



UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Programa de Ingeniería Agronómica, ext. Facatativá

Utilización de barreras vivas y sus efectos alelopáticos con **Menta Piperita** (*Mentha × piperita*), **Caléndula** (*Calendula officinalis*), **Ruda** (*Ruta graveolens L.*) y **Ortiga** (*Urtica urens, U. dioica*): Revisión Bibliográfica

Use of living barriers and their allelopathic effects with **Peppermint** (*Mentha × piperita*), **Calendula** (*Calendula officinalis*), **Rue** (*Ruta sp.*) and **Nettle** (*Urtica urens, U. dioica*):
Literature Review

Laverde-Rios, Haniris¹, Pacheco-Vargas, Jairo. F²

hlaverde@ucundinamarca.edu.co¹, jfpacheco@ucundinamarca.edu.co²

RESUMEN:

Las barreras vivas son una importante practica cultural, las cuales, tienen como objetivo principal el control de la erosión en el suelo, sin embargo, cuando se siembra una especie con doble propósito se pueden aprovechar otras ventajas, tales como, efectos alelopáticos que puede presentar el material vegetal seleccionado. El presente artículo de revisión se centró en conocer los efectos alelopáticos de las barreras vivas, mediante consulta y revisión bibliográfica en diversas bases de datos; también, se realizó una propuesta de implementación de cuatro variedades específicas como barreras vivas en la Unidad Agroambiental El Vergel (UAA) de la Universidad de Cundinamarca (UDEEC). Aunque los resultados de la investigación sugieren que las barreras vivas pueden ser una herramienta de implementación muy eficiente para el control de plagas, enfermedades y/o arvenses, se hace énfasis en la necesidad de realizar experimentos e investigaciones, que permitan una mejor comprensión de los efectos ya mencionados y las técnicas necesarias para maximizar las capacidades, efectos y bondades de las fitohormonas que generan estas alelopatías.

Palabras clave: Arvenses, cercas vivas, plagas, inhibición.

ABSTRACT

Living barriers are an important cultural practice, whose main objective is to control soil erosion. However, when a species is planted with a dual purpose, other advantages can be taken advantage of, such as allelopathic effects that it may present. the selected plant material. This review article focused on knowing the allelopathic effects of living barriers, through consultation and bibliographic review in various databases; Also, a proposal was made to implement four specific varieties as living barriers in the El Vergel Agro-environmental Unit

(UAA) of the University of Cundinamarca (UDEEC). Although the results of the research suggest that living barriers can be a very efficient implementation tool for the control of pests, diseases and/or weeds, emphasis is placed on the need to carry out experiments and research that allow a better understanding of the effects already mentioned and the techniques necessary to maximize the capacities, effects and benefits of the phytohormones that generate these allelopathies.

Keywords: Weeds, live fences, pests, inhibition.

INTRODUCCIÓN

El término alelopatía viene del griego *allelon* que tiene como significado uno al otro (ICPROC, 1998), este término se remonta al Botánico Hans Molisch quien lo utilizó para referirse a aquellos efectos que podían ser negativos o positivos entre las plantas, ya fueran estos directos o indirectos, existía una acción y reacción gracias a los compuestos químicos liberados de una planta en otra (Sebastián et al., 2020).

La alelopatía, aparece en libros antiguos como en el “Canon de la Medicina” literatura China, donde habla de plantas, como la albaca y ruda en la inhibición del crecimiento de otras plantas (Blanco, 2006). También aparece en “Charaka Samhita” siendo el ajo y la mostaza inhibidores de crecimiento en arvenses (Arévalo et al. (2009). Aristóteles en una de sus obras “Historia de los animales” habla del nogal y su efecto dañino en otras plantas (Penagos. & L., 2010). En la actualidad la alelopatía ha cobrado fuerza en la agronomía, identificando las relaciones positivas y negativas entre las plantas que actúan como receptoras y las que poseen compuestos, que generan algún tipo de estimulación en los procesos de desarrollo de esta

(Scavo et al., 2021). La alelopatía es fundamental en la producción de cultivos orgánicos para consumo humano, ya que es de vital importancia el conocimiento de las relaciones entre plantas, sustancias y fitohormonas que producen y liberan como mecanismo de defensa, repelente, atrayentes e inhibidores químicos contra plagas, enfermedades y arvenses (Varela Pérez, M., 2010).

Las barreras vivas no se pueden considerar un sistema nuevo dentro de las prácticas de sostenibilidad en la producción, puesto que, esta práctica data de hace muchos siglos y ha sido utilizada por diferentes civilizaciones (Gutiérrez, V. M., 1995). En la actualidad retoma importancia por las diferentes problemáticas ambientales y climáticas del planeta (Mora, J. S., 2020). Esta práctica es conocida con diversos nombres como: setos vivos, cercas vivas, postes vivos, barreras rompevientos, entre otros (Higuera, J. E. M., 2020).

La contribución de las barreras vivas y la siembra de árboles dispersos en potreros y fincas genera una conservación de la biodiversidad, ya que estos, pueden servir como corredores biológicos de la fauna y flora silvestre, estas también proveen diferentes servicios ambientales como lo es el almacenamiento de carbono (Tobar L & Muhammad, 2010).

Desde sus primeras apariciones hasta la actualidad las barreras vivas son utilizadas como una parte importante de la agricultura sostenible y recuperación de suelos. Como lo mencionan Alfonso Cabrera y Pedro Porras, (2004), su importancia radica en los múltiples beneficios que éstas poseen, como lo son las delimitaciones de terrenos, el aumento en la calidad del suelo, estabilidad y retención de la humedad; ayudan en la reducción de la erosión al interceptar el agua lluvia y el viento, y son refugio y hábitat de una variedad de especies de la vida silvestre como aves, insectos entre otros. Por otro lado, Higuera, (2020), considera que otra de las ventajas de las barreras vivas, radica en la mejora visual que genera,

optimizando el paisaje, proporcionando colores e impregnando belleza en el lugar del establecimiento. Por último, una de las ventajas más importantes que ofrecen las barreras vivas, es que, dependiendo de la variedad elegida, estas pueden actuar como una forma efectiva en el control de plagas y enfermedades, aprovechando el fenómeno de la alelopatía entre plantas (Layne Garsaball; & Méndez Natera, 2013).

Para la implementación de una barrera viva, se debe evaluar el propósito que se tiene en mente, también se deben tener en cuenta requisitos específicos del área donde se va a sembrar como el clima, el suelo y cantidad de luz, entre otras (Morantes et al. (2018).

Al sembrar una barrera viva con plantas alelopáticas se está generando un ambiente menos favorable para las enfermedades y plagas, reduciendo de esta manera el uso de plaguicidas e insecticidas en el sector agricultor. Por otro lado, con estas plantas como materia prima, se realiza la adecuada extracción de los ingredientes activos, como, por ejemplo, por medio de dos métodos muy conocidos, purines e hidrolatos, que son utilizados con diferentes propósitos en los procesos productivos (Harvey et al. (2003).

La Unidad Agroambiental El Vergel, es un centro destinado como campo de aprendizaje estudiantil, perteneciente a la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cundinamarca, extensión Facatativá (Ucundinamarca & TV, 2019). La unidad cuenta con 9 fanegadas dedicadas a la experimentación, investigación y transferencia de conocimientos en los diferentes sistemas productivos (UDEEC, 2019). Este centro de estudios se encuentra ubicado en la vereda Mancilla, la cual se caracteriza por tener una topografía inclinada (Herrera, 2017). El vergel cuenta con una inclinación moderada y tal como lo menciona Calderón (2017) fincas similares dentro de la vereda cuentan con una topografía de aproximadamente el 15% de inclinación. Teniendo en cuenta la inclinación mencionada

Cortes y Acevedo (2019) indican, que el comportamiento de las barreras vivas con respecto a establecimientos en pendientes, presentan estabilidad y adaptabilidad en relación con los sistemas productivos, además, la eficacia de estas depende directamente de las especies vegetales utilizadas frente a procesos de control de plagas. En consecuencia, se identificaron 4 especies vegetales, comunes en la utilización de barreras vivas, las cuales poseen características y propiedades alelopáticas (menta, caléndula, ruda y ortiga).

Dentro de las problemáticas abordadas, está la poca investigación y experimentación en el campo de la alelopatía con barreras vivas utilizando variedades aromáticas, siendo el Vergel, un escenario adecuado para profundizar en este campo. Por otro lado, los diferentes problemas presentes, en cultivos de investigación por el surgimiento de plagas y los problemas relacionados con la falta de recurso hídrico, hacen necesaria la implementación de barreras vivas como propuesta investigativa, en cuanto a el control de plagas y enfermedades y la retención de agua.

Este trabajo tiene como objetivo, realizar una revisión bibliográfica que permita la creación de un documento guía, para la utilización de la alelopatía en las barreras vivas con diversas especies en el campo de aprendizaje estudiantil en la Unidad Agroambiental El Vergel de la Universidad de Cundinamarca,

METODOLOGÍA

Se realizó la búsqueda de fuentes bibliográficas en una segunda lengua (inglés) y en las siguientes bases de datos: Base de datos de la Universidad- UDEC, Science Direct, Scielo, Redalyc, Google académico, Biblioteca Agropecuaria de Colombia (BAC), J-Gate, Virtual Pro, Pro Quest, Scopus, con el uso de palabras clave como barrera viva, alelopatía, romero,

caléndula, menta, ruda y se realizaron las respectivas consultas en documentos de las fuentes ya mencionadas, donde se revisan partes específicas como resumen e introducción para identificar la utilidad de estos en la consulta, selección y revisión de materiales bibliográficos para la monografía.

DISCUSIÓN

Antecedentes Históricos De La Alelopatía.

Como lo indica Blanco, (2006) la alelopatía y su historia, se remonta a la antigüedad, con registros consignados en libros de la literatura China como el “Canon de la Medicina” donde se habla de las propiedades de plantas como la albahaca y la ruda en la inhibición del crecimiento de otras plantas. De igual forma (La Rosa A. et al., 1994) mencionan que, en un texto médico de nombre “Charaka Samhita”, también se habla de la inhibición en el crecimiento de arvenses generada por la mostaza y el ajo.

Aristóteles, filósofo griego, refirió en una de sus obras de nombre “Historia de los animales” que, “el nogal produce un jugo que es dañino para las otras plantas” (Blanco, 2006). Como lo afirman Penagos y Lugo (2010), durante la edad media, los agricultores europeos, observaron que plantas leguminosas como la soya y la alfalfa, servían como inhibidor de crecimiento de las malas hierbas conocidas como arvenses.

Para el año 1937, Hans Molisch, un botánico checo austriaco, fue el primero en utilizar el término de alelopatía y definirlo como el ataque químico de una planta sobre otra; este término, se ha ido reformulando con el pasar de los años y de acuerdo con las investigaciones realizadas por diferentes personajes de la historia (Arévalo et al., 2009).

Ya a partir del siglo XX se han intensificado los estudios realizados sobre la alelopatía y se ha facilitado la identificación de los diferentes compuestos, que intervienen en estos procesos en las plantas y se ha estudiado el efecto alelopático no sólo en las plantas, también en los animales (Giardini Bonfim, et al., 2018).

Actualmente, se habla de alelopatía en términos agronómicos cuando existe una relación (positiva o negativa) entre una planta receptora y un organismo con características alelopáticas, que, mediante sus compuestos, metabolitos o aleloquímicos, inhiben o estimulan los procesos de desarrollo y reproducción, de forma directa o indirecta a través del medio ambiente (Scavo et al., 2021). Los mecanismos de liberación de estos compuestos químicos se pueden hacer vía volatilización, exudación de órganos radicales, lixiviación de partes superiores o descomposición de la materia orgánica (Diez, 2021). La intensidad y orientación de los impactos generados por los fitoquímicos estarán determinadas por distintos elementos: Los compuestos fitotóxicos generados, se encuentran influenciados por particularidades genéticas de la planta donante, el método de liberación, la parte vegetal de origen y la fase fenológica, así como por factores ambientales como la humedad del suelo, la temperatura y la luminosidad (Zhang et al., 2020).

Tipos de interacción entre plantas desde la alelopatía

Según lo argumenta (Pires, N. D. M., & Oliveira, V. R., 2011) la interacción entre plantas se divide en positivas, negativas o neutras. La interacción más común entre plantas vecinas es la negativa reflejándolo en la inhibición en su crecimiento (Spiassi, et al., 2011)

Alelopatía positiva

Se habla de alopatía positiva cuando la especie alelopática donadora, beneficia la especie receptora, (Figueroa, 2022). Estos efectos pueden ir desde aumentar el porcentaje de germinación y emergencia de las semillas, hasta un correcto control de arvenses (Díez, 2021). Además, ayuda al crecimiento y desarrollo de la planta, esto debido a que las sustancias aleloquímicas producidas por el donador, promueven y estimulan el crecimiento del sistema radical (Toracte, 2021). Paralelamente los aleloquímicos producidos por plantas alelopáticas sirven como pesticidas naturales, esto a causa de la síntesis de compuestos bioactivos que actúan sobre el desarrollo de insectos plaga, resolviendo así los problemas relacionados con la resistencia de insectos plaga (Begna et al., 2021). Esto repercute en la reducción de la contaminación al medio ambiente, provocada por los envases pertenecientes a los productos de síntesis química, ayudando a la reducción del uso pesticidas (insecticidas, fungicidas, nematicidas y herbicidas), generando un equilibrio ecológico en la flora y fauna (Figueroa, 2022).

Alelopatía negativa

Los efectos negativos de las interacciones alelopáticas consisten en la producción de compuestos químicos secundarios derivados por la planta receptora, siendo los más representativos los compuestos fenólicos, esteroides y aquellos compuestos que tenga un átomo de nitrógeno (Macias et al., 2019). Estas reacciones secundarias producidas por la planta repercuten en un mal funcionamiento celular y fisiológico, ya sea mediante efectos secundarios como la inhibición de la germinación de semillas, reducción del crecimiento de las plántulas, o efectos primarios como interferencia en los procesos de división celular, permeabilidad de la membrana celular, las actividades enzimáticas, la respiración y la fotosíntesis (Scavo et al., 2018).

Clasificación y tipos de barreras vivas:

Según lo menciona Higuera, J. E. M.. (2020) la clasificación de las barreras vivas depende de la función que busca otorgarle el productor, y estas serían:

- **Barreras vivas lineales sencillas:** Estas constan de hileras de arboles con distancias de siembra de hasta 3m, sirven para delimitar caminos, terrenos o paso de animales. Se pueden emplear diferentes tipos de árboles. *Ver Fig.1*



Figura 1. Cercas con postes vivos de pino (*Pinus spp.*) en Nariño. Fuente: Porkcolombia FNP, 2018.

- **Barreras vivas en setos:** Estas son hileras o franjas de arbustos o arboles con una distancia de siembra corta y con un control cultural necesario como lo son las podas. Su finalidad es generar un tipo de pared viva, se utiliza para evitar el paso de personas o animales. *Ver Fig. 2*



Figura 2. Setos de limoncillo (*Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr.). Fuente: Porkcolombia FNP, 2018.

- **Barreras rompe vientos:** Se caracterizan por ser franjas de dos o más líneas de árboles, de porte alto, sirven para detener o disminuir la velocidad del viento, su distancia de siembra es de 2 a 4 m. *Ver Fig. 3*



Figura 3. Cortinas rompevientos, sistemas agroforestales Boyacá. Fuente: Porkcolombia FNP, 2018.

- **Barreras vivas multiestratos:** Estas se siembran con dos o mas hileras de arboles de distintos tamaños, sirven como rompevientos, disipadora de olores y evitar el paso de animales o personas. *Ver Fig. 4*



Figura 4. Barrera viva multiestrato. Fuente: Porkcolombia FNP, 2018.

Por otro lado, como lo indican (Beltrán y Trujillo, 1991; Alvarado, 2016) se pueden encontrar tres tipos de barreras vivas:

- **Barreras temporales:** Estas no son tan comunes y se siembran por lo general en suelos con alta tasa de explotación, presentan una baja eficiencia en el control de la erosión, por ejemplo, el maíz, (*Zea mays*).
- **Barreras semipermanentes:** Estas se componen de especies con un mayor aprovechamiento por los agricultores como la piña, (*Ananas comosus*), y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).
- **Barreras vivas permanentes,** son aquellas que presentan varios beneficios adicionales, por ejemplo, el pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*).

Como lo argumenta (Giardini Bonfim et al., 2018), se realizó un estudio, donde se analizaron artículos de importancia e implementación de cercas vivas, entre los años 1990 y 2016, donde se encontraron 57 artículos, con información importante sobre las cercas o barreras vivas y otros sistemas silvopastoriles. El 70% de estos artículos contaban con información por parte de los pobladores y los usos de las cercas vivas. *Ver Tabla 1* y el 42% muestra el punto de vista de esta práctica *Ver tabla 2*.

Tabla 1. Uso de las cercas vivas por parte de agricultores de la región tropical.

Uso identificado	Países	Región	Fuente
Forraje	Burkina Faso, Costa Rica, Cuba, Nicaragua, México, Kenia	Neotrópico y África tropical	Somarriva, 1995 ; Ayuk, 1997 ; Kiepe, 1996 ; Alonso et al., 2002a ; Alonso et al., 2002b ; Reyes & Rosado 2000 ; Harvey et al., 2003 ; Harvey et al., 2005 ; Kinama et al., 2005 ; Love et al., 2009 ; Siles et al., 2013 ; Fuentealba & Martínez-Ramos, 2014
Madera/Leña	Burkina Faso, Brasil, Camerún, Costa Rica, Honduras, Panamá, México, Nicaragua, Senegal	Neotrópico y África tropical	Romero et al., 1991 ; Ayuk, 1997 ; Rowe et al., 2001 ; Betancourt et al., 2003 ; Muñoz et al., 2003 ; Villacis et al., 2003 ; Harvey et al., 2005 ; Zahawi, 2005 ; Love et al., 2009 ; Nascimento et al., 2009 ; Otero & Onaindia, 2009 ; Chavarría et al., 2011 ; Pérez et al., 2011 ; Siles et al., 2013 ; Ruiz- Guerra et al., 2014 ; Sousa et al., 2016
Provisión de frutos	Brasil, Costa Rica, Cuba, Ghana, Honduras, Indonesia, Kenia, México, Nicaragua, Nigeria, Senegal	Neotrópico, África tropical y Asia tropical	Ayuk, 1997 ; Olasantan, 2000 ; Reyes & Rosado, 2000 ; Rowe et al., 2001 ; Harvey et al., 2003 ; Muñoz et al., 2003 ; Abunyewa et al., 2004 ; Restrepo-Sáenz et al., 2004 ; Kinama et al., 2005 ; Chavarría et al., 2011 ; Fogel et al., 2012 ; Grechi et al., 2013 ; Loyola et al., 2015 ;
Productos medicinales	Brasil, Mali	Neotrópico y África tropical	Nascimento et al., 2009 ; Levasseur et al., 2004
Evitar la erosión y retener la humedad del suelo	Colombia, México	Neotrópico	Otero & Onaindia, 2009 ; Oshunsanya, 2013 ; Villanueva-López et al., 2016
Proporcionar sombra	Cuba	Neotrópico	Fudora et al., 2004
Aporte de nutrientes a los cultivos	Filipinas, Sri Lanka	Asia tropical	Weerasinghe, 2007 ; Agus et al., 1999
Rompevientos	India	Asia tropical	Adhikary et al., 2016

Fuente: Tomado de (Giardini Bonfim et al., 2018) /https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034

Tabla 2. Percepciones negativas o positivas de las cercas vivas en los paisajes rurales tropicales.

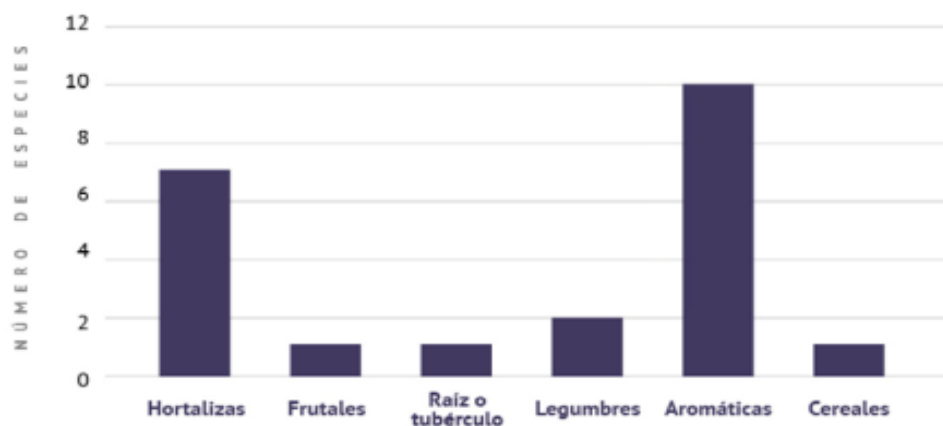
Percepción identificada	Explicación	País	Fuente
Percepciones positivas			
Aumenta la conectividad estructural del paisaje	Creando corredores locales donde pueden habitar tanto fauna como flora	México y Costa Rica	Estrada et al., 2000; León & Harvey, 2006; Medina et al., 2007
Proveer ingresos adicionales	Venta de madera para construcción o para nuevas cercas vivas o la venta de fruta proveniente de las cercas vivas	Honduras, Nicaragua y Brasil	Chavarría et al., 2011; Queiroz et al., 2015 Sousa et al., 2016
Reducción de la presión sobre la vegetación remanente	La presencia de cercas vivas en los predios disminuye la necesidad de extraer madera de los fragmentos de bosque remanentes	Costa Rica	Restrepo-Sáenz et al., 2004
Capacidad de rebrote, auto reparación y alta durabilidad	Se requiere poco trabajo de mantenimiento	Brasil	Ayuk, 1997; Nascimento et al., 2009
Actividad de bajo costo de realizar	Son consideradas de bajo costo, el mantenimiento es más sostenible económicamente que el costo de mantenimiento de cercas muertas	Costa Rica, Nicaragua y Brasil	Ayuk, 1997 ; Torres et al., 2008; Harvey et al., 2003; Queiroz et al., 2015
Provisión de sombra	Reduce el estrés del ganado, aumentando la producción de carne o producción lechera	Costa Rica y Nicaragua	Harvey et al., 2003
Controladoras de plagas	Afecta el microclima del huerto de mango afectando la distribución de los insectos plagas	Senegal	Grechi et al., 2013
Mejorar la fertilidad del suelo	Mitiga la pérdida de nutrientes del suelo, devolviendo algunos nutrientes por medio de la caída de hojarasca	Nigeria, Kenia y México	Hulugalle & Kang, 1990 Kiepe, 1996, McIntyre et al., 1996, Peter & Lehmann, 2000, Olaniran, 2000, Kinama et al., 2005; Villanueva-López et al., 2015
Percepciones negativas			
Podar o reparar las cercas	Requiere trabajo adicional	Honduras	Pérez et al., 2011
Remover o reubicar	Resulta difícil cambiar el tamaño de los potreros y los sistemas de rotación	Costa Rica, Honduras y México	Somarriba, 1995, Harvey et al., 2005, Pérez et al., 2011, Ruiz-Guerra et al., 2014
Sombra a los sistemas productivos	Disminuye la productividad de los pastos por el efecto de la sombra	Costa Rica	Muñoz et al., 2003; Nascimento et al., 2009
Falta de información	Desconocimiento de las bondades de las cercas vivas	Brasil	Nascimento et al., 2009
Gasto económico	Cambiarlas de sitio implica un gasto económico que los agricultores no están dispuestos a asumir	Burkina Faso	Ayuk, 1997
Conflictos de intereses por la plantación de cercas vivas	Plantar árboles tiene significado de tenencia de tierra y alinderación de propiedad	Malí	Levasseur et al., 2004
Dificultad de manejo	Espinas peligrosas para los niños o animales		

Fuente: Tomado de (Giardini Bonfim et al., 2018) /https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034

En este estudio se muestra que la región neotropical fue la que produjeron más artículos con un total de 40 publicaciones, seguida de África y Asia Tropical con 12 y 5 respectivamente. También muestra que, en México, Costa Rica y Brasil se publicaron 11, 9 y 5 artículos respectivamente, siendo estos los países con mayor publicaciones en revistas científicas sobre las cercas vivas en las regiones tropicales del mundo.

Por otro lado, en un estudio realizado por (Galindez et al., 2021) en tres diferentes áreas de estudio: Bogotá, Viotá Cundinamarca y Pitalito Huila, donde se establecieron huertas con implementación de barreras vivas aromáticas, se obtuvo la siguiente información de relevancia.

Grafica 1. Agrobiodiversidad de la huerta de Bogotá

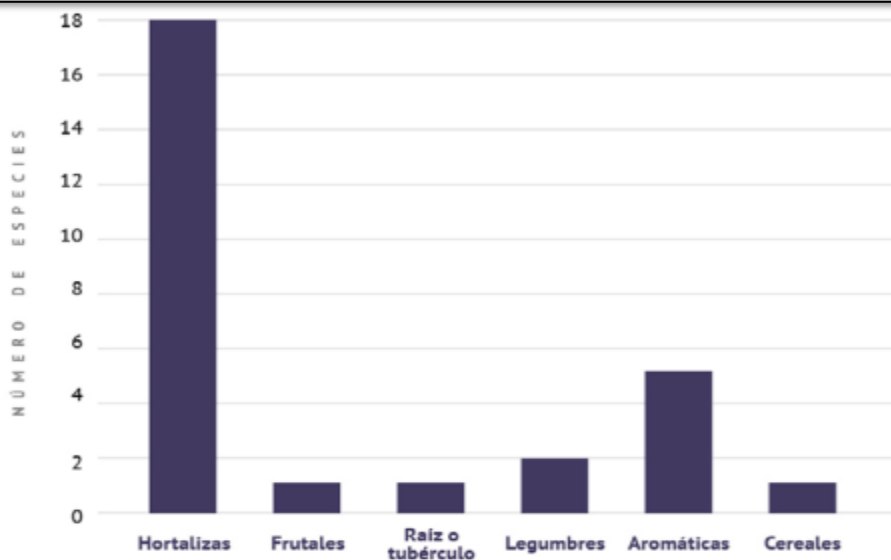


Fuente: Tomado de: http://bienestar.bogota.unal.edu.co/pgp/Publicaciones/innagri/innagri_1.pdf

Nota: Hortalizas: Alcachofa, acelga, rábano, espinaca, brócoli, repollo, lechuga. Frutales: curuba. Raíces y tubérculos: zanahoria. Legumbres: fríjol, arveja, habichuela. Aromáticas: ruda, cilantro, salvia, manzanilla, caléndula, romero, orégano, toronjil, hierbabuena, perejil. Cereales: maíz.

En la Grafica 1, se puede evidenciar que se sembraron diversas especies, con la intención de demostrar las relaciones alelopáticas, se entiende que el mayor número pertenece a las aromáticas, ya que fueron usadas como barreras vivas.

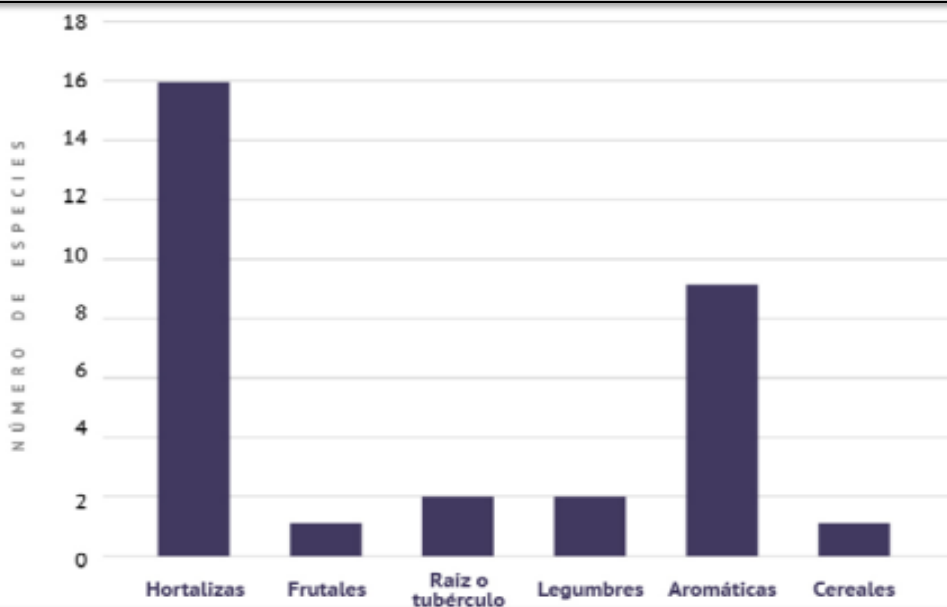
Grafica 2. Agrobiodiversidad de la huerta de Viotá



Fuente: Tomado de: http://bienestar.bogota.unal.edu.co/pgp/Publicaciones/innagri/innagri_1.pdf

Nota: Hortalizas: habichuela, acelga, rábano, espinaca, brócoli, repollo, lechuga, cebolla, cebollín, remolacha, tomate chonto, tomate cherry, ají, ajo, pimentón, calabaza, guatila, ahuyama. Frutales: lulo. Raíces y tubérculos: zanahoria. Legumbres: fríjol, arveja. Aromáticas: ruda, cilantro, manzanilla, orégano, hierbabuena. Cereales: maíz

Grafica 3. Agrobiodiversidad de la huerta de Pitalito.



Fuente: Tomado de: http://bienestar.bogota.unal.edu.co/pgp/Publicaciones/innagri/innagri_1.pdf

Nota: Hortalizas: acelga, rábano, espinaca, brócoli, repollo, lechuga, cebolla, cebollín, tomate chonto, ají, ajo, pimiento, calabaza, coles, pepino, tomate cherry. Frutales: uchuva. Raíces y tubérculos: papa amarilla, zanahoria. Legumbres: fríjol, arveja. Aromáticas: hierbabuena, hinojo, albahaca, eneldo, mejorana, manzanilla, orégano, cilantro, dolo. Cereales: maíz.

Este estudio indica que Viotá y Pitalito fueron las huertas más diversas en cuanto al número de especies sembradas. Así mismo se corrobora en las huertas de Pitalito y Bogotá, lo mencionado por (Gómez y Zabaleta, 2001; Semarnat, 2013) sobre la siembra de aromáticas en conjunto con hortalizas, brindan un efecto de protección en cuanto al ataque de las plagas que podrían representas perdidas de cosecha.

RESULTADOS

De acuerdo con la consulta realizada, se generó una propuesta de establecimiento de barreras vivas alelopáticas en el campo de aprendizaje estudiantil de la Universidad de Cundinamarca, Unidad Agroambiental El Vergel. Con la revisión de la respectiva distribución de la Unidad, (Ver fig. 5).



Figura 5. Distribución y asignación de lotes en UAA “El Vergel”. Fuente: Comité Técnico de Ing. Agronómica UAA. El Vergel.

Se toma una decisión y se escoge un lote en el que se ha trabajado con mayor frecuencia en diferentes proyectos durante la carrera. Ver fig. 6.

Las longitudes de estas barreras se deben hacer acorde con la extensión de cada lote de producción agrícola mediante el siguiente protocolo de manejo:

Establecer un diseño adecuado: Es importante que el establecimiento de barreras vivas alelopáticas se haga antes de la instalación del sistema productivo, se debe seleccionar el material vegetal con mejores efectos alelopáticos, considerando en su planificación factores como: dirección del viento, topografía del terreno y la ubicación de estructuras y distribución de los lotes. Ver fig. 7.

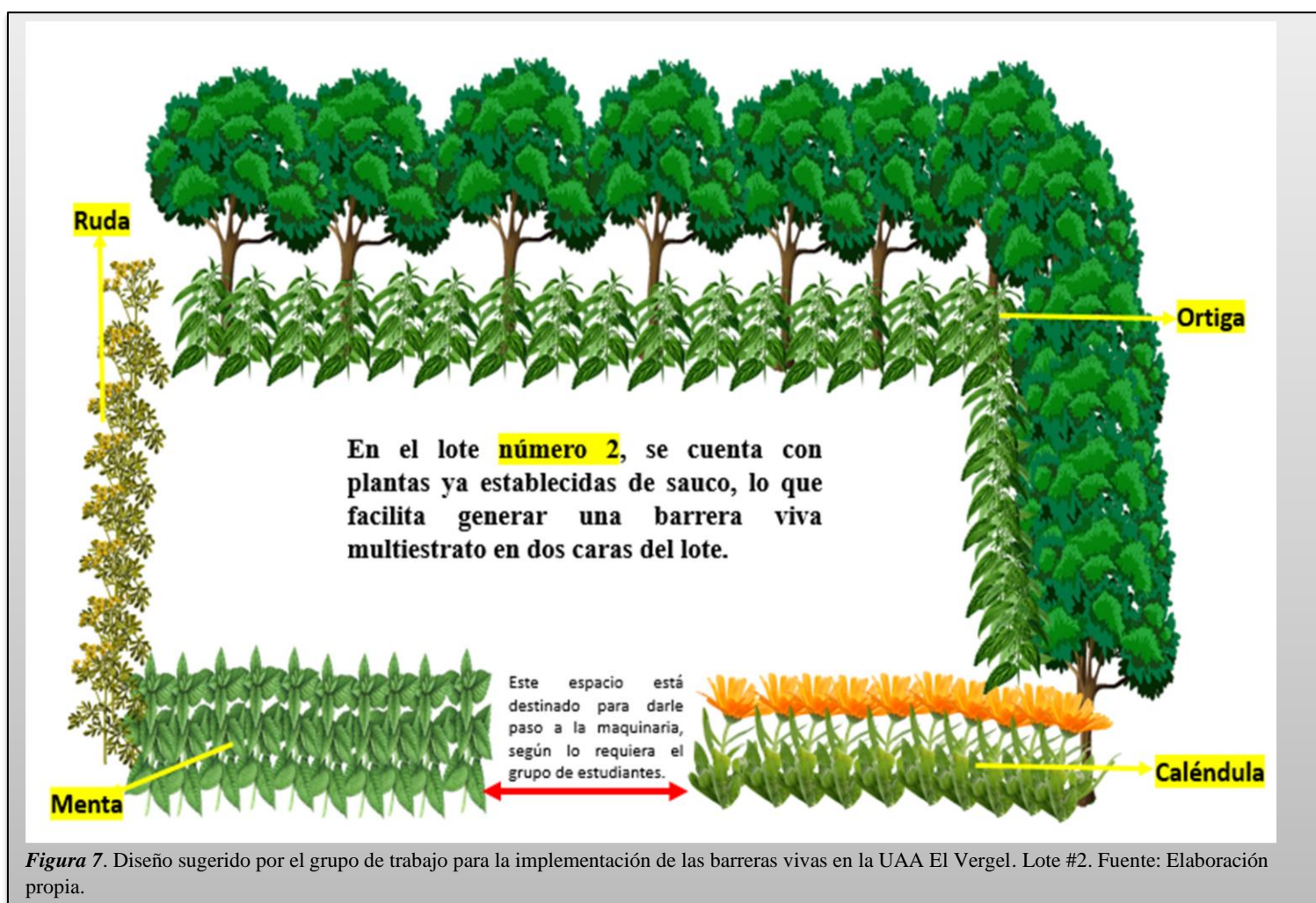


Figura 7. Diseño sugerido por el grupo de trabajo para la implementación de las barreras vivas en la UAA El Vergel. Lote #2. Fuente: Elaboración propia.

Mantenimiento regular: Se recomienda realizar monitoreos periódicos, que ayuden a identificar si las barreras vivas alelopáticas invaden los linderos entre los lotes, conjuntamente, efectuar podas de mantenimiento y eliminación de arvenses.

Control de plagas y enfermedades: Es necesario monitorear regularmente si las barreras vivas alelopáticas, presentan daños por enfermedades e insectos plaga (aquellas poblaciones de insectos que ya generan un daño económico al productor), detectando posibles blancos biológicos.

Evaluar y monitorear: Es preciso evaluar de manera constante la efectividad de las barreras vivas alelopáticas, realizando ajustes en el crecimiento mediante la sustitución de plantas que no estén funcionando bien o adicionando nuevas especies que no funcionaron en la barrera viva alelopática.

A continuación, se hace una lista de las especies vegetales que se proponen usar en el proceso de instalación de barreras vivas alelopáticas en el campo de aprendizaje estudiantil, El Vergel de la Universidad de Cundinamarca. Estas especies se escogieron debido a que son plantas que tienen un crecimiento rápido y son fáciles de encontrar en los mercados locales y viveros, además, de tener un bajo mantenimiento en términos agronómicos, junto con propiedades alelopáticas que encajan en el modelo de la propuesta.

Material Vegetal Seleccionado

Menta (*Mentha x piperita* L.)

Nombre común: menta, toronjil de menta, piperita, monte yuyo.

Descripción botánica

Especie herbácea perteneciente a la familia Lamiaceae, puede alcanzar los 80 cm de altura; sus tallos son erectos, cuadrangulares y muy ramificados. Los estolones, que son como tallos rastreros, tienen forma cuadrangular y crecen tanto bajo como sobre la superficie del suelo en todas las direcciones; las hojas de esta planta son opuestas y tienen pecíolos, su forma es lanceolada o aguda y los bordes están aserrados; en la cara superior son de color verde oscuro y en la inferior son más claras. Las flores se agrupan en racimos densos y tienen un color púrpura (Maque, 2020).

Principios alelopáticos

El mentol y los aceites esenciales son los compuestos orgánicos principales que confieren propiedades alelopáticas a la menta. Entre los compuestos destacados se encuentran las cetonas, como la mentona e isometona, y alcoholes como el 3-octanol, linalol, isomentol, neomentol y neoisomentol. Estos compuestos generan un olor efectivo para repeler lepidópteros como la mariposa y hormigas (Figuerola, 2022).

La menta, es una buena opción para mantenerla bordeando los cultivos, ya que también repele roedores y atrae abejas, abejorros y mariposas (Morales, 2019). Además, debido a sus olores fuertes, ayuda a confundir a los insectos plaga de plantas vulnerables.

Por otro lado, se ha demostrado que los extractos hechos a base de aceites esenciales de menta presentan propiedades insecticidas contra diferentes plagas de interés agronómico, como ácaros y chinches (Tello 2014).

Caléndula (*Calendula officinalis* L.)

Nombre común: caléndula, mercadela o maravilla.

Descripción botánica

La caléndula es una planta que pertenece a la familia Asteraceae, posee una altura promedio de 30 a 60 cm, su tallo es erecto poco ramificado con inflorescencia en forma de disco, y espinas, sus hojas son simples, alternas y enteras, su pedúnculo es grueso, es una planta que se puede cultivar en gran variedad de suelos (Patil et al., 2022).

Principios alelopáticos

La caléndula es eficaz contra la mayoría de las plagas que dañan las verduras y frutas, según Cortés y Derazo (2021). Las hojas, flores y tallo están compuestos de elementos biológicos tales como: carotenoides, flavonoides, saponinas, esteroides, ácidos fenólicos, lípidos y otros (Kumar et al., 2018), es por estos compuestos químicos, que el olor característico de la caléndula provoca alelopatías positivas, repeliendo mosquitos y ácaros (Arias, 2022). Tiene la capacidad de regular su propio metabolismo según los factores bióticos y abióticos presentes, dando como resultado una suficiente habilidad al momento de ahuyentar o mantener insectos plagas por debajo de un umbral económico. Así mismo es conocida como “planta trampa” a causa de sus flores amarillas las cuales resultan atractivas para los polinizadores y pulgones, alejándolos de los cultivos, además, la caléndula produce un olor acre, siendo un excelente repelente de insectos, específicamente en el caso de chinches y orugas (Figueroa, 2022).

Ruda (*Ruta graveolens* L.)

Nombre común: ruda, arruda, ruda hortense

Descripción botánica

La ruda es un arbusto siempre verde, ramificado, que alcanza una altura de 30 a 60 cm. Tiene un aspecto liso y emana un fuerte olor característico. Con el tiempo, se vuelve leñoso. Sus

hojas son alternas, compuestas y de forma oblongo-cuneada, con una longitud de 2 a 15 cm. Sus flores son de un color amarillo brillante y se agrupan en ramilletes. El fruto de la planta es una cápsula con cinco lóbulos (Ruiz 2017).

Principios alelopáticos

La Ruda contiene sustancias como la rutina y la inulina, las cuales han demostrado tener efectos nematocidas en estudios científicos. Además, posee propiedades insecticidas y fungicidas debido a su contenido de alcaloides, rutamina, fagarina, graveolina y furoquinolina (Ruiz, 2021).

Esta planta se considera una de las más repelentes en el manejo de plagas, gracias a su olor y color, que generan confusión y sensaciones desagradables en los insectos, impidiendo que invadan los cultivos. Es eficaz para controlar piojos, pulgones, ácaros y babosas, y también repele moscas blancas (Díaz, 2022).

Se recomienda sembrar la ruda lejos de la albahaca y cerca de cultivos de rosa. Además, puede utilizarse como trampa para atraer moscas y polillas negras, y también ayuda a controlar escarabajos (Ruiz, 2018).

Ortiga (*Urtica urens L.*)

Nombre común: ortiga mayor, ortiga verde

Descripción botánica

La ortiga es una planta arbustiva perenne con tallo erecto, cuadrangular, con una altura promedio de 150 cm, posee hojas opuestas ovaladas-oblongas, con flores verde amarillas

unisexuales y un fruto aquenio. Es conocida por su cubierta de pelos urticantes o tricomas los cuales están distribuidos en toda la planta (Carrillo, 2019).

Principios alelopáticos

La ortiga es un estimulante en el crecimiento de las plantas, está compuesta por varias sustancias biológicas y químicas en las que destacan quercetina, flavonoides, taninos, ácidos orgánicos como los mucilagos, ácido gálico y compuestos minerales como hierro y silicio (Martínez, 2013). Encontraron Castillo y Rodríguez (2014), encontraron que los extractos fermentados provenientes de las hojas generaron un mayor estímulo en el crecimiento de plántulas y germinación de semillas de rabanito a una dosis del 50%, conjuntamente, los extractos acuosos, generan una influencia directa en el porcentaje de germinación de semillas de Citrus x limón.

Lo esperado en la UAA El Vergel.

Teniendo en cuenta la investigación realizada y las experiencias vividas en el lote seleccionado para realizar la instalación de las barreras vivas, se espera que, con la implementación de estas, se de un control a plagas como (*Diabrotica sp*) y (*Spodoptera sp.*) (**Ver fig.8**), la cual ha sido causal de pérdidas de cultivos experimentales, desde el regreso de la pandemia a la unidad.



Figura 8. Presencia y daño por (*Diabrotica sp.*) y (*Spodoptera sp.*) Cultivo de (*Brassica rapa subsp. chinensis*) UAA. Lote #2. Fuente: Tomadas por los autores.

También se espera que se limite el paso de animales silvestres que han generado pérdida de la estructura de las camas y caminos de cultivos experimentales como maíz (*Zea mays*), en el lote numero 2 establecido por el grupo de producción de cultivos del segundo periodo del 2023. Ver Fig. 9.



Figura 9. Daños causados por un animal silvestre no especificado en cultivo de maíz (*Zea mays*) de la UAA. Lote #2. Fuente: Tomada por los autores.

CONCLUSIONES

- Se realizó la revisión bibliográfica correspondiente al uso de barreras vivas alelopáticas y sus principios, estableciendo y justificando su instalación en el campo de aprendizaje estudiantil en la Unidad Agroambiental El Vergel, de la universidad de Cundinamarca.
- El uso de barreras vivas alelopáticas puede ser una herramienta de control frente al manejo de plagas y enfermedades, haciendo uso de especies como la caléndula, menta, ortiga y ruda.
- Las barreras vivas alelopáticas pueden ser utilizadas para atraer insectos beneficiosos o depredadores naturales, reduciendo el uso de insecticidas y manteniendo un equilibrio natural en el ecosistema agrícola.
- Se establece un documento con recomendaciones, para aquellos interesados en implementar esta técnica, en sistemas de producción agrícola propios o centros de aprendizaje como la Unidad Agroambiental El Vergel, de la Universidad de Cundinamarca, puesto que, se cuenta con un terreno con la inclinación propicia para un establecimiento de barreras vivas y la continua aparición de plagas y enfermedades en los diferentes cultivos experimentales, siendo esta la oportunidad para profundizar en investigación en el campo de alelopatía y barreras vivas.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere la implementación de barreras vivas alelopáticas en el campo de aprendizaje estudiantil de la Universidad de Cundinamarca, Unidad Agroambiental El Vergel, con las especies vegetales propuestas, ya que serían de fácil acceso para futuros trabajos de grado, sirviendo como disyuntiva en control de plagas, reducción en el uso de agroquímicos e investigación en la mejora de la calidad del suelo. Por otro lado, la implementación generaría una promoción del aprendizaje entre los estudiantes, brindando la oportunidad de adquirir conocimientos en producción agrícola y aplicación de buenas prácticas.
- Se recomienda llevar a cabo más recopilación de información sobre el uso de las barreras vivas alelopáticas, esto permitirá identificar aquellas especies que son más efectivas en el control de plagas, en la atracción de insectos beneficiosos y en la mejora de la calidad del suelo.
- Teniendo en cuenta la información obtenida bibliográficamente se recomienda evaluar las variedades sugeridas y hacer los cambios pertinentes, esto con la finalidad de utilizar el material vegetal que ya reposa en la Unidad del Vergel.

REFERENCIAS

- Agrícola, R. C. (2018). Alelopatía: el potencial de las plantas medicinales en el control de especies espontáneas. <http://cagricola.uclv.edu.cu>.
- Alfonso, C. A., & Cabrera y Pedro Porras, E. A. (2004). El vetiver como componente del manejo sostenible de los suelos en ecosistemas frágiles de Cuba. Vetiver.org., <https://www.vetiver.org/CUB-claro.pdf>
- A, M. R. C. (2022). Identificación de barreras y capacidades locales para adopción de buenas prácticas agrícolas en la conservación del agua y suelo en la microcuenca Santa Inés, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/69d6aa35-1cd8-4a6d-b800-5cf158b403a4>
- Alvarado, M. J. E. (2016). Uso de barreras vivas. Platicar.go.cr. Recuperado 2 de noviembre de 2023, de <https://acortar.link/6mhUXI>
- Álvarez-Iglesias, L., Puig, C. G., Reigosa, M. J., & Pedrol, N. (s. f.). Explotando La Alelopatía Para La Búsqueda De Bioherbicidas Naturales De Origen Vegetal. Agroecologia.net. <https://acortar.link/8IOc4S>
- Andrade, O. D. C., & Rodríguez, O. S. (2002). Evaluación de la eficiencia de barreras vivas como sistemas de conservación de suelos en ladera. Bioagro, 14(3), 123-133.
- Arévalo, R., Bertoncini, E., Salgado García, S., & Rossi, F. (2009). *Alelopatía de Cyperus rotundus L. en Saccharum spp. cv.* Habana: Fitosanidad v.13 n.3.
- Arias, A., & Enrique, E. (2022). Evaluación de tres plantas medicinales en asociación con un cultivo de fresa (*Fragaria sp*), sobre la incidencia de plagas y enfermedades en la finca La Esperanza de Santa Bárbara-Sucumbíos. UPEC.

Ashwlayan, V. D., Kumar, A., Verma, M., Garg, V., & Gupta, S. (2018). Therapeutic potential of *Calendula officinalis*. *Pharmacy & pharmacology international journal*, 6(2).

<https://doi.org/10.15406/ppij.2018.06.00171>

Avila, L., Murillo, W., Durango, E., Torres, F., Quiñones, W., & Echeverri, F. (2007). Efectos alelopáticos diferenciales de extractos de eucalipto. *Scientia et technica*, 13(33), 203-204.

Beer, J., C.A. Harvey, M. Ibrahim, J.M. Harmand, E. Somarriba & F. Jimenez. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería Américas* 10:80-87.

Beltrán Giraldo, J. A., & Trujillo, F. E. (1991). Barreras vivas como práctica de conservación de suelos en el sistema intercalado café/frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/65421>

Biblioteca Nacional de Medicina. (2023, junio 9). Quercetina. Medlineplus.gov.

<https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/natural/294.html>

Blanco, Y. (2006). *la utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas*. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba.

Brechelt, A. (2008). Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. <https://acortar.link/c8KIJj>

Begna, T., & Yali, W. (2021). International Journal of Advanced Research in Biological Sciences Review on the role of Allelopathy in. *ResearchGate*. <https://acortar.link/nOr9VH>

Bresciano, D., Glison, N., & Lezama, F. (2022). Efectos alelopáticos de plantas de *Cynodon dactylon* L. en praderas naturales invadidas. *Ecología Austral*, 32(2), 444–452.
<https://doi.org/10.25260/EA.22.32.2.0.1783> (Original work published 7 de junio de 2022)

Calderón, C. A. (2017). Conflicto ambiental por la distribución y uso del agua en la microcuenca de la quebrada cerro negro durante el periodo comprendido entre los años 1950 al 2016.

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34160/CalderonRicardoCarlosAlberto2017.pdf>

Camilo, J., Salazar, R., Sánchez López, R., Fernando, J., & Beltrán. (2011). Plantas aromáticas y medicinales Enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos. insumosagr@ica.gov.co.
<https://acortar.link/ZvsCfj>

Chamorro y Belisario Volverás M., B. Y. (2004). Barreras Vivas. Agrosavia.co.
<https://repository.agrosavia.co/Las/barreras/vivas>

CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 40 páginas. <https://acortar.link/WYu4XX>

Cubero, D. (1999). Las barreras vivas y su aplicación en la agricultura conservacionista.

<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a50-6907-III.pdf>

De Las Mercedes Longás, M. (2021, 6 Agosto). *Evaluación del efecto alelopático del centeno como cultivo antecesor*. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5708>

Duque, O. (2013, 25 julio). *Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de nogal (Juglans neotropica diels), ortiga (Urtica dioica l.), sábila (Aloe vera), en ratones (Mus musculus)*. <http://dspace.espoeh.edu.ec/handle/123456789/2568>

Editor rdu. (2023, 27 junio). *Aceites esenciales al rescate en las prácticas agrícolas - RDU*

UNAM. RDU UNAM.

Estrada, O. G. D. (2019, 1 agosto). *Manejo agroecológico de plagas en sistemas de cultivos urbanos del municipio Manzanillo, Provincia Granma (Original)*.

<https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/882>

Fernández, M. C. (2005). Barreras vivas antierosivas para la agricultura de ladera en la huasteca potosina. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/88.pdf>

Galindez, P., Peñuela, L., Guzman, O., & Juan Cordero, K. (Eds.). (2021). INNAGRI. Universidad Nacional de Colombia.

http://bienestar.bogota.unal.edu.co/pgp/Publicaciones/innagri/innagri_1.pdf

Giardini Bonfim, F. P., Torres Menezes, G. M., De Oliveira Gomes, J. A., & Solano Mendoza, J.

D. (2018). *Alelopatia: el potencial de las plantas medicinales en el control de especies espontáneas*. São Paulo - Brasil: Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Horticultura, Fazenda Lageado.

Gómez, O., y Zavaleta, E. (2001). La asociación de cultivos, una estrategia más para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes* spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(1), 94-99. <https://bit.ly/3zSfCvm>

Guerrero, C. F. V. (2020). Diseño de un sistema de barreras vivas para el control de olores ofensivos provenientes del sector porcícola, en la comunidad corocito del resguardo indígena Wacoyo, Puerto Gaitán, Meta.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30733/2020cristianvargas.pdf?sequence=6>

Gutiérrez, V. M. (1995). Barreras vivas de conservación de suelos, para pequeños agricultores de laderas; evaluación técnica económica (Doctoral dissertation, Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, 2016).

Hernández, C. L., Peña, É. C., & Cué, M. S. (s. f.). Vista de Una manera más sana de controlar los agentes nocivos: el control biológico. Edu.cu.

<https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/329/327>

- Herrera, A. M. V. (2017). Diseño del Plan de Manejo Ambiental en la Vereda Mancilla-Facatativá. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/DiseñoPlandeManejoAmbientalenlaVeredaMancillaFacatativá.pdf>
- Higuera, J. E. M. (2020). Barreras vivas para el manejo paisajístico y la mitigación de olores ofensivos en granjas porcícolas. https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2021/09/Guia-Barreras-Vivas_v4.pdf
- Janine, M. A. M. (2023, 1 febrero). *Proceso de extracción de bioactivos de plantas en dos especies vegetales (Thymus vulgaris L., Mentha piperita) para caracterización con espectrometría óptica.* <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10705c>
- Jensen, L. B., Courtois, B., Shen, L., Li., Z., Olofsdotter, M. y Mauleon, R. P. (2001) Location genes controlling rice allelopathic effects against barnyardgrass in upland rice. *Agron. J.* 93: 21-26.
- Julio, G. C. V. (2023). *Principales medios de control de Mosca Blanca (Bemisia Tabaci Gennadius, 1889) en el cultivo de rábano (Raphanus sativus).* <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13912>
- Kim y Dong-Hyun Shin, K.-U. (2001). La importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivares. *Fao.org.* <https://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0f.htm>
- Kim, K. U., Shin, D. H., Kim, H. Y. Lee, I. J. y Olofsdotter, M. (2008). Evaluation of allelopathic potential in rice germoplasm. *Korean J. of Weed Sci.* 9(2): 1-9.
- La Rosa A. Moosbrugger W. Otero W. A Quintero C. A. Solanilla R., D. (1994). Una vida mejor mediante el aprovechamiento de los recursos en el campo. <https://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/35848/05892.pdf?sequence=1>

- Layne Garsaball, J. A., & Méndez Natera, J. R. (2013). *Efectos alelopáticos de extractos acuosos de hojas de botón de oro [Tithonia diversifolia(Hemsl.) A. Gray.] sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de lechuga (Lactuca sativa L.)*. Estado Monagas, Venezuela.: Universidad Nacional de Trujillo.
- Leather, G. R. (1983). Sunflowers (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. *Weed Sci.* 31: 37-42.
- Macías, F. A., Mejías, F. J. R., & Molinillo, J. M. G. (2019). Recent advances in allelopathy for weed control: From knowledge to applications. *Pest Management Science*, 75(9), 2413-2436. <https://doi.org/10.1002/ps.5355>
- Magallanes Vallejo, Aurora Guadalupe, López Oyama, Ana Bertha y Rodríguez González, Eugenio. (2023, julio-agosto). Aceites esenciales al rescate en las prácticas agrícolas. *Revista Digital Universitaria (rdu)*, 24(4).
<http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2023.24.4.9>
- Martínez-Rodríguez, M.R., Viguera, B., Donatti, C.I., Harvey, C.A. y Alpízar, F. 2017. Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE). Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto
- Mejía, J. I., Valdés, E., & De La Cruz, G. (2023). Erosión hídrica y uso de barreras vivas en el cultivo de piña. *Ciencia Agropecuaria*, (37), 62-88.
- Millan, C. (2008). Las Plantas una opción saludable para el control de plagas. Fundación Agricultura y Medio Ambiente.
https://www.rapaluruguay.org/sitio_1/publicaciones/Plantas.pdf
- Molina, M. H. (s. f.). Guía basada en la norma apa 7ma edición. Edu.co.
<https://repository.libertadores.edu.co/NormaAPA7aedición..pdf>

- Mora, J. S. (2020). Alternativa de barrera con vegetación para la disminución de olores en un frigorífico. <http://hdl.handle.net/10654/37808>.
- Morantes Toloza, J. L., & Renjifo, L. M. (2018). *Barreras vivas en sistemas de producciones tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones*. Bogotá Colombia: Departamento de Ecología y Territorio, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana.
- Nessar, R. J. (2022). *Plantas con principios alelopáticos utilizados en el manejo integrado de insectos plagas*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13292> *Officinalis-Magic in Science. Journal of Clinical & Diagnostic Research, 16(2)*.
- Oliveros-Bastidas A (2006) Estudios alelopáticos en gramíneas. Benzoxacinoides como aleloquímicos. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.
- Pastrana, D. A. G. (2017). Análisis preliminar de las propiedades del suelo al establecer barreras vivas en la vereda Santa Teresa de San Juan de Rioseco (Cundinamarca). <https://core.ac.uk/download/pdf/198450182.pdf>
- Patil, K., Sanjay, C. J., DoggALLI, N., Devi, K. R., & Harshitha, N. (2022). A Review of *Calendula*
- Penagos, L., & L., G. (2010). *Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales*. Vigo España: Ecosistemas revista científica y técnica de ecología y medio ambiente.
- Pérez, C. J. (2009). Barreras vivas para producción de granos básicos en zonas de laderas de América Central. Buenas prácticas agrícolas para la adaptación al cambio climático.

Pires, N. D. M., & Oliveira, V. R. (Ed.). (2011). Alelopatía (Vol. 5). Biología e manejo de plantas daninhas.

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/910833/1/BMPDcap5.pdf>

Royer-Miller, M. (2010). A Farmer's Mini-Handbook: Grow Biointensive Sustainable Mini-Farming. An Ecology Action SelfTeaching Publication. Ecology Action.

<https://bit.ly/3toYXgz>

Ruiz, J., Bravo, M., & Loaeza, G. (2001). Cubiertas vegetales y barreras vivas: tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México. *Terra Latinoamericana*, 19(1), 89-95.

Sampietro, D. A. (2001). Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes.

Sánchez, A. F. (2008). *Determinación de la actividad alelopática de extractos vegetales sobre Lactuca sativa*. Pereira: Universidad tecnológica de Pereira.

Scavo, A., & Mauromicale, G. (2021). Crop allelopathy for sustainable weed management in agroecosystems: Knowing the present with a view to the future. *Agronomy*, 11(11), 2104.

<https://doi.org/10.3390/agronomy11112104>

Scavo, A., Restuccia, A., & Mauromicale, G. (2018). Allelopathy: Principles and basic aspects for agroecosystem control. En *Sustainable agriculture reviews* (pp. 47-101).

https://doi.org/10.1007/978-3-319-90309-5_2

Sebastián, J., Hernández, M., & Lucía, P. X. (2020). barreras de vegetación para control de olores alternativa de barrera con vegetación para la disminución de olores en un frigorífico autor.

<https://acortar.link/8AXQKk>

Souza Filho, A. D. S., Alves, S. D. M., & Souza Filho, A. P. D. S. (2002). Alelopatía: principios básicos e aspectos gerais.

Spiassi, A., Fortes, A. M. T., Pereira, D. C., Senen, J., & Tomazoni, D. (2011). Alelopatia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(2), 577–582. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p577>

Tadaieski, H. T. (2021, 17 junio). Potencial alelopático do extrato aquoso de *Kalanchoe laetivirens* sobre a germinação e crescimento de sementes de soja.

<https://periodicos.ufrn.br/casoseconsultoria/article/view/25262>

Varela Pérez, M. (2010). Evaluación de sistemas de producción agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la sabana de Bogotá.

Weston LA (1996) Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. *Agronomy Journal* 88: 860–866.

Zhang, Z. J., Liu, Y., Yuan, L., Weber, E., & Van Kleunen, M. (2020). Effect of allelopathy on plant Performance: a Meta-analysis. *Ecology Letters*, 24(2), 348-362.

<https://doi.org/10.1111/ele.13627>