

<https://doi.org/10.5016/1984-5529.2025.v53.1428>

Efecto de formulados de aceites esenciales de especies de *Eucalyptus* contra *Deroceras* spp.

Effect of formulations of essential oils of *Eucalyptus* species against *Deroceras* spp.

Efeito de formulações de óleos essenciais de espécies de *Eucalyptus* contra *Deroceras* spp.

Leónides Castellanos GONZÁLEZ¹; Karen Yulissa Perilla RUEDA²; Amanda Lucía Chaparro GARCIA³

¹Autor para la correspondencia. Ingeniero Agrónomo. PhD. Universidad de Pamplona, Pamplona Colombia. lclcastell@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9285-4879> ..

²Ingeniero Agrónomo. Empresa Agrofuturo. Fortul. Arauca. Colombia. hosneitherm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-6164-6687>

³Químico. PhD. Universidad de Pamplona, Pamplona Colombia. achaparro@unipamplona.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-9728-0931>

Recebido em: 10-05-2023; Aceito em: 07-05-2025

Resumen

Las babosas constituyen plagas de cultivos económicos, ocasionando mermas considerables en los rendimientos de muchas hortalizas. El objetivo de la investigación fue comparar el efecto por contacto e ingestión de dos formulados de aceites esenciales de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus cinerea* contra *Deroceras* spp. a dos concentraciones. Se condujo una investigación experimental en el laboratorio en la Universidad de Pamplona. Se desarrollaron dos ensayos con diseños completamente aleatorizados con 5 tratamientos y 10 repeticiones (uno para el efecto por contacto y otro por ingestión), asperjando sobre babosas *Deroceras* spp, concentraciones a 200 y 400 ppm de aceites esenciales de *Eucalyptus globulus* o *Eucalyptus cinerea*. Se realizaron los análisis de varianzas correspondientes. La afectación de movilidad de *Deroceras* spp. fue superior a 40 % por contacto y a 45 % por ingestión al octavo día. Los formulados de ambas especies de *Eucalyptus* a las dos concentraciones causaron mortalidad de *Deroceras* spp. iguales o superiores a 95%. *E. globulus* manifestó similares TL 50 a 200 y 400 ppm (9,28 días) por contacto y entre 7,62 y 6,16 días por ingestión respectivamente, mientras que los TL50 para *E. cinerea* variaron entre 8,60 y 7,43 días por contacto y entre 8,19 y 7,73 días por ingestión a 400 ppm y a 200 ppm respectivamente. Los aceites esenciales de *E. globulus* y *E. cinerea* ejercieron efecto por contacto e ingestión sobre *Deroceras* spp., con afectación de los movimientos y causando alta mortalidad.

Palabras clave: fitoplaguicida, babosa gris pequeña, contacto, ingestión, mortalidad, dosis letal.

Abstract

Slugs are pests of economic crops, causing considerable losses in the yields of many vegetables. This research aims to compare the effect by contact and ingestion of two formulations of essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus cinerea* against *Deroceras* spp. at two concentrations. An experimental research was conducted in the laboratory at the University of Pamplona. Two trials with completely randomized designs with 5 treatments and 10 repetitions (one for the effect by contact and the other by ingestion) were developed, spraying concentrations of 200 and 400 ppm of essential oils of *Eucalyptus globulus* or *Eucalyptus cinerea* on *Deroceras* spp. slugs. The corresponding analyzes of variance were performed. The affectation of mobility of *Deroceras* spp. was higher than 40% by contact and 45% by ingestion on the eighth day. The formulations of both species of *Eucalyptus* at both concentrations caused mortality of *Deroceras* spp. equal to or higher than 95%. *E. globulus* showed similar TL50 at 200 and 400 ppm (9.28 days) by contact and between 7.62 and 6.16 days by ingestion, respectively, while the LT50 for *E. cinerea* varied between 8.60 and 7, 43 days per contact and between 8.19 and 7.73 days per ingestion at 400 ppm and at 200 ppm respectively. The essential oils of *E. globulus* and *E. cinerea* exerted an effect by contact and ingestion on *Deroceras* spp., affecting movements and causing high mortality.

Keywords: phytosanitário, babosa gris pequeña, contacto, ingestión, mortalidad, dosis letal.

Resumo

As lesmas são pragas de culturas econômicas, causando perdas consideráveis na produção de muitos vegetais. O objetivo da pesquisa foi comparar o efeito por contato e ingestão de duas formulações de óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus cinerea* sobre *Deroceras* spp. em duas concentrações. A pesquisa experimental foi realizada no laboratório da Universidade de Pamplona. Foram desenvolvidos dois ensaios com delineamentos inteiramente casualizados com 5 tratamentos e 10 repetições (um para efeito por contato e outro por ingestão), pulverizando concentrações de 200 e 400 ppm de óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* ou *Eucalyptus cinerea* sobre lesmas *Deroceras* spp. As análises de variância correspondentes foram realizadas. A afetação da mobilidade de *Deroceras* spp. foi superior a 40% por contato e 45% por ingestão no oitavo dia. As formulações de ambas espécies de *Eucalyptus* em ambas concentrações causaram mortalidade de *Deroceras* spp. igual ou superior a 95%. *E. globulus* apresentou TL50 semelhante a 200 e 400 ppm (9,28 dias) por contato e entre 7,62 e 6,16 dias por ingestão, respectivamente, enquanto o LT50 para *E. cinerea* variou entre 8,60 e 7,43 dias por contato e entre 8,19 e 7,73 dias por ingestão a 400

ppm e 200 ppm, respectivamente. Os óleos essenciais de *E. globulus* e *E. cinerea* exerceram efeito por contato e ingestão sobre *Deroceras* spp., afetando os movimentos e causando alta mortalidade.

Palavras-chave: fitopesticida, lesma cinzenta pequena, contato, ingestão, mortalidade, dose letal.

Introducción

Las babosas constituyen plagas de gran importancia agrícola ya que pueden desarrollarse entre un amplio rango de temperatura (Cañedo et al., 2011); teniendo gran preferencia para hacer actividad en los climas templados (Serre, 2005) y tienen gran preferencia por humedades relativas altas (Herrera & Castellanos, 2013).

En sur América se reportan daños por babosas en países que presentan con las condiciones ya mencionadas como es el caso en Perú, reportando a las especies *Agriolimax* spp., *Limax* spp. y *Viginulus* spp., ocasionando daños en gran variedad de cultivos (Cañedo et al., 2011).

En Colombia se encuentran moluscos plagas en pisos térmicos que presenten humedades relativas superiores al 80 %. Los moluscos causan daño al follaje, tubérculos y raíces de las plantas, con una amplia variedad de cultivos atacados (ICA, 2012).

Uno de los casos más importantes se da en el cultivo del café, ocasionando lesiones en los frutos hasta la caída de los mismos, raspadura de tallos, marchitamiento total de almácigos por anillado del tallo, entre otros perjuicios (Constantino et al., 2010).

Entre otros productos agrícolas de Colombia, se afectan las hortalizas entre ellas repollo, coliflor, lechuga, espinacas y acelgas, reportando perjuicios por *Deroceras reticulatum* Muller, 1774, *Limax marginatus* Muller, 1774 y *Milax gagates* Draparnaut, 1801 (ICA, 2012). estas especies también coinciden con los moluscos a los cuales se les atribuyen los perjuicios posibles en los cultivos de papa negra y criolla (ICA, 2011a). En el caso de frutales anuales de consumo fresco como el cultivo de mora, se atribuyen las afecciones presentes a *Milax gagates* Draparnaut (ICA, 2011b).

El municipio de Pamplona Norte de Santander, cuenta con una remarcada inclinación de la producción agrícola por los productos hortofrutícolas, al contar con las condiciones agroecológicas adecuadas tanto para la producción de frutas y hortalizas, como para los moluscos que pueden ser hospederos de una gran variedad de cultivos. Reconociendo la importancia del cultivo de fresa, siendo uno de los productos relevantes en la explotación agrícola presente en la económica de Pamplona (Guadrón et al., 2017).

Según Cobos et al., (2019) el municipio de Pamplona, se caracteriza por su gran diversidad agrícola en el sector rural, informando que la mayoría de los cultivos presentan daños causados por las babosas y en el caso específico de la fresa se informan pérdidas considerables, lo que obliga a realizar tratamientos con productos químicos como el metaldehído que además de ser caro, contamina la cosecha y el ambiente.

En otra investigación más reciente se detectaron varias especies de babosas afectando algunas hortalizas, arveja, papa, fresa y frutales en Pamplona, sobre los cuales se identificaron de la familia Agrolimacidae dos especies, *Deroceras reticulatum* y *Deroceras laeve*, de la familia Limacidae la especie *Limax* sp. y de la familia Arionidae *Arion distinctus* (Rizzo et al., 2019). En otro estudio se identificaron tres morfoespecies de babosas de la familia Agriolimacidae, *Deroceras* sp.1 y *Deoceras* sp.2 que estaban presentes en las cinco veredas estudiadas (Chíchira, El Escorial, El Rosal El Totumo y Monteadoventro) mientras que *Deroceras* sp.3 no se encontró en la vereda Chíchira y si en el resto (Castellanos et al., 2020).

Las babosas del género *Deroceras* son originarias de Europa Occidental con amplia dispersión en Asia, Norte América, Sur América y Oceanía (Sinavimo 2016). Esta babosa herbívora, polífaga, y con pocos enemigos naturales en Colombia, lo que le permite su rápido aumento de población. Su actividad ocurre generalmente en días nublados y por las noches, dejando clara evidencia de su daño por las raspaduras y orificios en las plantas, causado por su aparato bucal llamado rádula. El daño que provocan se torna crítico a comienzo de primavera, cuando afectan la emergencia o los estados de plántulas de las especies susceptibles (France, 2016).

Castellanos y Serrano (2020) evaluaron la incidencia y los daños causadas por las babosas en el cultivo de la fresa en Pamplona, entre ellas predominaba *Deroceras* spp. Los niveles frecuencia de frutos dañados por babosas en las parcelas fueron significativos incluso a bajas poblaciones de los moluscos (de 0,1 y 2 ind./trampas) incrementándose hasta 40% de frutos con daños cuando las poblaciones superaron 6 ind./trampas.

La agricultura agroecológica brinda múltiples alternativas acertadas por ser un sistema de producción sostenible basado en el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales y la reducción racional de los plaguicidas químicos permite un mínimo impacto ambiental sobre el medio ambiente (Gliessman et al., 2000).

En Brasil se informa que ocho especies de *Eucalyptus* tuvieron efecto molusquicida (Martineli et al., 1990). En una amplia revisión realizada sobre las posibilidades de alternativas no químicas para el manejo de los moluscos plagas en Colombia donde se incluye la posibilidad de uso de extractos vegetales y aceites esenciales del árbol de eucalipto Quintero et al. (2022). Por otra parte, Yáñez y Cuadro (2012) lograron la obtención de aceites esenciales de *Eucalyptus globulus* Labill y *E. camaldulensis* Dehnh y consideraron que

eran muy abundante este recurso fitogenético en tres zonas de Pamplona, por lo que los estudiaron contra diferentes patologías, pero no contra los moluscos plagas. Sin embargo, se han informado resultados preliminares sobre el control de babosas en fresa en Pamplona con el empleo de cebos rústicos elaborados a partir de dos especies de eucalipto (Castellanos y Mora, 2020).

Estos antecedentes justifican la necesidad de realizar investigaciones que permitan proporcionar al agricultor otras alternativas de manejo de las babosas con recursos vegetales a partir de los árboles de eucalipto abundantes en el agroecosistema de las veredas de Pamplona.

Surge la siguiente pregunta científica ¿Cuál efecto podrían tener los formulados a base de aceites esenciales de dos especies de eucalipto abundantes en la zona de Pamplona contra las babosas *Deroceras* spp. en condiciones de laboratorio?

Por tal razón este trabajo se propuso como objetivo comparar el efecto por contacto e ingestión de dos formulados de aceites esenciales de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus cinerea* contra *Deroceras* spp. a dos concentraciones.

Materiales y métodos

La investigación de tipo experimental, se llevó a cabo en el laboratorio del Centro de Bioinsumos y Sanidad Vegetal (CISWEB) del campus principal de la Universidad de Pamplona usando dos formulados de aceites esenciales obtenidos en el laboratorio de química de la Universidad de Pamplona. La recolección de las hojas de *Eucalyptus* spp., para la obtención de los aceites, se realizó en el campus principal de la universidad de pamplona y las especies fueron confirmadas por los especialistas del herbario de la propia Universidad.

Población y método.

Para los experimentos de laboratorio se emplearon individuos de *Deroceras* spp. colectados en un campo de fresa, los cuales se mantuvieron en cuarentena, alimentados con lechuga durante 15 días. Pasado ese tiempo, se seleccionaron individuos adultos sanos, sin síntomas extraños, de tamaño lo más uniforme posible (de 4 a 5 cm).

Para comparar la eficacia de los aceites esenciales sobre *Deroceras* spp. se condujeron dos ensayos empleando un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco tratamientos (cuatro con los formulados y un testigo) (Tabla 1) con 10 repeticiones, las cuales estuvieron constituidas por recipientes plásticos transparentes de 500 mL con sus respectivas tapas donde se colocaron 5 babosas. Un ensayo se realizó para evaluar el efecto de contacto y otro para el efecto por ingestión.

Tabla 1. Tratamientos de los formulados de dos especies de *Eucalyptus*, por contacto e ingestión en condiciones *in vitro*. Treatments of formulations of two species of *Eucalyptus*, by contact and ingestion under *in vitro* conditions

| Tratamientos | |
|--------------|---|
| 1 | Formulado de <i>Eucalyptus globulus</i> a 100 ppm |
| 2 | Formulado de <i>Eucalyptus globulus</i> a 200 ppm |
| 3 | Formulado de <i>Eucalyptus cinerea</i> a 100 ppm |
| 4 | Formulado de <i>Eucalyptus cinerea</i> a 200 ppm |
| 5 | Testigo sin tratamiento |

Se recibieron soluciones madres del formulados de *Eucalyptus globulus* a 9110,1 ppm y de *Eucalyptus cinerea* a 9151,5 ppm. A partir de sendos formulados de aceites esenciales de *Eucalyptus globulus* o *Eucalyptus cinerea* suministrados por el Laboratorio de química se prepararon diluciones a 200 ppm y 400 ppm.

Para evaluar el efecto por contacto el preparado con cada concentración de cada formulado de aceite esencial se aplicó en la tapa del recipiente plástico de 500 mL, luego se introdujeron 5 babosas y se alimentaron con comida limpia (10 g lechuga variedad Batavia) en cada uno de los 10 frascos o repeticiones de cada tratamiento.

En los ensayos para evaluar el efecto por ingestión, se empleó otro procedimiento, primero se sumergió la comida (10 g de lechuga Batavia/recipiente) en el formulado de aceite esencial por 30 minutos y luego se introdujeron en el recipiente con las 5 babosas de cada especie. Esto se repitió para cada recipiente en sus 10 repeticiones.

En todos los casos se empleó un aspersor manual de 1L para realizar los tratamientos. Cada tres días se retiraba el alimento viejo, se limpiaban los recipientes y se reponían los 10 g de alimento de lechuga Batavia, limpio para el ensayo por contacto y tratado en el experimento por ingestión. Cada tres días también se trataban las tapas de los recipientes en el ensayo donde se evaluaba el efecto por contacto. Estas operaciones se realizaron con tanto en el ensayo por ingestión como por contacto para evitar contaminación por hongos u otros microorganismos y garantizar la exposición de las babosas al producto.

En los dos ensayos se realizaron observaciones diarias evaluando la pérdida de movilidad de las babosas *Deroceras* spp. y su porcentaje con respecto al total del frasco. De igual forma se iba determinando

el porcentaje de mortalidad diario y acumulado. Para la discriminación de la mortalidad se consideró la muerte del individuo incapaz de realizar algún tipo de movimiento durante los días de observación. Las observaciones se realizaron hasta los 15 días de iniciado cada ensayo.

Los datos de porcentaje de afectación de movilidad y de mortalidad para *Deroceras* spp., se transformaron en $2 \arcsen \sqrt{\%}/100$ y se procesaron por medio de un análisis de varianza para cada ensayo. Las medias se compararon por el test de Tukey ($P<0,05$). De igual forma usando la aplicación Microsoft Excel, se buscó la curva de tendencia lineal usando como variable dependiente la mortalidad y como independiente el tiempo, así como la ecuación de regresión lineal y el coeficiente de determinación R^2 , a partir de las cuales se estimó el tiempo letal medio TL_{50} en días para cada concentración de los formulados para *Deroceras* spp. Para los análisis estadísticos se empleó el paquete SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 21 para Windows.

Resultados

Afectación de movilidad por contacto contra *Deroceras* spp.

El resultado del ANOVA indicó diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P<0,05$) desde el segundo de haber iniciado el ensayo hasta el final de las evaluaciones. Por eso se evidenció que, en la comparación de medias, el día 2, el tratamiento *Eucalyptus cinerea* a 400 ppm fue el de mayor efecto ejercido sobre la movilidad de *Deroceras* spp. seguido de *Eucalyptus cinerea* a 200 ppm, mostrando así diferencia estadística con el resto de los tratamientos y el testigo (Tabla 2). El día 3, los tratamientos que más efectividad manifestaron sobre el movimiento de las babosas fueron *E. cinerea* y *E. globulus* a 400 ppm difiriendo del testigo y *Eucalyptus globulus* a 200 ppm. Para el 4to y 5to día todos los tratamientos difieren con el testigo, y tratamiento *Eucalyptus cinerea* a 400 ppm se destaca como el mejor por su efecto sobre la movilidad. Para los días 6to, 7mo y 8vo todos los tratamientos con aceites esenciales difieren con el testigo y no entre sí, evidenciando el efecto sobre la movilidad por contacto de los dos formulados a ambas concentraciones.

Tabla 2. Afectación por contacto con los diferentes tratamientos de la movilidad de *Deroceras* spp. Affectation by contact with the different treatments of the mobility of *Deroceras* spp.

| Afectación de movilidad por contacto (<i>Derocera</i> spp.) | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Tratamientos | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
| 1 <i>Eucalipto globulus</i> a 200 ppm | 0b | 6bc | 18b | 18b | 30a | 36a | 44a |
| 2 <i>Eucalipto globulus</i> a 400 ppm | 8ab | 20a | 20b | 20b | 40a | 40a | 40a |
| 3 <i>Eucalipto cinerea</i> a 200ppm | 4b | 14ab | 20b | 20b | 38a | 40a | 44a |
| 4 <i>Eucalipto cinerea</i> a 400ppm | 18a | 20a | 28a | 32a | 34a | 38a | 42a |
| 5 Testigo | 0b | 0c | 0c | 0c | 0b | 0b | 0b |
| CV (%) | 1,48 | 0,61 | 0,31 | 0,30 | 0,28 | 0,20 | 0,24 |
| ET* | 2,80 | 2,34 | 1,71 | 1,71 | 2,58 | 2 | 2,68 |

*Letras distintas en las columnas indican diferencias para tratamientos según la prueba Tukey ($P \leq 0,05$).

El resultado del ANOVA arrojó diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P < 0,05$) desde el segundo de haber iniciado el ensayo hasta el final de las evaluaciones. En la comparación de medias se puede observar que los tratamientos *E. globulus* a 200, 400 ppm y *E. cinerea* a 400 ppm realizados por ingestión mostraron afectación de la movilidad de *Deroceras* spp. al segundo día después de la aplicación con diferencia estadística significativa con el testigo y no con el tratamiento de *E. cinerea* a 200 ppm que no se diferenció del testigo. Por otra parte, se verificó que para el 3er día todos los tratamientos afectaron la movilidad con diferencia estadística entre sí y no con el testigo. Para el 4to día se observó que todos los tratamientos tuvieron efecto significativo sobre la movilidad de *Deroceras* spp, sin embargo, los mayores efectos se observaron para los tratamientos de *E. globulus* a 400 ppm y *E. cinerea* a 400 ppm pero que no se diferenciaron de *E. cinerea* a 200 ppm, y si de *E. globulus* a 200 ppm. Del 5to hasta el 8vo día los tratamientos mostraron un crecimiento sostenido del porcentaje de afectación de la movilidad sin diferir estadísticamente entre ellos, pero si con el testigo (Tabla 3).

El resultado del ANOVA mostró diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre las mortalidades de las babosas en los tratamientos desde el segundo de haber iniciado el ensayo hasta el final de las evaluaciones. Desde el tercer día de iniciado el ensayo en todos los tratamientos con aceites esenciales, excepto en *Eucalyptus globulus* a 200 ppm se produjeron mortalidad de las babosas. Los porcentajes de mortalidad que fueron aumentando con el tiempo con una dinámica similar hasta alcanzar 100 % o valores muy cercanos. La comparación de medias de evidencia que desde el día 3 al 9 de iniciado el ensayo, el tratamiento del aceite esencial de *E. cinerea* a 200 ppm se destacó por sus mayores porcentajes de mortalidad sobre las babosas con diferencia estadística significativa con el testigo, pero no con el tratamiento de *E. cinerea* a 400 ppm y el de *E. globulus* a 400 ppm, sin embargo. El día 10 el mayor porcentaje de mortalidad lo exhibía el tratamiento

de *E. globulus* a 400 ppm, pero también sin diferencia estadística significativa con *E cinerea* a 200 ppm y el de *E. globulus* a 400 ppm. El del día 11 todos los tratamientos con aceite diferían del testigo con mortalidades entre 66 y 82%, situación que se mantuvo hasta el día 15, momento en que los porcentajes de mortalidad variaron entre 96 y 100%. (Tabla 4).

Tabla 3. Afectación por contacto con los diferentes tratamientos de la movilidad de *Deroceras* spp. Affectation by contact with the different treatments of the mobility of *Deroceras* spp.

| Tratamientos | Afectación de movilidad por Ingestión (%) | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
| 1 <i>E. globulus</i> a 200 ppm | 14a | 22a | 22b | 36a | 40a | 50a | 52a |
| 2 <i>E. globulus</i> a 400ppm | 18a | 24a | 34a | 40a | 48a | 48a | 46a |
| 3 <i>E. cinerea</i> a 200ppm | 8ab | 16a | 30ab | 38a | 42a | 54a | 50a |
| 4 <i>E. cinerea</i> a 400ppm | 20a | 24a | 34a | 40a | 48a | 50a | 46a |
| 5 Testigo | 0b | 0b | 0c | 0b | 0b | 0b | 0b |
| CV (%) | 0,90 | 0,53 | 0,34 | 0,32 | 0,26 | 0,27 | 0,29 |
| ET* | 3,45 | 2,93 | 2,59 | 3,18 | 2,87 | 3,46 | 3,66 |

*Letras distintas en las columnas indican diferencias para tratamientos según la prueba Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabla 4. Mortalidad causada por contacto con los diferentes tratamientos sobre *Deroceras* spp.. Mortality caused by contact with the different treatments on *Deroceras* spp.

| Tratamientos | Mortalidad por Ingestión (%) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D13 | D15 |
| 1 <i>E. globulus</i> a 200 ppm | 0b | 0b | 2bc | 6bc | 16bc | 26b | 36b | 52b | 66a | 88a | 100a |
| 2 <i>E. globulus</i> a 400ppm | 12ab | 12ab | 18ab | 22ab | 34ab | 44ab | 56a | 64ab | 78a | 94a | 100a |
| 3 <i>E. cinerea</i> a 200ppm | 10a | 16a | 20a | 28a | 42a | 50a | 58a | 66ab | 72a | 88a | 96a |
| 4 <i>E. cinerea</i> a 400ppm | 10a | 10ab | 22a | 30a | 38a | 44ab | 54a | 70a | 82a | 98a | 100a |
| 5 Testigo | 0b | 0b | 0c | 0c | 0c | 0c | 0c | 0c | 0b | 0b | 0b |
| CV (%) | 1,26 | 1,49 | 1,03 | 0,91 | 0,57 | 0,46 | 0,42 | 0,25 | 0,23 | 0,11 | 0,05 |
| ET* | 2,56 | 3,59 | 4,07 | 4,97 | 4,76 | 4,78 | 5,51 | 4,06 | 4,45 | 2,63 | 1,19 |

*Letras distintas en las columnas indican diferencias para tratamientos según la prueba Tukey ($P \leq 0,05$)

El porcentaje de mortalidad por contacto de *Deroceras* spp presentó un ajuste lineal en función del tiempo para todos los tratamientos, obteniéndose valores de coeficientes de determinación (R^2) superiores a 0,93 lo que permitió emplear las ecuaciones de regresión para estimar el tiempo letal de cada uno de los tratamientos (Figura 1). Los tratamientos de *E. globulus* a 200 y 400 ppm demostraron tener un comportamiento similar con respecto al TL50 , alcanzado a los 9,28 días, ósea, que sobre este tiempo alcanzaron la mortalidad de

50% de la población de *Deroceras* spp. Para el *E. cinerea* a 200 ppm se alcanzó el TL50 a los 8,60 días después de sometidos al tratamiento. Cabe resaltar que el TL50 que manifestó menores valores relativos por contacto fue *E. cinerea* a 400 ppm alcanzado la población el 50% mortalidad a 7,43 días.

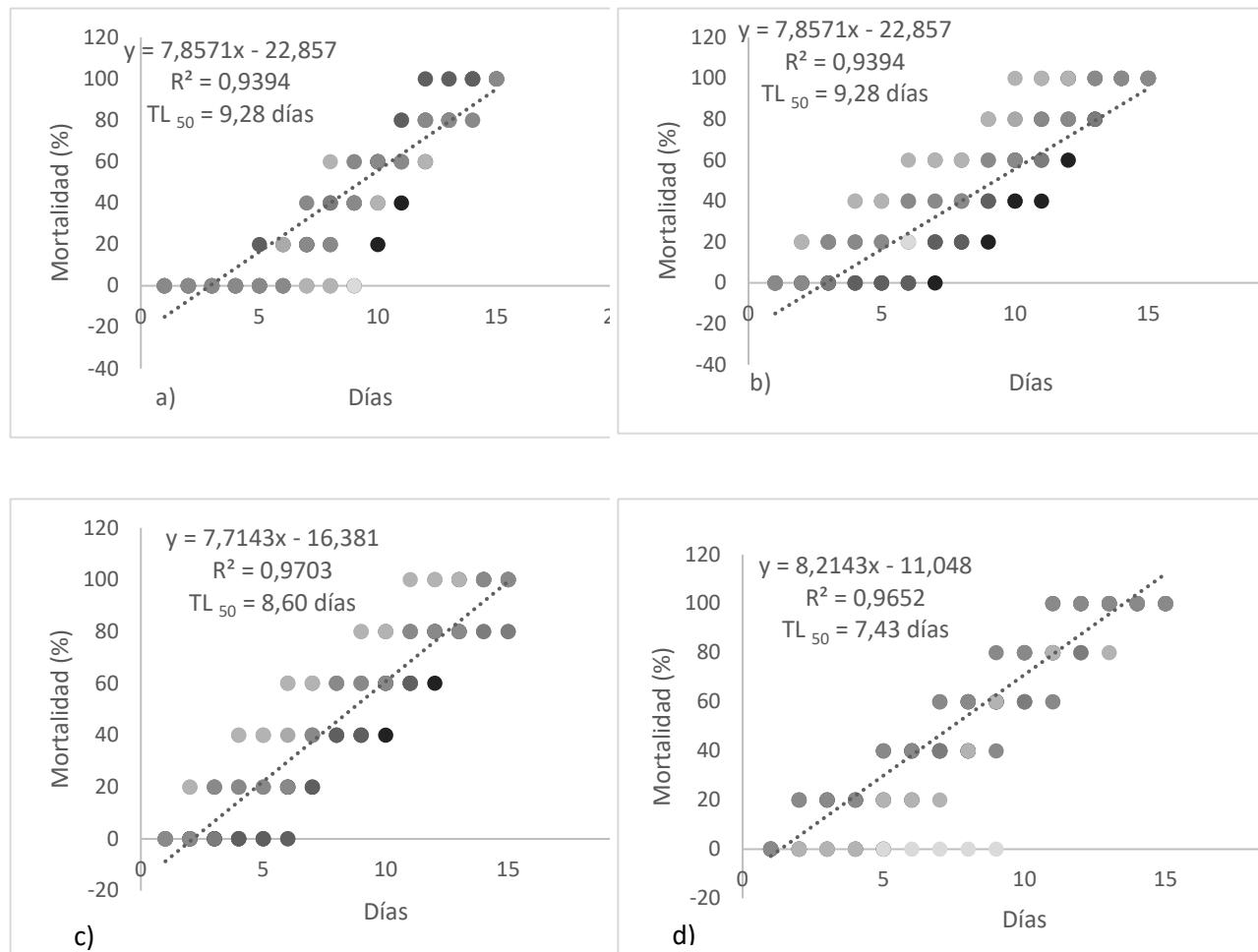


Figura 1. Valores de Tiempo letal en días (TL50) de las diferentes concentraciones de los aceites esenciales contra *Deroceras* spp. en acción por contacto: a) *E. globulus* a 100 ppm, b) *E. globulus* a 200 ppm, c) *E. cinerea* a 100 ppm y d) *E. cinerea* a 200 ppm. Lethal Time values in days (LT50) of the different concentrations of essential oils against *Deroceras* spp. in contact action: a) *E. globulus* at 100 ppm, b) *E. globulus* at 200 ppm, c) *E. cinerea* at 100 ppm and d) *E. cinerea* at 200 ppm.

El resultado del ANOVA mostró diferencia estadística significativa ($P<0,05$) entre las mortalidades de las babosas en los tratamientos por ingestión desde el segundo de haber iniciado el ensayo hasta el final de las evaluaciones. En la comparación de medias se puede apreciar un efecto temprano por ingestión de los tratamientos sobre la mortalidad de *Deroceras* spp. El día 2 el mayor porcentaje de mortalidad lo ejerció *E.*

cinerea a 400 ppm que tuvo diferencia estadística significativa con el testigo, pero o con el resto de los tratamientos. Al tercer día las mortalidades fueron superiores en los tratamientos *E. cinerea* a 400 ppm y *E. cinerea* a 400 ppm que presentaron diferencia estadística significativa con el testigo, pero no con el resto de los tratamientos. Al cuarto día las mortalidades fueron superiores en los tratamientos *E. cinerea* a 400 ppm y *E. cinerea* a 400 ppm y a 200 ppm que presentaron diferencia estadística significativa con *E. cinerea* a 200 ppm y con el testigo, aunque estos dos últimos también diferían estadísticamente. A partir del día 5to hasta 15vo día se observó que todos los tratamientos con los aceites diferían entre sí y no entre ellos. A partir del 9no día todos los tratamientos superaron el 50 % de mortalidad sin presentarse una diferencia significativa entre estos. Al día 15 de evaluación para todos los tratamientos evaluados se observó que una mortalidad general de 98%. (Tabla 5).

Tabla 5. Mortalidad causada por ingestión con los diferentes tratamientos contra *Deroceras* spp. Mortality caused by ingestion with the different treatments on *Deroceras* spp.

| Tratamientos | Mortalidad por Ingestión (%) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D12 | D15 |
| 1 <i>E. globulus</i> a 200 ppm | 2ab | 10ab | 18a | 24a | 32a | 38a | 42a | 54a | 66a | 90a | 98a |
| 2 <i>E. globulus</i> a 400ppm | 8ab | 18a | 24a | 28a | 34a | 40a | 50a | 62a | 72a | 88a | 94a |
| 3 <i>E. cinerea</i> a 200ppm | 2ab | 10ab | 14b | 24a | 32a | 38a | 46a | 54a | 62a | 84a | 98a |
| 4 <i>E. cinerea</i> a 400ppm | 12a | 16a | 18a | 26a | 38a | 42a | 50a | 62a | 70a | 90a | 98a |
| 5. Testigo | 0b | 0b | 0c | 0b |
| CV (%) | 3,22 | 1,33 | 1,03 | 0,68 | 0,41 | 0,41 | 0,4 | 0,36 | 0,38 | 0,23 | 0,1 |
| ET* | 2,76 | 3,46 | 2,90 | 3,73 | 3,23 | 3,35 | 4,21 | 5,33 | 6,24 | 3,65 | 2,06 |

*Letras distintas en las columnas indican diferencias para tratamientos según la prueba Tukey ($P \leq 0,05$).

El porcentaje de mortalidad de *Deroceras* spp. por ingestión también presentó un ajuste lineal en función del tiempo para todos los tratamientos, obteniéndose valores de coeficientes de determinación (R^2) superiores 0,90 lo que permitió emplear las ecuaciones de regresión para estimar el tiempo letal de cada uno de los tratamientos (Figura 2).

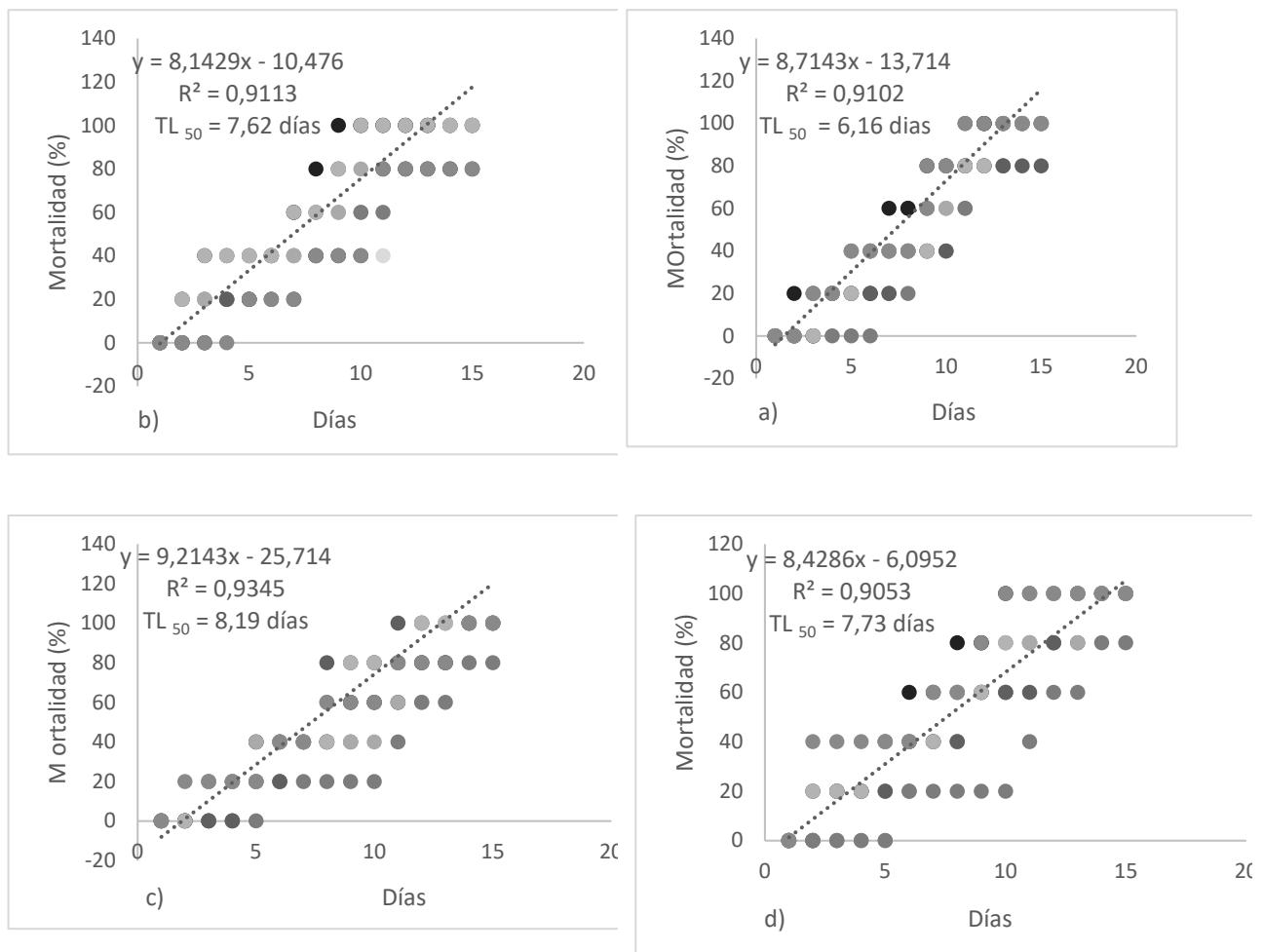


Figura 2. Valores de Tiempo letal en días (TL 50) de las diferentes concentraciones de los aceites esenciales contra *Deroceras* spp. en acción por ingestión: a) *E. globulus* a 100 ppm, b) *E. globulus* a 200 ppm, c) *E. cinerea* a 100 ppm y d) *E. cinerea* a 200 ppm. Lethal Time values in days (LT50) at the different concentrations of essential oils on *Deroceras* spp. by ingestion action: a) *E. globulus* at 100 ppm, b) *E. globulus* at 200 ppm, c) *E. cinerea* at 100 ppm and d) *E. cinerea* at 200 ppm.

Para *E. globulus* a 200 ppm se estimó un tiempo TL_{50} los 7,6 días desde la primera aplicación del formulado, mientras que a 400ppm ya que el TL_{50} fue de 6,16 días, valor relativo más bajo estimado en el ensayo. El tratamiento de *E. cinerea* a 400 ppm alcanzaba a los 7,7 días la mortalidad del 50% de las babosas, mientras que el *E. cinerea* a 200 ppm fue más retardado en alcanzar la mortalidad del 50% de la población con un tiempo estimado de 8,19 días, por lo que para esta especie valiera la pena usar la dosis más alta al pasar a hacer ensayos en condiciones de campo.

Se puso de manifiesto que los valores relativos de los TL_{50} en el caso de *Deroceras* spp. fueron menores por ingestión que por contacto para los dos formulados de las especies de *Eucalyptus*, aspecto a tener en cuenta

para decidir la forma de realizar los tratamientos en campo, pudiéndose usar el aceite esencial en forma de cebos.

Discusión

Con los presentes resultados se confirman la potencialidad de las especies de eucaliptos para el control de moluscos plagas de los cultivos ya que Castellanos y Mora (20220) en resultados preliminares verificaron la reducción de las poblaciones de babosas en fresa a partir de cebos fabricados con extractos de *E. globulus* y *E. camandulensis* en las condiciones de Pamplona.

Se conoce que los formulados a base de metaldehído hacen su acción fundamentalmente por ingestión y no siempre tienen buena eficacia deseada contra *Deroceras reticulatum*, lo cual depende de la concentración del producto, sus atractantes y la humedad del suelo (Salvio et al., 2008), motivo por el cual se ha justificado la búsqueda de alternativas de control de estas babosas como la presente.

Varios autores informaron que el aceite esencial de *E. globulus* manifiestaba actividad antibacteriana (Ponce et al., 2003, Salari et al., 2006; Mossi et al., 2011). Por otra parte, se había demostrado el efecto fungicida del aceite esencial de *E. globulus* para la prevención de enfermedades poscosecha de la fresa (Trejo-Ramírez et al., 2015), a lo cual se adiciona el efecto molusquicida que se ha verificado.

Aunque el aceite esencial de *E. globulus* también presentó toxicidad significativa por contacto contra el insecto *S. zeamais* la cual se redujo en más de un 50% a concentraciones de 4 y 8% mientras que la toxicidad como fumigante mostró mortalidades superiores al 70% en los tratamientos a 35 µL/L (González et al., 2016), esta especie de eucalipto no se había señalado como efectiva para moluscos.

Se plantea que entre las posibilidades alternativas no químicas para el control de babosas está el uso de extractos vegetales y aceites esenciales del árbol de eucalipto (Quintero et al., 2022) sobre todo por los resultados de investigaciones realizadas en Brasil donde se informaron ocho especies de *Eucalyptus* con efecto molusquicida (Martineli et al., 1990), pero diferentes a las estudiadas en esta investigación.

En otra revisión sobre las posibilidades del empleo de aceites esenciales y sus componentes como prometedores para el control de moluscos gasterópodos se señala la posibilidad del empleo de *E. camandulensis* y sus metabolitos 4-terpineol (+)-4-Carene, γ-terpinene, p-Menth- 1-en-8-ol, por sus acción sobre el molusco terrestre *Theba pisana*, y de *E. globulus* y sus metabolitos 1,8-Cineole y α-Pinene por su efecto sobre el molusco acuático *Bulinus truncatus* (Radwan & Gad, 2021), por lo que debe seguirse

profundizando en próximas investigaciones los metabolitos predoínares en esta especie en la zona de Pamplona.

Los positivos resultados obtenidos en condiciones de laboratorio deben verificarse en condiciones de campo en diferentes cultivos para lo cual deben mantenerse los vínculos con el laboratorio de química de la Universidad de Pamplona con vistas a trabajar en diferentes formulaciones que permita definir la eficacia y su persistencia en condiciones de campo.

Conclusiones

Los aceites de *E. globulus* y *E. cinerea* tuvieron efecto sobre la movilidad de las babosas de las especies de Deroceras al poco tiempo de exponerlas al tratamiento tanto por ingestión como por contacto.

Los aceites esenciales de ambas especies de Eucalyptus a las dos concentraciones (200 y 400 ppm) causaron altos porcentajes de mortalidad de Deroceras spp. tanto por contacto como por ingestión a nivel de laboratorio, lo que los convierte en fuertes candidatos para evaluar la eficacia de estos contra esta babosa en condiciones de campo, lo mismo en formulados asperjados que en forma de cebos.

Referências

Cañedo V, Alfaro A, Kroschel J (2011) Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. Disponible en: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/005739.pdf>.

Castellanos L, Mora EA (2020) Preliminaries on the use of baits with eucalyptus extracts for the control of slugs in Pamplona, Colombia, Revista Infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas 3(1):1-7,

Castellanos L, Serrano J (2020) Pérdidas económicas por babosas en fresa (*Fragaria × ananassa*, Duch) bajo las condiciones de Pamplona, Norte de Santander. FACE 20(1):49-60.
<https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2020.465>

Castellanos L, Serrano J, Becerra WM (2020) Preferencia por morfoespecies de babosas en diferentes cultivos y ambientes del municipio Pamplona, Norte de Santander. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo 1(9):1-9. <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2020.356>

Cobos RM, Becerra WM, Castellanos L (2019) Riqueza y abundancia de las babosas en cuatro cultivos de Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Bistua. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas 17(2):229-233. { <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2019.3538>

Constantino LM, 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). Chinchiná, Caldas, Colombia.

France, M. G. (2016). Control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) con *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (Nematoda: Rhabditidae) en suelos con sistema de cero labranza. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000200001

Gliessman S (2016) Transforming food systems with agroecology. Agroecology and Sustainable Food Systems 40:(3)187-189, <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>

González-Guiñez R, Silva-Aguayo G, Urbina-Parra A, González MG (2016) Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden (Myrtaceae) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Chilean J. Agric. Anim. Sci. 32(3):206204-216. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902016005000005>

Gualdrón CA, Maldonado BA, Espitia VD, García JN (2017) Aproximación al caso de desarrollo local de la zona rural del municipio de Pamplona. FACE: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales 17(2):142-154. <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2017.2658>

Herrera N, Castellanos L (2013) Informe sobre la incidencia de moluscos plaga en organopónicos del municipio de Cienfuegos, Cuba. Centro Agrícola, 40(1): :89-90

Herrera N, López B, Castellanos L, Nodarse M, Pérez Y (2013) Incidencia de los moluscos plagas en los organopónicos del municipio de Cienfuegos. Centro Agrícola, 40(4); 49-55.

ICA (2011 a) Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth). Bogotá D.C. Colombia.

ICA (2011b) Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena* y *S. phureja*). Bogotá D.C. Colombia.

ICA (2012) Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Bogotá D.C. Colombia.

Martineli N, Araújo N, Perera C, Pereira JP, Katz N (1990) Atividade moluscicida e cercaricida de diferentes espécies de Eucalyptus. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 23(4): 197-199.
<https://doi.org/10.1590/S0037-86821990000400002>

Mossi AJ, Astolfi V, Kubiak G, Lerin L, Zanella C, Tonazzo G, de Oliveira D, Treichel H, Devilla IA, Rogerio Cansian R, Restello R (2011) Insecticidal and repellency activity of essential oil of Eucalyptus sp. against Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). J. Sci. Food Agric. 91(2):273-277.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.4181>

Ponce AG, Fritz R, Del Valle C, Roura SI (2003) Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard, Lebensm. Wiss. Technol. 36:679-684. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00088-4](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00088-4)

Quintero C, Castellanos L, Becerra W (2022) Possibilities of the alternative management of mollusk pests in agricultural crops. A Review". Inge CUC 18 <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.1.2022.01>

Radwa MA, Gad AF (2021) Essential oils and their components as promising approach for gastropod mollusc control: a review. Journal of Plant Diseases and Protection 128:923-949 <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00484-5>

Rizzo MC, Cobos M, Castellanos L, Becerra WM (2019) Influence of soil conditions on eight crops on the incidence of slugs in the Monte Adentro village, Pamplona, Norte de Santander. Bistua. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas 17(3):166-178.

http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/issue/view/203

<https://doi.org/10.24054/01204211.v3.n3.2019.3575>

Salari MH, Amine G, Shirazi MH, Hafezi R, Mohammadpour M (2006) Antibacterial effects of Eucalyptus globulus leaf extract on pathogenic bacteria isolated from specimens of patients with respiratory tract disorders, Clinical Microbiology and Infection, 12(2),194-196. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2005.01284.x>

Salvio C, Faberi A, López A, Manetti P, Clemente N (2008) The efficacy of three metaldehyde pellets marketed in Argentina, on the control of *Deroceras reticulatum* (Müller) (Pulmonata: Stylommatophora). Spanish Journal of Agricultural Research, <https://doi.org/10.5424/sjar/2008061-295>

SENA y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia (2014) Manual Técnico del Cultivo de Fresa Bajo Buenas Prácticas Agrícolas. Medellín, Colombia.

Serre M (2005) Manejo de babosas en el cultivo de girasol en siembra directa. Departamento de Agronomía, Pioneer Argentina S.A. Dupon Company. Disponible en:
https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina_Intl/AGRONOMIA/con_agric_inv_lotes/IL_Manexo_babosa_girasol_05.pdf

Sinavimo (2016) Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas (*Deroceras reticulatum*).
<https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/deroceras-reticulatum>

Trejo-Ramírez V, Trejo-Márquez MA, Pascual-Bustamante S, Vargas A (2015). Extracción de aceite esencial de eucalipto y su aplicación como agente antifúngico en un envase activo para conservación de frambuesa. Rev. Iber. Tecnología Postcosecha 16 (2):228-233.

Yáñez X, Cuadro OF. (2012) Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* de tres zonas de Pamplona (Colombia). Bistua. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas 10 (1):52-61.