schädlingskunde/J. Ciencia de plagas* 75, 1–5 (2002). <https://doi-org.ezproxy.ucaldas.edu.co/10.1046/j.1439-0280.2002.02001.x>
24. Geoffrey Jaffuel, V. P.-S.-H. (2019). Detección molecular y cuantificación de nematodos parásitos de babosas del suelo y sus huéspedes. *Revista de patología de invertebrados*, 18-25.
25. González, L. C., & Ortiz, J. S. (2020). pérdidas económicas por babosas en fresa (*Fragaria*× *ananassa*, Duch) bajo las condiciones de Pamplona, Norte de Santander. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 20(1), 49-60.
26. Griffin, M., Hogan, B. & Schmidt, O. Silicon reduces slug feeding on wheat seedlings. *J Pest Sci* 88, 17–24 (2015). <https://doi-org.ezproxy.ucaldas.edu.co/10.1007/s10340-014-0579-1>
27. *Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Registros Nacionales de Plaguicidas, 2022.*
28. Jeong, KJ, Lee, SW, Hong, JK *et al.* Control efectivo del daño de las babosas a través de extracto de tabaco y solución de cafeína en combinación con alcohol. *Hortico. Reinar. Biotecnología*. 53, 123–128 (2012). <https://doi-org.ezproxy.ucaldas.edu.co/10.1007/s13580-012-0100-9>
29. KUMARI, D; JOHN, S. *Evaluación de riesgos para la salud de los residuos de plaguicidas en frutas y verduras de granjas y mercados de la región del Himalaya de la India occidental. quimiosfera*, v. 224, pág. 162-167, 2019.
30. Le Gall, M., Boucher, M., & Tooker, J. F. (2022). Planted-green cover crops in maize/soybean rotations confer stronger bottom-up than top-down control of slugs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 334, 107980.
31. Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. (2012). ICA, 47.
32. Matthew L. Klein, T. G. (2019). Toxicidad aguda de los aceites esenciales para la plaga babosa *Deroceras reticulatum* en bioensayos de laboratorio e invernadero. *Springer*, 11.
33. Mc Donnell, R. J., Colton, A. J., Howe, D. K., & Denver, D. R. (2020). Lethality of four species of Phasmarhabditis (Nematoda: Rhabditidae) to the invasive

- slug, *Deroceras reticulatum* (Gastropoda: Agriolimacidae) in laboratory infectivity trials. *Biological Control*, 150, 104349.
34. McCallan, S.E.A., 1967. History of fungicides. In: Torgeson, D.C. (Ed.), *Fungicides: An Advanced Treatise*, vol. 1. Academic Press, New York, pp. 1–37.
 35. Méndez Otero, A. C., & Castellanos González, L. (2019). Effectiveness of diatomaceous earth and lime on arionids and agriolimacids. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 579-593.
 36. Michael J. Wilson, A. J. (2015). Plagas invasoras de babosas y sus parásitos: respuestas de temperatura y posibles implicaciones del cambio climático. *Biología y fertilidad de suelos*, 10.
 37. Moya, H. J. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas: medidas para la temporada invernal. ICA.
 38. Nash, M. A., Thomson, L. J., Horne, P. A., & Hoffmann, A. A. (2008). *Notonomus gravis* (Chaudoir)(Coleoptera: Carabidae) predation of *Deroceras reticulatum* Müller (Gastropoda: Agriolimacidae), an example of fortuitous biological control. *Biological Control*, 47(3), 328-334.
 39. Nina Mamani, N. (2020). *Efecto del caldo sulfocalcico para el control del pulgón en cultivo de lechuga (Lactuca sativa) en ambiente protegido en el municipio de Patacamaya* (Doctoral dissertation).
 40. Nina Mamani, N. *Efecto del caldo sulfocalcico para el control del pulgón en cultivo de lechuga (Lactuca sativa) en ambiente protegido en el municipio de Patacamaya* (Doctoral dissertation).
 41. O'Reilly-Wapstra, JM, Iason, GR & Thoss, V. El papel de la variación genética y química de las plántulas de *Pinus sylvestris* para influir en la herbivoría de las babosas. *Oecología* 152, 82–91 (2007). <https://doi-org.ezproxy.ucaldas.edu.co/10.1007/s00442-006-0628-4>
 42. Peña, M., Castro, J., & Soto, A. (2013). Evaluación de insecticidas no convencionales para el control de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) en frijol. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 131-138.
 43. Penteado, S. R. (2000). *Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa*. Bueno Mendes Gráfica e Editora.
 44. Rae, R. G., Robertson, J. F., & Wilson, M. J. (2009). Optimization of biological (*Phasmarhabditis hermaphrodita*) and chemical (iron phosphate and metaldehyde) slug control. *Crop Protection*, 28(9), 765-773.

45. Restrepo-García, A. M., & Soto-Giraldo, A. (2017). Control alternativo de *Diaphorina citri kuwayama* (Hemiptera: Liviidae) utilizando caldo sulfocálcico. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 21(2), 51-60.
46. Rivera, D. A., Solano, O. A., & Borge, A. L. (2014). Efecto de caldo sulfocálcico en el control de garraptas del ganado bovino. *Ciencia e Interculturalidad*, 15(2), 146-153.
47. ROJAS, K. A., & MUÑOZ, J. A. (2014). EVALUACIÓN DE DIFERENTES TACTICAS PARA EL CONTROL DE GASTEROPODOS (BABOSAS TERRESTRES) EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. var. Fallgreen) EN LA ZONA DE EL GUARCO DE CARTAGO. 121.
48. Rosset, P. (1998). *La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico*. Food First. Institute for Food and Development Policy.
49. Salazar-Rojas, K. A., & Granados-Muñoz, J. A. (2014). Evaluación de diferentes tácticas 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.
50. Salvio, C., Clemente, N. L., López, A. N., & Manetti, P. L. (2022). *Suceptibilidad de Eisenia fetida (annelida, oligochaeta: Lumbricidae) expuesta a cebos con metaldehído y carbaryl*. *Ciencia del suelo*, 40(2), 149-158.
51. SCALCO, A. R.; BAKER, GA *Análisis de captura de valor de pequeños productores orgánicos y sus canales de distribución en California. Estudios de Sociedad y Agricultura*, v. 27, n. 3, pág. 566-589, fuera. 2019.
52. Schurkman, J., Dodge, C., Mc Donnell, R., Tandingan De Ley, I., & Dillman, A. R. (2021). Lethality of *Phasmarhabditis* spp. (*P. hermaphrodita*, *P. californica*, and *P. papillosa*) Nematodes to the Grey Field Slug *Deroceras reticulatum* on Canna Lilies in a Lath House. *Agronomy*, 12(1), 20.
53. Simms, L. C., Ester, A., & Wilson, M. J. (2006). Control of slug damage to oilseed rape and wheat with imidacloprid seed dressings in laboratory and field experiments. *Crop Protection*, 25(6), 549-555.
54. Simms, L., Glen, D., & Wilson, M. (2006). Mini-plot field experiments using seed dressings to control slug damage to oilseed rape. *Crop Protection*, 25(8), 890-892.

55. Smilanick, J. L., & Sorenson, D. (2001). Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide. *Postharvest Biology and Technology*, 21(2), 157-168.
56. Soto, A., Venzon, M., Oliveira, R. M., Oliveira, H. G., & Pallini, A. (2010). Alternative control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) on tomato plants grown in greenhouses. *Neotropical entomology*, 39(4), 638-644.
57. Soto-Cardona, V., García-Cardona, S., & Soto-Giraldo, A. (2022). Susceptibility of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) to calcium polysulfide application. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 39(2), 47–55. <https://doi.org/10.22267/rcia.223902.181>
58. Speiser, B., & Kistler, C. (2002). Field tests with a molluscicide containing iron phosphate. *Crop protection*, 21(5), 389-394.
59. Thomas, E. (2011). *Biología y manejo integrado de Megaplatypus mutatus en los valles del norte de la Patagonia. In Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina.*
60. University, O. S. (Mayo de 2022). *Oregon State University*. Obtenido de COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES: <https://agsci.oregonstate.edu/slug-portal/life-slug/biology-and-life-cycle-gray-field-slug>
61. VACACELAAJILA, H. et al. Efectos del azufre de cal sobre *Neoseiulus californicus* Es *Phytoseiulus macropilis*, dos enemigos naturales de la araña roja *Tetranychus urticae*. *ciencia del control de plagas*, v. 76, n. 3, pág. 996-1003, 2019.
62. Villegas-Agudelo, D., Soto-Giraldo, A., & Mejía-Gutiérrez, L. F. (2019). OTHER ALTERNATIVES FOR THE CONTROL OF *Diatraea saccharalis* Fabricius (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) IN SUGAR CANE CULTIVATION. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 23(2), 162-170.
63. Watz, J., & Nyqvist, D. (2021). Artificial barriers against arionid slug movement. *Crop Protection*, 142, 105525.
64. Wood, W. F. (2012). Banana slug antifeedant in the growing cane tips of Himalayan Berry *Rubus armeniacus*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 41, 126-129.
65. Wood, W. F., & Ligare, M. R. (2008). (2E, 6Z)-2, 6-Nonadienal a banana slug antifeedant from crushed leaves of *Tolmiea menziesii* and *Disporum smithii*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 11(36), 875-876.

66. World Health Organization. (2010). *Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas: directrices para el registro de plaguicidas* (No. WHO/HTM/NTD/WHOPES/2010.7). Organización Mundial de la Salud.