



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS



CARRERA DE AGRONOMÍA

Evaluación del efecto molusquicida de los extractos vegetales (*Agave americana*, *Furcraea andina*) como alternativa para el control de Babosas (*Deroceras reticulatum*) en el cultivo de fresa (*Fragaria Ananassa*).

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN REQUISITO PARA
OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

Autora:

Aracelly Yajaira Azas Caizaguano

Tutor:

Ing. Pérez Salinas Marco Oswaldo, PhD

CEVALLOS, 2025

**Evaluación del efecto molusquicida de los extractos vegetales (*Agave americana*,
Furcraea andina) como alternativa para el control de Babosas (*Deroceras reticulatum*)
en el cultivo de fresa (*Fragaria Ananassa*).**

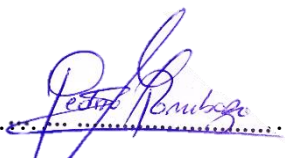
REVISADO POR:



Ing. Pérez Salinas Marco Oswaldo, PhD

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:



Ing. Pomboza Tamaquiza Pedro Pablo, PhD

22 / 07 / 2025

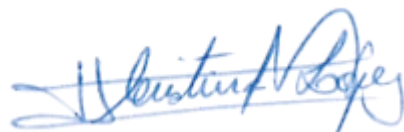
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. Mg. León Gordón Olguer Alfredo

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN**

22 / 07 / 2025



BQF.Mg. López Villacís Isabel Cristina

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN**

22 / 07 / 2025

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, Aracelly Yajaira Azas Caizaguano, portador de cédula de ciudadanía número: 1805440359, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“Evaluación del efecto molusquicida de los extractos vegetales (Agave americana, *Furcraea andina*) como alternativa para el control de Babosas (*Deroceras reticulatum*) en el cultivo de fresa (*Fragaria Ananassa*)”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



Azas Caizaguano Aracelly Yajaira

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación del efecto molusquicida de los extractos vegetales (*Agave americana*, *Furcraea andina*) como alternativa para el control de Babosas (*Deroceras reticulatum*) en el cultivo de fresa (*Fragaria Ananassa*)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



Azas Caizaguano Aracelly Yajaira

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la fuerza y la sabiduría necesaria para no desistir de lograr este objetivo.

A mis padres:

Hernán y Martha, por haberme forjado como una persona de bien con principios y buenos valores, así llegue a ser quien soy en la actualidad, todos mis logros se los debo a ustedes en especial este, por ser mi guía y mi fortaleza a la vez, las palabras no alcanzan para agradecerles todo lo que han hecho por mí, sé que DIOS y la misma vida va a recompensarlos, de mi parte solo podre decir que sin ustedes no hubiese sido posible cumplir mis sueños, espero que se puedan sentir orgullosos de su hija.

A mis hermanos:

Salome y Eider mis pequeños que sin saber que tan difícil era este proceso siempre me alentaron a seguir, que con sus abrazos reconfortaban mi estado de ánimo después de un día cansado, sé que con ustedes viviré muchas aventuras y compartiremos miles de experiencias por ello tratare ser su guía en cada pasito que den, los amo infinitamente.

A Henry que es una persona muy especial en mi vida y me ha brindado su amor y apoyo incondicional desde el primer día que empezó esta travesía, gracias por estar junto a mí en los buenos y en los malos momentos siempre alentándome a seguir, esté logro también es para ti.

A mis abuelitas:

Rafaela y Rosa gracias por sus consejos y palabras de aliento en los momentos precisos, ustedes también contribuyendo para que pudiera alcázar mi objetivo.

A mis ángeles del cielo

Kevin, Rafael y Efrain mis ángeles de luz que me han guiado por el camino del bien, siempre los llevaré en mi corazón.

Finalmente dedico este proyecto a toda mi familia que fue parte de este bonito proceso, gracias por brindarme su apoyo incondicional.

Con amor

Aracelly Yajaira Azas Caizaguano

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato gracias por abrirme las puertas de tan distinguida institución.

A mi tutor el Ing. Marco Pérez gracias por sus conocimientos impartidos hacia mi persona durante el desarrollo de este proyecto.

A mi mejor amiga Samantha gracias por ser la persona que siempre está para mi incondicionalmente pese a cualquier circunstancia.

A mi team "Las Anita's" Daniela, Viviana, Jennifer gracias a todas ellas por ser parte de este bonito viaje de principio a fin, lleno de aventuras, risas, llantos y experiencias únicas e inolvidables que quedarán marcadas en lo más profundo de mi corazón, gracias a la anfitriona de esto Ana Santo por su carisma, su humildad y sus bonitos sentimientos, que gracias ellos pudimos concretar esta bonita amistad, sin antes mencionar la gratitud hacia Alex que siempre estaba para nosotras como el protector del grupo.

A Karen, dicen que la vida y destino hacen que coincidas con personas buenas en el tiempo justo y necesario, pues eternamente agradecida con la vida por a verte puesto en mi camino, ha sido un gusto y un privilegio coincidir contigo haciendo lo que más nos gusta que es jugar al fútbol, gracias por dejarme ser parte de tu familia y conocer un poco de tu cultura, sobre todo gracias por tu aliento en cada momento.

Gracias a mis amigos y compañeros y todas las personas que me acompañaron en este proceso llamada carrera universitaria.

Mi más sincero agradecimiento

Aracelly Yajaira Azas Caizaguano

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO.....	3
1.ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
1.1 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	4
1.1.1 Origen de la frutilla/fresa	4
1.1.2 Taxonomía.....	5
1.1.3 Morfología	5
1.1.4. Distribución	6
1.1.5. Requerimiento climático y edáfico.....	7
1.1.6 Importancia de los extractos vegetales.....	8
1.1.7 Agavaceae	8
1.1.8 Características de las Agaváceas	8
1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.2.1 Objetivo general.....	10

CAPÍTULO II	11
2. METODOLOGÍA	11
2.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO	11
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	11
2.3 EQUIPOS Y MATERIALES	11
2.3.1 Equipos	11
2.3.2 Materiales, Herramientas	11
2.3.3 Materiales de oficina.....	12
2.4 FACTORES DE ESTUDIO.....	12
2.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO	13
2.5.1 <i>Obtención de los insumos</i>	13
2.5.2 <i>Preparación del extracto vegetal</i>	13
2.5.3 <i>Aplicación de los tratamientos</i>	14
2.5.4 <i>Labores pre-culturales</i>	14
2.6 VARIABLE RESPUESTAS.....	14
2.6.1 <i>Frutos dañados antes de la aplicación</i>	14
2.6.2 <i>Frutos dañados después de la aplicación</i>	15
2.6.3 <i>Número de babosas muertas</i>	15
2.7 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	15
2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	15
CAPÍTULO III 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
3.1 BABOSAS MUERTAS	17
3.2 FRUTOS DAÑADOS ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.....	19
3.3 Hipótesis.	20
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21

4.1 CONCLUSIONES	21
4.2 RECOMENDACIONES	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
ANEXOS	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la fresa.....	5
Tabla 2. Tratamientos del experimento con extractos vegetales	12
Tabla 3. Características del experimento	16
Tabla 4. Número de babosas muestras a los 15, 30 y 45 días de la aplicación del tratamiento molusquicida de los extractos vegetales (<i>Agave americana</i> , <i>Furcraea andina</i>)	17
Tabla 5. Número de frutos dañados antes y después del tratamiento molusquicida de los extractos vegetales (<i>Agave americana</i> , <i>Furcraea andina</i>)	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. ANOVA - Día 15 para la variable, número de babosas muertas.....	26
Anexo 2. ANOVA - Día 30 para la variable, número de babosas muertas.....	26
Anexo 3. ANOVA - Día 45 para la variable, número de babosas muertas.....	26
Anexo 4. ANOVA - Día 15 para la variable, Frutos dañados antes de la aplicación.....	26
Anexo 5. ANOVA - Día 30 para la variable, Frutos dañados antes de la aplicación	27
Anexo 6. ANOVA - Día 55 para la variable, Frutos dañados antes de la aplicación	27
Anexo 7. ANOVA - Día 15 para la variable, Frutos dañados después de la aplicación.....	27
Anexo 8. ANOVA - Día 30 para la variable, Frutos dañados después de la aplicación.....	27
Anexo 9. ANOVA - Día 45 para la variable, Frutos dañados después de la aplicación	28
Anexo 10. ANOVA de frutas dañadas antes y después de los tratamientos.....	28
Anexo 11. Reconocimiento del problema.....	28
Anexo 12. Recolección de la materia prima agaves (<i>A. americana</i> , <i>F. andina</i>).....	29
Anexo 13. Corte de pencas en fracciones (<i>A. americana</i> , <i>F. andina</i>).....	29
Anexo 14. Desinfección de los recipientes para el almacenamiento de los extractos.	30
Anexo 15. Fermentación de las fracciones de los agaves.	30
Anexo 16. Proceso de la extracción del zumo de <i>agave americana</i>	31
Anexo 17. Proceso de la extracción del zumo de <i>Furcreae andina</i>	31
Anexo 18. Tamizaje de los extractos	32
Anexo 19. Dosificación de extractos	32
Anexo 20. Aplicación de extractos en el cultivo de fresa	33
Anexo 21. Cultivo de fresa	33

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto molusquicida de los extractos vegetales de *Agave americana* y *Furcraea* andina como alternativas biológicas para el control de *Deroceras reticulatum* (babosas) en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*). El experimento se desarrolló en un cultivo establecido de la variedad Albion, en la parroquia Santa Rosa, cantón Ambato. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), considerando dos extractos vegetales en dos concentraciones (25% y 50%), más dos testigos (absoluto y químico), con tres repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: número de babosas muertas, frutos dañados antes y después del tratamiento. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y prueba de Tukey al 5%. Los resultados mostraron que el extracto de *Agave americana* al 50% (D1E2) fue el tratamiento más eficaz, logrando la mayor mortalidad de babosas a los 30 días (8,33 individuos), con resultados comparables al control químico. Sin embargo, todos los extractos mostraron una disminución en su efectividad a los 45 días, lo que evidencia un efecto residual limitado. Respecto a los frutos dañados, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ni tiempos de evaluación. Se concluye que los extractos vegetales, especialmente *Agave americana* al 50%, poseen un alto potencial molusquicida en cultivos de fresa. Se recomienda su uso como alternativa agroecológica, aunque se sugiere investigar su persistencia y combinarlo con otras estrategias para maximizar la eficacia en la reducción del daño visible en frutos.

PALABRAS CLAVE: EFECTO MOLUSQUICIDA, EXTRACTOS VEGETALES, BABOSAS, CULTIVO DE FRESA.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the molluscicidal effect of plant extracts from *Agave americana* and *Furcraea andina* as biological alternatives for the control of *Deroceras reticulatum* (slugs) in strawberry (*Fragaria ananassa*) cultivation. The experiment was conducted in an established Albion variety strawberry crop in the Santa Rosa parish, Ambato canton. A completely randomized block design (CRBD), considering two plant extracts at two concentrations (25% and 50%), plus two controls (absolute and chemical), with three

replications per treatment. The evaluated variables were: number of dead slugs, and damaged fruits before and after treatment. Statistical analysis was performed using ANOVA and Tukey's test at 5%. Results showed that the *Agave americana* extract at 50% (D1E2) was the most effective treatment, achieving the highest slug mortality at 30 days (8.33 individuals), with results comparable to the chemical control. However, all extracts showed a decrease in effectiveness at 45 days, indicating a limited residual effect. Regarding damaged fruits, no statistically significant differences were observed between treatments or evaluation times. It is concluded that the plant extracts, especially *Agave americana* at 50%, possess high molluscicidal potential in strawberry crops. Its use is recommended as an agroecological alternative, although further research on its persistence is suggested, along with combining it with other strategies to maximize effectiveness in reducing visible fruit damage.

KEYWORDS: MOLLUSCICIDAL EFFECT, PLANT EXTRACTS, SLUGS, STRAWBERRY CULTIVATION.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los moluscos terrestres, como las babosas y caracoles, aunque no representan un riesgo directo para los seres humanos, se convierten en plagas importantes en ambientes agrícolas y hortícolas, particularmente en cultivos de fresa. Estos organismos se alimentan perforando y consumiendo hojas y frutos, especialmente aquellos cercanos al suelo, como las fresas, afectando así el desarrollo normal de las plantas y reduciendo la calidad de la producción (SnailsSlugs_FCC, 2018).

Una de las características que incrementa su capacidad de proliferación es su condición hermafrodita, lo que les permite reproducirse rápidamente. Cada individuo puede depositar hasta 80 huevos, los cuales son escondidos bajo hojas, grietas o en el suelo. Además, son más activos durante la noche o en condiciones de humedad y neblina, lo que dificulta su control (Wilen, 2021).

Diversos métodos han sido utilizados para su manejo, entre los cuales se destaca el fosfato de hierro, una sustancia natural no tóxica para humanos, pero efectiva en la alteración del sistema digestivo de los moluscos, llevándolos a dejar de alimentarse hasta morir (Ochoa, 2018). También se emplean productos basados en metaldehído, un molusquicida específico que provoca deshidratación severa en los moluscos. Sin embargo, otras alternativas como los carbamatos y sales metálicas resultan ser altamente contaminantes para el suelo y peligrosas para la salud humana (Glacoxan, 2021).

Ante esta problemática, especialmente en la zona fresera del Ecuador, los agricultores han optado por buscar soluciones más sostenibles y amigables con el medio ambiente. En este contexto, los extractos vegetales de especies como ají, orégano, ruda y artemisa han mostrado eficacia como insecticidas naturales, permitiendo el control de plagas sin comprometer la salud del suelo ni la biodiversidad (López, 2018).

Particularmente, se ha considerado el potencial del agave, planta que contiene metabolitos secundarios como flavonoides, taninos, esteroides, glucósidos y saponinas, estas últimas conocidas por su acción repelente y tóxica frente a diversos organismos. Las saponinas poseen propiedades funcionales que las hacen valiosas en aplicaciones agrícolas, pues contribuyen a la defensa natural de las plantas frente a plagas y patógenos (Liang, 2021).

La necesidad de encontrar alternativas naturales para el control de plagas es imperativa, especialmente frente a la creciente preocupación por la seguridad alimentaria, la protección del medio ambiente y la salud de los trabajadores agrícolas. Esta investigación se justifica en la búsqueda de métodos eficaces, sostenibles y de bajo impacto ambiental para controlar la presencia de babosas y caracoles en cultivos sensibles como la fresa.

Existen experiencias previas exitosas en el uso de extractos vegetales con propiedades insecticidas y repelentes, como los derivados de ruda, orégano y ají. Asimismo, se ha documentado el uso de saponinas en el ámbito agrícola como una alternativa eficaz para el manejo de plagas, sin afectar los ecosistemas circundantes (López, 2018; Liang, 2021).

El presente trabajo tiene como finalidad evaluar el efecto de extractos vegetales de agave (*Agave spp.*) como alternativa biológica para el control de babosas en cultivos de fresa, considerando su composición fitoquímica y su potencial como repelente o molusquicida natural. Se espera que los resultados contribuyan a ofrecer una solución práctica, accesible y ecológica para los agricultores afectados por esta plaga.

MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Castellanos (2017) menciona que en la búsqueda de alternativas a los productos químicos se han propuesto productos de origen natural como el Solasol a partir de *Solanum globiferum* Dunal (Solanaceae). También se han estado investigando la acción de fitoplaguicidas de plantas de la familia Agavaceae (*Asparagaceae*), se han estado buscando alternativas a los moluquicidas químicos en-caminándose investigaciones con tierra de diatomeas tanto a nivel de laboratorio como de campo , también con aceites esenciales de plantas de eucalipto , sin embargo, en la zona abundan muchas plantas nativas de la familia Agavaceae y no se han investigado para el manejo de babosas en las plantaciones de hortalizas porque estas suelen ser las más afectadas por los moluscos.

Según Cobos (2019) determina que los extractos de *Furcraea andina*, utilizados tanto en forma líquida como en trozos, lograron niveles altos de eficacia y se sugieren como alternativas para plaguicidas. Por ende, ofrece a los agricultores la posibilidad de usar cualquiera de los métodos de extracción disponibles, aunque podría ser necesario realizar algunas aplicaciones para aumentar la efectividad. Esto se puede explicar porque los frutos afectados pueden permanecer en la planta varios días antes de ser cosechados y los extractos pueden acumularse cuando se aplican en las mismas áreas en dos ocasiones, como han mencionado otros investigadores.

Torres (2019) menciona que las babosas representan una plaga significativa en diversos cultivos alrededor del mundo. El propósito de este estudio fue analizar el efecto molusquicida de tres especies pertenecientes a la familia Agavaceae: *Agave americana*, *Furcraea bedinghausii* y *Furcraea andina*, como opciones de control para babosas en el cultivo de papa criolla, utilizando dos técnicas de extracción: jugo y macerado.

López (2018) determina que, en la investigación, de tipo experimental, se llevó a cabo mediante un ensayo en campo. Se aplicaron seis tratamientos, tres basados en jugos frescos de las plantas y tres en extractos acuosos obtenidos a partir de hojas trituradas. Además, se incluyó un tratamiento estándar con Tierra de Diatomeas y un grupo control sin intervención.

López (2018) menciona que los extractos de *Furcraea andina*, tanto en presentación líquida como en fragmentos, demostraron una elevada eficacia técnica al reducir los daños ocasionados por babosas, con diferencias estadísticas significativas respecto al grupo control y resultados comparables al tratamiento estándar con Tierra de Diatomeas. Por lo tanto, los extractos de *Furcraea andina* se destacaron como las opciones más estables y efectivas en el manejo de esta plaga en cultivos de papa criolla.

1.1 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

1.1.1 Origen de la frutilla/fresa

La variedad actual de frutilla o fresa, conocida científicamente como *Fragaria ananassa*, fue desarrollada hace aproximadamente 250 años. No obstante, se estima que las primeras formas domesticadas de esta fruta fueron cultivadas hace cerca de 2.000 años. Las especies silvestres de fresa tienen su origen en la región de los Alpes, en Europa (Grupo *Fragaria*, 2021).

1.1.2 Taxonomía

Tabla 1

Taxonomía de la fresa

Familia	Rosaceae
Especie	<i>Ananassa</i>
Género	Fragaria
Nombre común	Fresa

Fuente: (DFINNOVA, 2022)

1.1.3 Morfología

Según Díaz (2019) las fresas pertenecen al género *Fragaria* de la familia de las Rosáceas. Además, también se conocen como fresas rojas. Es una hierba perenne con estolones cortos que pueden convertirse en rizomas. Sus hojas en roseta son trilobuladas con bordes dentados. Aunque se consideran falsas rosetas, pertenecen a los rizomas. La planta tiene raíces fibrosas primarias y secundarias, así como raíces finas de unos 30 cm de profundidad. Forma una copa de hasta 50 cm de altura a nivel del suelo y puede generar ramas de hasta 15 cm de largo, llamadas estolones, los cuales son capaces de regenerar nuevas plantas y favorecer su reproducción. Las flores son blancas y están dispuestas en cimas, con 5 cálices divididos, 5 pétalos redondos, numerosos estambres y semillas.

- **Hojas:** presentan una estructura trifoliada, compuesta por tres hojuelas, cada una con su propio pecíolo, que se unen a un pecíolo principal. En la base de este se encuentran las estípulas, que envuelven y protegen las yemas donde se localizan los puntos de crecimiento. Dependiendo de las condiciones ambientales, estas yemas pueden desarrollar flores, coronas, nuevas hojas o estolones (Díaz,2019).
- **Fruto:** el crecimiento de los aquenios induce el ensanchamiento del receptáculo floral que los rodea. Este receptáculo adquiere una forma cónica, se vuelve carnoso e hipertrofiado, con tonalidades rojas o amarillentas, y constituye la parte comestible del fruto (Díaz,2019).

- **Estolón:** es un tallo que se extiende horizontalmente desde la corona de la planta.

A partir del segundo nudo de cada estolón, emerge una nueva plántula que desarrolla raíces, lo que le permite fijarse al suelo y nutrirse. Esta nueva planta, a su vez, puede generar más estolones, favoreciendo la reproducción vegetativa (Díaz,2019).

Su origen se remonta a hace aproximadamente 400 millones de años, cuando los ancestros de los gasterópodos divergieron de otros grupos de moluscos y comenzaron a adaptarse a la vida en tierra firme. Desde entonces, las babosas han experimentado una diversificación considerable, adaptándose a una amplia variedad de hábitats terrestres en todo el mundo. La evolución de las babosas ha sido moldeada por factores ambientales, como cambios climáticos y disponibilidad de hábitats, así como por interacciones biológicas con otros organismos y adaptaciones morfológicas y fisiológicas para la supervivencia en tierra (Ortiz, 2021).

Además, estudios recientes han utilizado técnicas avanzadas de secuenciación genética y análisis filogenéticos para reconstruir las relaciones evolutivas entre diferentes especies de babosas y sus parientes más cercanos. Estos estudios han contribuido significativamente a nuestra comprensión de cómo las babosas han evolucionado y se han diversificado a lo largo del tiempo geológico (Ortiz, 2021).

1.1.4. Distribución

La provincia de Tungurahua cuenta con centros de acopio de fresa y Mora como Asoprotomi, Junta de Riego Mocha Huachi entre otras organizados jurídicamente con el asesoramiento del ministerio de agricultura y ganadería (MAG) con desarrollo de capacitaciones constantes, Tungurahua se considera una zona muy productiva de mora y fresa porque se encuentra rodeada de cantones y parroquias muy productivas de fresa como por ejemplo Tisaleo, Cevallos, Montalvo, Juan Benigno Vela, San Pablo de Santa Rosa,

Quisapincha entre otras, de esta manera el MAG apoya a los grandes y pequeños productores para que busquen alternativas agroecológicas que reduzcan ya utilización de agroquímicos en sus cultivo para garantizar a los consumidores alimentos de buena calidad (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

1.1.5. Requerimiento climático y edáfico

Sembralia (2023) Menciona que el cultivo de la fresa es uno de lo más demandadas en todo el mundo. La planta de la fresa, perteneciente a la familia de las Fragarias, está muy influenciada por diferentes factores:

- **Tipo de suelo:** La planta de fresa se desarrolla mejor en suelos de textura arenosa o franco-arenosa, que aseguren una buena aireación y drenaje, pero que también retengan cierta cantidad de agua. Un suelo ideal para su cultivo contiene aproximadamente un 20% de arcilla, 15% de caliza y cerca de un 5% de materia orgánica (Sembralia, 2023).
- **Nutrientes:** El fósforo y el potasio son elementos esenciales. Su aplicación debe iniciarse antes de la siembra para favorecer el desarrollo saludable de las raíces y un arranque vigoroso del cultivo. Posteriormente, se recomienda seguir aplicándolos durante las etapas de floración y formación de frutos, con el fin de mejorar la calidad final del producto (Sembralia, 2023).
- **Temperatura:** Aunque las fresas son tolerantes a distintos climas y pueden soportar condiciones extremas, la temperatura óptima para su desarrollo se sitúa en un promedio anual entre 15 y 20 °C. Las fases más delicadas son la floración y el cuajado del fruto, ya que temperaturas inferiores a 0 °C o superiores a 32 °C pueden provocar la caída de flores o impedir la formación adecuada del fruto (Sembralia, 2023).

- **Humedad:** El rango ideal de humedad relativa para el cultivo de fresa está entre el 65 % y el 75 %. Una humedad insuficiente puede deteriorar los frutos y aumentar las pérdidas, mientras que una humedad excesiva eleva el riesgo de aparición de enfermedades (Sembralia, 2023).
- **pH:** El cultivo de fresa requiere un pH ligeramente ácido, comprendido entre 5.5 y 6.5, y una profundidad mínima del sustrato de 15 cm para permitir un adecuado desarrollo radicular (Sembralia, 2023).

1.1.6 Importancia de los extractos vegetales

Es importante considerar que existen diversas estrategias alternativas para el manejo de plagas, caracterizadas principalmente por su bajo costo, buena eficacia y facilidad de implementación por parte de productores de pequeña escala. En este contexto, las plantas han cobrado cada vez mayor relevancia como fuentes naturales de compuestos bioactivos con acción insecticida. Esta tendencia ha ido en aumento durante las últimas cuatro a cinco décadas. En varios países de América Latina —entre ellos, Colombia, Brasil, México, Ecuador y Chile— se han promovido investigaciones enfocadas en la búsqueda de principios activos derivados de especies vegetales, con el fin de desarrollar opciones de control de plagas que sean sostenibles y con escaso o nulo efecto adverso sobre el medio ambiente (Jimenez, 2018).

1.1.7 Agavaceae

El término que da nombre al género *Agave* proviene del griego antiguo, donde su significado está relacionado con lo “digno” o “respetable”. Esta denominación hace alusión a la imponente estructura floral que caracteriza a *Agave americana*, reconocida por su elevada y prominente inflorescencia con aspecto escamoso (Freire, 2019).

1.1.8 Características de las Agaváceas

Son especies de larga vida que pueden variar desde formas herbáceas hasta ejemplares con porte arbóreo. Sus hojas suelen ser alargadas y resistentes, ubicadas en la base o en los

extremos de las ramas, a veces presentan bordes espinosos y una textura carnosa. La floración aparece comúnmente sobre un tallo floral largo y erguido. Las flores están compuestas por seis tépalos llamativos distribuidos en dos círculos concéntricos. Poseen seis órganos masculinos (estambres) y un ovario formado por tres compartimentos, desarrollando un fruto en forma de cápsula

Distribución: Esta familia vegetal presenta una distribución amplia a nivel mundial, aunque su presencia se concentra mayoritariamente en zonas cálidas y húmedas del continente americano, abarcando desde el sur de los Estados Unidos hasta la región andina. Algunas variedades de los géneros *Agave* y *Yucca* se han adaptado fuera de su área de origen, estableciéndose en la Península Ibérica, donde incluso pueden comportarse como especies invasoras. *Agave americana* y varias especies de *Yucca* son comunes en jardines ornamentales. Esta familia tiene alrededor de 18 géneros y 550 especies. (Páez, 2020).

La planta comúnmente conocida como fresa pertenece al género *Fragaria*, dentro de la familia *Rosaceae*, y suele identificarse también como fresa roja. Planta perenne de crecimiento bajo con estolones y hojas en roseta, presenta raíces fibrosas que alcanzan hasta 30 cm de profundidad. La planta genera una estructura compacta, no mayor a 50 cm de altura, desde donde emergen estolones de unos 15 cm, que pueden desarrollar nuevas plantas al enraizarse, facilitando así la multiplicación vegetativa. Sus flores, de color blanco, se agrupan en inflorescencias tipo cima y presentan cinco sépalos divididos, cinco pétalos redondeados, múltiples estambres y una abundante cantidad de semillas (Coraza, 2019).

El 52,21% de la producción nacional se comercializa en mercados externos, lo que convierte a la fresa en un producto exitoso en el comercio internacional. México es el tercer proveedor de fresas frescas al mercado internacional, representando el 14.83% de las

exportaciones mundiales. En particular, las exportaciones mexicanas representan el 87,79% de las importaciones estadounidenses (Coraza, 2019)

La fresa (*Fragaria ananassa*) es un cultivo ampliamente reconocido en todo el mundo y Ecuador no es una excepción. La producción se realiza mayoritariamente en campos abiertos, los cuales se ven limitados por la invasión de factores bióticos y la influencia de factores abióticos, lo que resulta en pérdidas de producción. El actual trabajo se propone en la provincia de Loja debido a la falta de información precisa sobre esta cultura y la falta de investigaciones sobre el uso de sistemas protegidos (microtúneles). La finalidad central del estudio es analizar cómo influye el cultivo de fresa en dos modalidades productivas distintas: a cielo abierto y bajo microtúneles, considerando las variedades Albion y Monterey (Abad, 2020).

1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto molusquicida de los extractos de *Agave americana*, *Furcraea andina* como alternativas de control de babosas en el cultivo de fresa.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de los extractos de *Agave americana*, *Furcraea andina* sobre la población de babosas en el cultivo de fresa.
- Establecer la mejor dosis entre las variedades para el control de babosas que atacan el cultivo de fresa.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en un cultivo establecido de fresas de aproximadamente 2 años el cual se encuentra localizado en la provincia Tungurahua Cantón Ambato Parroquia Santa Rosa Sector San Pablo a una altura de 3145 m.s.n.m y sus coordenadas son 1719707931.49 m Este y 9855756.64 m Sur longitud oeste, obtenido con Handy GPS.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

Clima: INAMI (2023) indica que San Pablo presenta condiciones climáticas con una evapotranspiración anual de 2,6 milímetros, horas de luz/hora, humedad del 75.8%, precipitación anual de 740.1 mm, temperatura media de 13.5°C y velocidad del viento 1.6 m/seg.

Suelo: El análisis de suelo de la unidad experimental realizado por el INIAP revela una textura franco-arenosa, con un contenido de materia orgánica de 2,40% y un pH ligeramente alcalino de 7,6, los nutrientes NPK presentan niveles altos, mientras que los micronutrientes varían, con baja presencia de S, B, Mn, presencia media de Zn, y baja presencia de Ca, Mg, Cu y Fe.

Agua: El canal de riego Casimiro Pazmiño y el canal Chiquicagua son los que suministran agua a los terrenos de la comunidad de San Pablo y a sus alrededores.

2.3 EQUIPOS Y MATERIALES

2.3.1 Equipos

- Lupa estereoscópica

2.3.2 Materiales, Herramientas

- Cultivo de fresa establecido de dos años, variedad albion.

- Productos (Extractos de Agave)
- *Agave americana*
- *Furcraea andina*
- Baldes de 10 y 20 litros
- Molino manual
- Tamizadores
- Pulverizador de mochila de 20 litros

2.3.3 Materiales de oficina

- Esferos
- Cuaderno de campo
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Impresora

2.4 FACTORES DE ESTUDIO

Factor 1: Extracto de *agave americana*, Extracto de *Furcraea andina*

Factor 2: Dosis

Tabla 2.

Tratamientos del experimento con extractos vegetales

Nº	Simbología	Descripción
1	D1E1	Aplicación de extracto de <i>Agave americana</i> al 25% (baja concentración)
2	D1E2	Aplicación de extracto de <i>Agave americana</i> al 50% (alta concentración)
3	D2E1	Aplicación de extracto de <i>Furcraea andina</i> al 25% (baja concentración)
4	D2E2	Aplicación de extracto de <i>Furcraea andina</i> al 50% (alta concentración)
5	T1	Testigo absoluto (sin aplicación de extractos ni control químico)
6	T2	Testigo con control químico (molusquicida comercial a base de metaldehído)

Esquema del ensayo

I	T1	D1E1	D2E2	D2E1	D1E2	T2
II	D1E1	D2E1	T1	D2E2	T2	D1E2
III	D1E2	T1	D2E1	T2	D1E1	D2E2

2.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.5.1 Obtención de los insumos

Los insumos principales utilizados fueron las especies vegetales *Agave americana* y *Furcraea andina*, recolectadas manualmente desde parcelas ubicadas en la comunidad de San Pablo, parroquia Santa Rosa, cantón Ambato. Se seleccionaron hojas maduras y sanas para garantizar una alta concentración de compuestos bioactivos. Los materiales fueron transportados en baldes plásticos limpios y etiquetados adecuadamente para evitar contaminaciones cruzadas (Anexo 12).

2.5.2 Preparación del extracto vegetal

La preparación de los extractos se realizó mediante el método de maceración. Las hojas recolectadas se lavaron con agua limpia, se cortaron en secciones pequeñas y se depositaron en baldes plásticos con agua potable, en una proporción definida según el tratamiento 25% (2.5 kg de agave en 7 L de H₂O) y 50% (5 kg de agave en 5 L de H₂O). La mezcla se dejó reposar en oscuridad por 24 horas. Posteriormente, se extrajo la materia vegetal y se molió en un molino manual, obteniendo un líquido verdoso característico con alta concentración de saponinas y compuestos fenólicos. Este extracto fue tamizado para eliminar sólidos y obtener una solución homogénea para su aplicación (Anexo16-19).

2.5.3 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los extractos se realizó utilizando un pulverizador de mochila con capacidad de 20 litros, fumigando directamente la base y el follaje de las plantas de fresa afectadas por babosas. Se siguió un protocolo de seguridad para evitar contaminación cruzada entre tratamientos, realizando una limpieza del equipo entre cada aplicación. Las aplicaciones se realizaron con una frecuencia de 15 días, completando un total de tres aplicaciones consecutivas (Anexo 20).

2.5.4 Labores pre-culturales

Preparación de las parcelas

Se seleccionaron 18 unidades experimentales, cada una conformada por 5 plantas de fresa de la variedad Albion previamente establecidas. De estas, 3 plantas por unidad fueron utilizadas como parcela útil para el monitoreo de variables. Se identificaron las parcelas con rótulos plásticos que indicaban el tratamiento correspondiente (D1E1, D1E2, etc.). Las ramas seleccionadas para evaluación fueron marcadas con cinta de color para facilitar el seguimiento.

Deshierbe

Previo a la aplicación de los tratamientos, se realizó el deshierbe manual utilizando azadón para eliminar malezas presentes alrededor de las plantas, minimizando la competencia por nutrientes, agua y luz solar. Esta labor también contribuyó a reducir la humedad excesiva y el refugio para las babosas.

2.6 VARIABLE RESPUESTAS

2.6.1 Frutos dañados antes de la aplicación

Se realizó un conteo visual del número de frutos dañados en cada planta antes de aplicar los tratamientos. Esta observación se llevó a cabo a los 15, 30 y 45 días, y se registró en las tres plantas útiles de cada unidad experimental (total de 18 unidades experimentales). El conteo permitió establecer una línea base para comparar el efecto de los extractos vegetales sobre el daño ocasionado por babosas, tomando en cuenta que se contabilizaron los frutos dañados ya existentes en la toma de datos de la primera aplicación hasta terminar las repeticiones.

2.6.2 Frutos dañados después de la aplicación

Se repitió el conteo de frutos dañados 24 horas después de cada aplicación (a los 15, 30 y 45 días) con el objetivo de evaluar la eficacia del tratamiento en la reducción del daño. Los datos fueron recolectados mediante inspección directa y registrados en fichas de campo por tratamiento y repetición, tomando en cuenta que se contabilizaron los frutos dañados ya existentes en la toma de datos de la primera aplicación hasta terminar las repeticiones.

2.6.3 Número de babosas muertas

El conteo del número de babosas muertas se realizó también a las 24 horas después de cada aplicación. Se observó cuidadosamente el suelo y el entorno de cada planta en las parcelas útiles, registrando los individuos muertos en las tres plantas de cada unidad experimental. Esta variable permitió estimar el efecto letal de cada tratamiento sobre la población de babosas presentes en el cultivo.

2.7 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis nula (H_0): La aplicación de extractos de *Agave americana* y *Furcraea andina* no presentó diferencias significativas en el control de babosas ni en la reducción del daño en los frutos del cultivo de fresa.

Hipótesis alternativa (H_i): La aplicación de extractos de *Agave americana* o *Furcraea andina* presentó diferencias significativas en el control de babosas y en la reducción del daño en los frutos del cultivo de fresa.

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial $2 \times 2 + 2$ (dos tipos de extractos vegetales $\times$ dos niveles de dosis + dos testigos: absoluto y químico). Este diseño fue seleccionado debido a que permite controlar la variabilidad del campo experimental, especialmente en condiciones con diferencias microambientales como humedad del suelo o pendiente del terreno. Los datos obtenidos de las variables respuesta fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), y cuando se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de comparación de medias de

Tukey al 5% para identificar los tratamientos más eficaces. El procesamiento estadístico fue realizado mediante el software INFOSTAT.

2.8.1 Unidad experimental

A continuación, se presenta las características de la unidad experimental:

Tabla 3.

Características del experimento

Característica	Valor
Número total de plantas por ensayo	90 plantas
Número total de tratamientos	6
Número de repeticiones por tratamiento	3
Total de unidades experimentales	18
Plantas por unidad experimental	5
Plantas útiles evaluadas por tratamiento	3 por repetición (54 total)
Distancia entre plantas	0.20 m
Distancia entre hileras	0.40 m
Variedad evaluada	Fresa variedad Albion
Frecuencia de aplicación	Cada 15 días (3 aplicaciones)
Tiempo total de evaluación	45 días

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 BABOSAS MUERTAS

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al número de babosas muestras a los 15, 30 y 45 días del experimento:

Tabla 4.

Número de babosas muestras a los 15, 30 y 45 días de la aplicación del tratamiento molusquicida de los extractos vegetales (Agave americana, Furcraea andina)

Tratamiento	Día 15		Día 30		Día 45	
D1E1	8,33	B	6,00	C D	3,00	B
D2E1	3,67	B	3,67	B	2,33	A B
D1E2	7,67	B	8,33	C	3,00	B
D2E2	5,33	B	3,33	B	1,67	A B
T1	0,00	A	0,00	A	0,00	A
T2	7,33	B	4,67	B	2,67	B

Los resultados del estudio, muestran que, a los 15 días (Anexo 1) se observó que todos los tratamientos con extractos presentaron mayores valores de mortalidad en comparación con el testigo absoluto (T1). El tratamiento D1E1 (*Agave americana* al 25%) registró el mayor promedio (8,33 u), seguido de D1E2 (*Agave americana* al 50%) con 7,67, sin diferencias significativas entre ellos según Tukey. Mientras que a los 30 días (Anexo 2) el tratamiento D1E2 se mantuvo como el más efectivo (8,33 u), siendo estadísticamente superior a T1. No obstante, se evidencia un leve descenso en la mortalidad en comparación con el día 15 para varios tratamientos, reflejando una disminución en la persistencia de los principios activos.

Por otro lado, a los 45 días (Anexo 3), se presentó una reducción generalizada en la cantidad de babosas muertas. Aunque D1E1 y D1E2 mantuvieron valores relativamente altos

(3,00), la diferencia entre tratamientos fue menor y los valores de Tukey se agruparon más, reflejando menor eficacia en el tiempo. El testigo absoluto (T1) se mantuvo sin mortalidad.

Los análisis de varianza (ANOVA) realizados a los 15, 30 y 45 días evidenciaron diferencias significativas en la mortalidad de babosas ($p = 0,0024$; $<0,0001$; $0,0386$), lo que indica que los extractos vegetales aplicados influyeron significativamente en el control de la plaga. El tratamiento con *Agave americana* al 50% (D1E2) demostró ser el más eficaz, alcanzando la mayor mortalidad (8,33 u) a los 30 días, siendo incluso comparable al control químico (T2), lo que confirma su alto potencial moluscicida inicial. El extracto de *Agave americana* al 25% (D1E1) también mostró una eficacia relevante, principalmente en los primeros días de evaluación.

Por su parte, *Furcraea andina*, en ambas concentraciones, presentó un efecto significativo, pero con menor intensidad y persistencia. En general, todos los extractos evaluados superaron claramente al testigo absoluto (T1), que no registró mortalidad. Sin embargo, a los 45 días se observó una marcada disminución en la eficacia de todos los tratamientos, lo que revela un efecto residual limitado y resalta la necesidad de realizar aplicaciones periódicas para mantener un control eficaz de la población de babosas.

Estos resultados son similares a los obtenidos en la investigación de Ruiz et al. (2024), quienes evaluaron extractos de Agaváceas en cultivos de fresa, documentando que las mortalidades alcanzaron entre un 70% y 80% durante los primeros 30 días de aplicación. El estudio detalla que los compuestos activos, como las saponinas, actúan causando deshidratación y lisis celular en moluscos, generando un efecto moluscicida potente, pero de corta duración.

Además, el estudio de (López, Castellanos González, & Ramón Valencia, 2024) en papa criolla mostró que *Furcraea andina* al 20 % redujo más del 60 % de la población de babosas entre 3 y 7 días posteriores a la aplicación, con un efecto progresivamente decreciente, lo cual es comparable a la pérdida de eficacia observada en nuestro experimento a los 45 días

3.2 FRUTOS DAÑADOS ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

Tabla 5.

Numero de frutos dañados antes y después del tratamiento molusquicida de los extractos vegetales (Agave americana, Furcraea andina)

Tratamiento	Antes del tratamiento						Después del tratamiento					
	Día 15		Día 30		Día 45		Día 15		Día 30		Día 45	
D1E1	4.33	A	4.33	A	2.33	A B	5,00	A	4,67	A	2,33	AB
D2E1	4.0	A	4.0	A	3.67	A B	5,00	A	4,00	A	4,00	AB
D1E2	4.0	A	4.0	A	1.67	A	5,33	A	4,00	A	2,00	A
D2E2	4.33	A	4.33	A	2.33	A B	5,33	A	4,33	A	2,33	A
T1	4.67	A	4.67	A	4.33	B	5,33	A	5,00	A	4,33	B
T2	4.33	A	4.33	A	2.33	A B	4,33	A	4,33	A	2,33	AB

En los primeros 15 y 30 días posteriores a la aplicación de los tratamientos con extractos vegetales, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el número de frutos dañados, lo cual sugiere que el efecto molusquicida de los extractos puede requerir un tiempo de acumulación o repetición de aplicaciones para manifestar una disminución visible en el daño sobre el cultivo. Este comportamiento ha sido reportado por Ruiz et al. (2024) quienes evaluaron la acción de extractos de agaváceas (*Furcraea andina* y *Agave americana*) sobre babosas en cultivos de fresa y observaron que los efectos más relevantes en la reducción de daños se dieron tras la segunda aplicación, particularmente con *F. andina* en forma de jugo al 20%, alcanzando eficiencias superiores al 80% en el control de plagas.

Asimismo, Das (2022) encontró que extractos acuosos de plantas como tabaco, té y neem, usados como molusquicidas contra *Laevicaulis alte*, mostraron una relación directa entre la concentración del extracto y la tasa de mortalidad. Los mejores resultados se obtuvieron con tratamientos prolongados de 24 horas o concentraciones elevadas, lo cual respalda la hipótesis

de que la eficacia puede ser dependiente del tiempo de exposición o acumulación del principio activo.

3.3 Hipótesis

Mediante la investigación realizada y los resultados obtenidos en la aplicación de los extractos de agave *Furcraea andina* y *Agave americana* con dos dosis diferentes en el cultivo de fresa, se pudo observar que si existió control de moluscos (*Deroceras reticulatum*), y no incremento el daño en los frutos, por tanto, la hipótesis alternativa (Ha) se confirma, demostrando la efectividad de los extractos, especialmente el tratamiento D1E2 (*Agave americana* al 50%).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Los extractos vegetales de *Agave americana* y *Furcraea* andina demostraron tener un efecto importante en el control de la población de babosas (*Deroceras reticulatum*), registrándose diferencias estadísticamente significativas en el número de individuos muertos en comparación con el testigo absoluto. El tratamiento con *Agave americana* al 50 % presentó el mayor efecto molusquicida, seguido por los demás tratamientos con extractos, lo que confirma el potencial de ambas especies como alternativas naturales para el manejo de esta plaga.
- La dosis más efectiva en el control de babosas fue *Agave americana* al 50 %, ya que presentó la mayor mortalidad de babosas durante los 45 días de evaluación, con un efecto comparable al del control químico. Las dosis al 25 % de ambas especies resultaron menos eficaces, lo que permite concluir que la concentración más alta del extracto de *Agave americana* constituye la mejor opción para lograr un control eficiente de la plaga bajo las condiciones evaluadas, ya que por ser un producto natural no presentó ningún efecto secundario y se determinó que si es un extracto benéfico en cuantos a los requerimientos expuestos.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda promover el uso de extractos vegetales de *Agave americana* y *Furcraea andina* como alternativas ecológicas para el control de babosas en cultivos de fresa, fomentando su aplicación en sistemas agroecológicos.

- Se sugiere realizar investigaciones complementarias que evalúen la combinación de estos extractos con otras técnicas de manejo integrado de plagas para maximizar la eficacia y sostenibilidad del control biológico.
- Se aconseja utilizar el extracto *de Agave americana* al 50% como dosis estándar para el control efectivo de babosas en cultivos de fresa, dada su mayor eficacia demostrada. Para optimizar resultados, se recomienda ajustar la frecuencia de aplicación y evaluar la persistencia del extracto bajo condiciones de campo, además de investigar formulaciones que mejoren su estabilidad y adherencia para prolongar su efecto molusquicida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad. (2020). *Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa*. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/31.2020.10>
- Coraza, B. (2019). *Cabuya o maguey andino y su uso en tiempo de los Incas*. https://www.google.com/search?q=agaves&rlz=1C1CHZN_esEC1017EC1017
- Das, B. (2022). Efficacy of some plant-derived molluscicides for controlling pestiferous slug, *Laevicaulis alte* in Odisha. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 9(7), 468–473. https://www.researchgate.net/publication/361867827_Efficacy_of_some_plant_derived_molluscicides_for_controlling_pestiferous_slug_Laevicaulis_alte_in_Odisha
- DFINNOVA. (2022). *La fresa, una planta herbácea, perenne y de porte rastrero*. <https://dfinnova.com/2022/04/01/la-fresa-una-planta-herbaceaperenne-y-de-porte-rastrero/>
- Freire, P. (2019). *Diccionario panhispánico de dudas agave*. <https://www.rae.es/dpd/agave>,
- Glacoxan. (2021). *Sanidad Vegetal. Control de babosas y caracoles*: <https://www.glacoxan.com/control-de-babosas-y-caracoles/#:~:text=En%20jardiner%C3%ADa%20se%20emplean%20productos,carbamatos%2C%20niclosamida%20y%20sales%20met%C3%A1licas>.
- Grupo Fragaria . (29 de septiembre de 2021). *Fragaria x ananassa: El origen de la frutilla/fresa que hoy cultivamos*. <https://grupofragaria.com/articulos/origen-de-la-frutilla-fresa/#:~:text=Las%20primeras%20frutillas/fresas%20fueron,jardines%20de%20Louvre%20en%20Par%C3%ADs>.
- INAMI. (2023). *Metereología*. <https://www.inamhi.gob.ec/>
- Jimenez, C. (2018). *El agave y su metabolismo*. . <https://medium.com/@mezcalmilcaminos/el>
- Liang, J. y. (2021). *The Japan Food Chemical Research Foundation*. <https://www.ffcr.or.jp/en/tenka/list-of-existing-food-additives/list-of-existing-food-additives.html>
- López, C. A., Castellanos González, L., & Ramón Valencia, J. D. (2024). Evaluación de tres extractos de plantas de la familia Agavaceae para el manejo de babosas en papa. *Alimentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 22(1), 5–25. <https://doi.org/10.24054/alimentech.v22i1.2759>

- López, L. (2018). *Efecto fagodisuasivo de extractos vegetales sobre la alimentación*.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/118054822/371-libre.pdf?1725818415=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEfecto_fagodisuasivo_de_extractos_vegeta.pdf&Expires=1743739654&Signature=bahYAttK-e8np09GO6MMou7Ymo6OGdaMLX6JjnimBGrcG2hnZ0vCKaEGl
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Productores de fresa, de Tungurahua, buscan obtener certificación BPA*. <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-fresa-detungurahua-buscan-obtener-certificacion-bpa/>
- Ochoa, M. (2018). *Cómo defender el jardín de parásitos y otras enfermedades*. <https://revista-ae.es/wp-content/uploads/2017/03/Fosfato-de-hierro.pdf>
- Ortiz, J. S. (Junio de 2021). *Babosas, Moluscos*.
https://www.researchgate.net/publication/357100076_PERDIDAS_ECONOMICAS_POR_BABOSAS_EN_FRESA_FRAGARIA_ANANASSA_DUCH_BAJO_LAS_CONDICIONES_DE_PAMPLONA_NORTE_DE_SANTANDER#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20fue%20estimar,niveles%20poblacion
- Páez, M. (2020). *Agave Care Guide*. <http://ecuador.inaturalist.org/taxa/50822-Agave>
- Ruiz, O. I., Castellanos, L., & Becerra Roza, W. (2024). Molluscicidal action of Agavaceae extracts for the management of pest slugs in strawberry. *Prospectiva*, 22(1), 1–13.
<https://doi.org/10.15665/rp.v22i1.3197>
- Sembralia. (2023). *Nutrición óptima para las fresas*. <https://sembralia.com/blogs/blog/plan-fertilizacion-fresa#:~:text=El%20cultivo%20exitoso%20de%20fresas,y%20suprimir%20las%20malas%20hierbas>.
- SnailsSlugs_FCC. (2018). Manejo integrado de plagas babosas y caracoles . *Folleto de IPM para Cuidado Infantil Hogareños* , 1-2.
- Wilen, C. A. (13 de 12 de 2021). *Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) de la UC/Extensión Cooperativa de la UC, Condado de San Diego*.
<https://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn7427.html>

ANEXOS

Anexo 1. ANOVA - Día 15 para la variable, número de babosas muertas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	148,94	5	29,79	7,25	0,0024
Tratamientos	148,94	5	29,79	7,25	0,0024
Error	49,33	12	4,11		
Total	198,28	17			

Anexo 2. ANOVA - Día 30 para la variable, número de babosas muertas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	117,33	5	23,47	13,63	0,0001
Tratamientos	117,33	5	23,47	13,63	0,0001
Error	20,67	12	1,72		
Total	138,00	17			

Anexo 3. ANOVA - Día 45 para la variable, número de babosas muertas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,78	5	3,96	3,39	0,0386
Tratamientos	19,78	5	3,96	3,39	0,0386
Error	14,00	12	1,17		
Total	33,78	17			

Anexo 4. ANOVA - Día 15 para la variable, Frutos dañados antes de la aplicación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,94	5	0,19	0,12	0,9849
Tratamiento	0,94	5	0,19	0,12	0,9849
Error	18,67	12	1,56		
Total	19,61	17			

Anexo 5. ANOVA - Día 30 para la variable, Frutos dañados antes de la aplicación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,11	5	3,02	3,63	0,0313
Tratamiento	15,11	5	3,02	3,63	0,0313
Error	10,00	12	0,83		
Total	25,11	17			

Anexo 6. ANOVA - Día 55 para la variable, Frutos dañados antes de la aplicación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,11	5	3,02	4,18	0,0196
Tratamiento	15,11	5	3,02	4,18	0,0196
Error	8,67	12	0,72		
Total	23,78	17			

Anexo 7. ANOVA - Día 15 para la variable, Frutos dañados después de la aplicación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,28	5	0,46	0,21	0,9541
TRATAMIENTOS	2,28	5	0,46	0,21	0,9541
Error	26,67	12	2,22		
Total	28,94	17			

Anexo 8. ANOVA - Día 30 para la variable, Frutos dañados después de la aplicación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,28	5	0,46	0,30	0,9014
Tratamiento	2,28	5	0,46	0,30	0,9014
Error	18,00	12	1,50		
Total	20,28	17			

Anexo 9. ANOVA - Día 45 para la variable, Frutos dañados después de la aplicación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,11	5	3,02	4,18	0,0196
Tratamiento	15,11	5	3,02	4,18	0,0196
Error	8,67	12	0,72		
Total	23,78	17			

Anexo 10. ANOVA de frutas dañadas antes y después de los tratamientos

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,56	11	1,87	0,94	0,5073
Tiempo	3,00	1	3,00	1,51	0,2226
Tratamiento	16,78	5	3,36	1,69	0,1454
Tiempo * Tratamiento	0,78	5	0,16	0,08	0,9954
Error	191,11	96	1,99		
Total	211,67	107			

Datos recolectados

Frutos dañados antes de la aplicación 15 días				Frutos dañados después de la aplicación 15 días				Babosas muertas 15 días			
TRATAMIENTOS	I	II	III	TRATAMIENTOS	I	II	III	TRATAMIENTOS	I	II	III
D1E1	5	4	4	D1E1	6	4	5	D1E1	6	9	10
D2E1	5	4	3	D2E1	4	7	4	D2E1	3	6	2
D1E2	4	3	5	D1E2	5	5	6	D1E2	11	5	7
D2E2	6	3	4	D2E2	7	3	6	D2E2	7	4	5
T1	3	6	5	T1	5	7	4	T1	0	0	0
T2	3	6	4	T2	3	6	4	T2	5	8	9
Frutos dañados antes de la aplicación 30 días				Frutos dañados después de la aplicación 30 días				Babosas muertas 30 días			
TRATAMIENTOS	I	II	III	TRATAMIENTOS	I	II	III	TRATAMIENTOS	I	II	III
D1E1	5	4	4	D1E1	6	4	4	D1E1	4	8	6
D2E1	5	4	3	D2E1	5	4	3	D2E1	3	3	5
D1E2	4	3	5	D1E2	4	3	5	D1E2	10	7	8
D2E2	6	3	4	D2E2	6	3	4	D2E2	2	5	3
T1	3	6	5	T1	4	6	5	T1	0	0	0
T2	3	6	4	T2	3	6	4	T2	5	5	4
Frutos dañados antes de la aplicación 45 días				Frutos dañados después de la aplicación 45 días				Babosas muertas 45 días			
TRATAMIENTOS	I	II	III	TRATAMIENTOS	I	II	III	TRATAMIENTOS	I	II	III
D1E1	2	2	3	D1E1	2	2	3	D1E1	4	4	1
D2E1	4	5	2	D2E1	4	5	3	D2E1	2	3	2
D1E2	1	2	2	D1E2	1	3	2	D1E2	2	3	4
D2E2	2	3	2	D2E2	2	3	2	D2E2	1	2	2
T1	4	5	4	T1	4	5	4	T1	0	0	0
T2	1	3	3	T2	1	3	3	T2	3	4	1

Anexo 11. Reconocimiento del problema



Anexo 12. Recolección de la materia prima agaves (*A. americana*, *F. andina*)



Anexo 13. Corte de pencas en fracciones (*A. americana*, *F. andina*)



Anexo 14. Desinfección de los recipientes para el almacenamiento de los extractos.



Anexo 15. Fermentación de las fracciones de los agaves.



Anexo 16. Proceso de la extracción del zumo de *agave americana*



Anexo 17. Proceso de la extracción del zumo de *Furcreae andina*



Anexo 18. Tamizaje de los extractos



Anexo 19. Dosificación de extractos



Anexo 20. Aplicación de extractos en el cultivo de fresa



Anexo 21. Cultivo de fresa

