



CARRERA: INGENIERÍA AGRÓNOMA

TRABAJO DE DIPLOMA

Título:

Herbifame, una solución ecológica y sostenible para el control de arvenses en la Agricultura Urbana. Herbifame, an ecological and sustainable solution for arvenses control in urban agriculture.

Autor: Jesús Antonio Rodríguez Ramírez

Tutores: Dr. C. Reinaldo José Álvarez Puente

Reinaldo Toledo Zerquera.

Sancti Spíritus
Año
2023
Copyright©UNISS

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, y se encuentra depositado en los fondos del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez” subordinada a la Dirección de General de Desarrollo 3 de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su publicación bajo la licencia siguiente:

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”. Comandante Manuel

Fajardo s/n, Olivos 1. Sancti Spíritus. Cuba. CP. 60100

Teléfono: 41-334968

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A toda mi familia en especial a mi mamá, mi hermano y mi papá por estar siempre pendientes a mí y tenerme tanta confianza.
- ✓ A mis tutores por ayudarme y enseñarme en todo momento a lo largo de la realización del trabajo y en mi formación. Además, al profesor M.Sc. Delvis Valdés Zayas por toda la ayuda incondicional que me brindó.
- ✓ A mis amigos por apoyarme y ayudarme.
- ✓ A los trabajadores del organopónico por brindarme su tiempo, dedicación y tratarme con tanto cariño.
- ✓ A los profesores M. Sc. Gonzalo López Castro y M.Sc. Juan Almaguer López por el apoyo y dedicación en el procesamiento estadístico de los datos e interpretación de los resultados.

DEDICATORIA

- ✓ A la Revolución por permitirme formarme de forma gratuita
- ✓ A todos los maestros y profesores que, a lo largo de mis años de estudiante, tuvieron la paciencia para conmigo de enseñarme y educarme por el buen camino, en especial al claustro de profesores del CUM de Trinidad de la Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”
- ✓ Muy especial a mis dos tutores.
- ✓ Al legado de nuestro Comandante en Jefe Fidel, de que un pueblo culto jamás será vencido.

RESUMEN

El Herbifame es un herbicida natural, pre emergente, no selectivo, creado en la Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME) de la UNISS, a partir de extractos acuosos de las hojas (acículas) del Pino macho (*Pinus caribaea* Morelet). Se evaluó el comportamiento de dicho producto en canteros del organopónico “Bellezas Productivas”, sin cultivo hortícola, perteneciente a la Agricultura Urbana del municipio de Trinidad, SS, donde se estudió el comportamiento del banco de diáspora (frutos y semillas) de las arvenses. Para ellos se utilizaron 5 tratamientos con 3 repeticiones. Dichos tratamientos con el Herbifame fueron, 8, 6, 2 meses y fresco (2 días) de elaborado, más el testigo, haciendo 2 aplicaciones, una al momento de preparar las parcelas y el otro a los 3 días. Una vez transcurridos 4 semanas, se procedió a preparar nuevamente el cantero y aplicar solo agua, con el objetivo de comprobar el estado del banco de diásporas de arvenses. El inventario de las especies brotadas, en ambos ensayos, se realizó semanalmente durante un mes respectivamente. Los resultados obtenidos demostraron que el Herbifame controló significativamente las arvenses, tanto Monocotiledóneas como Dicotiledóneas, al comparar con el testigo, sin que influyera la fecha de su elaboración. De la misma forma, se comprobó que disminuyó el banco de diásporas con solo dos aplicaciones del producto.

Palabras claves: agroecología, arvenses, diásporas, organopónico y pino.

ABSTRAC

Herbifame is a natural, pre-emerging, non-selective herbicide, created at the Escambray Mountain Agricultural Faculty (FAME) of UNISS, from aqueous extracts of the leaves (needles) of the Male Pine (*Pinus caribaea* Morelet). The behavior of said product was evaluated in beds of the organoponic "Bellezas Productivas", without horticultural cultivation, belonging to the Urban Agriculture of the municipality of Trinidad, SS, where the behavior of the diaspora bank (fruits and seeds) of the weeds was studied. For them, 5 treatments with 3 repetitions were used. These treatments with Herbifame were 8, 6, 2 months and fresh (2 days) after preparation, plus the control, making 2 applications, one at the time of preparing the plots and the other after 3 days. Once 4 weeks had passed, the bed was prepared again and only water was applied, with the aim of checking the state of the weed diaspora bank. The inventory of the sprouted species, in both trials, was carried out weekly for a month respectively. The results obtained demonstrated that Herbifame significantly controlled weeds, both Monocotyledonous and Dicotyledonous, when compared to the control, without the date of its preparation influencing. In the same way, it was found that the diaspora bank decreased with only two applications of the product.

Key word: agroecology, arvenses, diaspora, organoponic and pine.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRAC	
INDICE	
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. LAS ARVENSES Y SUS CONCEPTOS	3
1.2 BANCO DE DIÁSPORAS EN EL SUELO	3
1.3.. ALELOPATÍA	4
1.4.. EL “PINO MACHO” (PINUS CARIBAEA MORELET VAR. CARIBAEA)	5
1.5 HERBIFAME: ORIGEN	6
1.6 CONTROL DE ARVENSES DE FORMA NATURAL (NEUS, 2016)	7
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1 ELABORACIÓN DEL HERBIFAME	11
2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	11
2.3 PREPARACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	12
2.4 INVENTARIO DE ESPECIES DE ARVENSES BROTADAS	12
2.4.1 CÁLCULO DE COEFICIENTES	12
2.5 VIABILIDAD DEL BANCO DE DIÁSPORAS	13
2.6 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO	13
CAPÍTULO 3. RESULTDOS Y DISCUSIÓN	14
3.1 EFECTOS DEL HERBIFAME SOBRE EL NÚMERO DE ESPECIES DE ARVENSES PRESENTES EN LOS CANTEROS	14

3.2 EFECTO DEL HERBIFAME SOBRE LA VIABILIDAD DEL BANCO DE DIÁSPORAS EN LOS CANTEROS..... 19

CONCLUSIONES 25

RECOMENDACIONES 26

BIBLIOGRAFÍA 27

INTRODUCCIÓN

El manejo o control de arvenses sin dudas ha representado un pilar fundamental para el desarrollo de los diferentes cultivos a lo largo de la historia. Su control en el crecimiento y desarrollo de los cultivos significa obtener un rendimiento deseado en ellos, logrando una producción sostenible y eficaz tan deseada por todo productor. Si logramos controlarlas y además reduciendo costos considerables entonces aumentará las ganancias de los productores.

En Cuba (Albelo, 2003; Martínez, 2003; Méndez, 2004) han evaluado las acículas del *Pinus caribaea* sobre arvenses del cafeto a la sombra, a pleno sol y en diferentes épocas del año, extraídos por el método batido y maceración a 24 horas en 21 días. Estos autores comprobaron los efectos alelopáticos de ésta especie reduciendo la germinación de arvenses con diferentes concentraciones.

Luego Jiménez, (2005) consiguió similares resultados en 21 días, con estos extractos macerados por 24 horas, en una Casa de Cultivos Protegidos donde estaba plantado el cultivo del pepino. Esta autora al igual que sus antecesores hicieron varias recomendaciones, entre las que se destacan: usar nuevas dosis, otros cultivos y diferentes condiciones ecológicas.

Por su parte Oviedo (2010) demostró nuevamente en Casas de Cultivos Protegidos que los mejores resultados se obtuvieron con las concentraciones de 24 y 48 horas respectivamente, siendo mejores a la segunda dosis, donde se inhibió prácticamente la brotación total de arvenses. De igual manera no hubo afectaciones para la microbiota, el pH y minerales del suelo, así como para el cultivo del tomate.

En un estudio más reciente, sobre el tema, Hernández (2021) consiguió controlar el banco de diásporas presentes en canteros de un organopónico, con el cultivo del Rabanito, evaluando la estabilidad del Herbifame hasta los 40 días de elaborado.

En este trabajo se estudiará un producto que está en fase de desarrollo que podría cambiar significativamente el costo y trabajo de todo productor que lo obtenga logrando aumentar sus ganancias.

El Herbifame podría ser la solución anhelada por los productores, ya que posee grandes ventajas con respecto a otros herbicidas, porque se trata de un producto de origen natural, entre ellas tenemos:

- Producto netamente ecológico, no contamina la salud humana, ni los elementos del medio ambiente.
- Es de fácil preparación con productos residuales de la industria forestal.
- Disminuye los costos de producción.
- Minimiza la germinación de diásporas de arvenses, tanto de hojas anchas como estrechas.
- De fácil aplicación como herbicida natural pre emergente.
- Se puede aplicar por el sistema de riego localizado.

Para la realización de este trabajo se plantea el siguiente problema:

No se cuenta en la actualidad con un herbicida de origen natural, que sea capaz de controlar las arvenses en los canteros, con alta efectividad, estabilidad y que a su vez disminuya el banco de diásporas.

Para la solución del problema se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

Aplicando el Herbifame en canteros de hortalizas se logra controlar las arvenses sin que el mismo pierda su estabilidad una vez preparado y provoque una disminución del banco de diásporas en el suelo.

Para demostrar la hipótesis de trabajo se plantean los siguientes objetivos.

Objetivo general.

Evaluar el efecto del Herbifame en canteros sobre la brotación de arvenses y el banco de diásporas, con diferentes fechas de elaboración, sin la presencia de un cultivo.

Objetivos específicos.

1. Evaluar el efecto del Herbifame sobre las arvenses presentes en los canteros, con diferentes fechas de elaboración.
2. Determinar el efecto del Herbifame sobre la viabilidad del banco de diásporas en los canteros.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Las arvenses y sus conceptos.

Labrada (2009) define el término arvenses, como aquellas especies de plantas que emergen de forma espontánea dentro de los cultivos, realizando determinada interferencia (competencia, parasitismo y alelopatía) y se manifiestan de diferentes formas en dependencia del cultivo y los factores edafoclimáticos presentes. Además, enfatizó sobre los enormes problemas que el control de malas hierbas supone en las agriculturas menos tecnificadas, así como de las posibles soluciones disponibles.

Las arvenses, conocidas también como malezas son aquellas especies de plantas que crecen entre los cultivos, sin ninguna connotación de cuan buenas o malas pueden ser. Por lo que tildarlas de dañinas sin estudios previos resulta inconsecuente (Espinosa y Sarukhán 1997).

Dentro de las denominaciones más comúnmente usadas están: adventicias, espontáneas, malas hierbas, plantas inútiles, hierbas indeseables, plantas parásitas, plantas intrusas, plantas comensales, maniguas, bejucos, hierbajos, cizañas, epifitas, hierbas invasoras, malezas, plantas no objeto de cultivo y arvenses siendo estas tres últimas las más utilizadas. Esta vegetación establece una marcada competencia con los cultivos agrícolas por los nutrientes, agua, luz y espacio fundamentalmente; si no se controlan pueden reducir el rendimiento en cantidad y calidad, causando grandes pérdidas al agricultor Valdez y Álvarez (2000) citando a Acuña (1974) y (Labrada, 2006).

Se plantea que, de las aproximadamente 350 mil especies de plantas conocidas, 30 mil afectan en algún grado el desempeño normal del hombre, animales y demás plantas, y unas 250 especies se consideran de importancia económica ya que tienen un efecto deprimente sobre la producción de las plantas cultivadas, interfiriendo su desarrollo normal por la competencia o efectos alelopáticos que provocan (Gómez y Rivera, 1995).

1.2 Banco de diásporas en el suelo

Generalmente se le denomina semilla al órgano de la planta que sirve para la propagación, pero no siempre ésta es la que se observa en las infrutescencias, en ocasiones pueden aparecer frutos que dan la apariencia de semillas como algunos secos y monospermos (*cariopsis*, *aquenos*,

etc); por esta razón se habla por ejemplo de banco de semillas. Lo más correcto es utilizar el término “diáspora” que es cualquier órgano, conjunto de órganos o fragmento vegetal capaz de dispersarse y producir una planta (Espinosa y Sarukhán, 1997).

Otras definiciones dadas son, sinónimo de “disemínulo”, que consiste en el embrión o en los embriones y el complejo orgánico acompañante, que la planta separa de sí para la propagación, o el complejo orgánico autónomo formado por la planta y destinado a la conservación y propagación (Font Quer, 1975). Para Strasburger *et al.* (1974), “diáspora” es la unidad funcional de diseminación, que incluso puede ser la planta entera.

Para Cilia Fuentes (1997) banco de diásporas de arvenses es la reserva de diásporas de arvenses enterradas en el suelo, constituida, por una parte, de las producidas *in situ*, y por otra parte de exógenas. Las diásporas llegan al suelo generalmente en estado latente, y requieren de una estimulación o de condiciones adecuadas para romper la latencia. También las diásporas pueden entrar en un estado de latencia profunda.

Por lo regular, al hacer los estudios del banco de diásporas en el suelo no se tienen en cuenta todas las unidades de propagación como rizomas, esporas, yemas, etc, se limitan a la semilla propiamente y a algunos frutos con apariencia de éstas. Por lo tanto, cuando se utiliza el término diáspora, entiéndase que se habla estrictamente de semillas y frutos.

1.3.. Alelopatía

Rice (1974) y Lorenzi (2008) definen la alelopatía, como cualquier efecto dañino directo o indirecto de una planta sobre otra, a través de la producción de compuestos químicos que escapan al ambiente. Un rasgo que la distingue de la competencia es que algo es adicionado al ambiente o, por el contrario, que algo es extraído del mismo. Muchas de estas sustancias (toxinas) identificadas en el suelo, son lo suficientemente persistentes como para mantener niveles de toxicidad por varios meses, haciendo que el fenómeno, de igual modo, se mantenga presente (Labrada y García, 1995).

Labrada (2009) planteó, que el daño de las arvenses en plantaciones consiste en la interferencia, en el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivables. Esta interferencia puede tener efecto a través de competencia, Alelopatía y parasitismo. El conocimiento y comprensión de los efectos nocivos de las arvenses ayudan a mejorar los métodos de control y eliminarlas a tiempo

1.4.. El “Pino Macho” (*Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*)

Según Betancourt (1999), la especie *Pinus caribaea* Morelet posee las siguientes características:

Árbol de aproximadamente 75 cm. de diámetro y puede superar los 30 m de altura, copa cónica y ocupa en los árboles grandes de la tercera a la cuarta parte de la altura total, hojas (acículas) unidas en fascículos de a 3, las cuales son agudas con canales resiníferos, flores femeninas en estróbilos reflexas en la parte más alta del árbol, los frutos son conos ligeramente asimétricos, de 5 a 12 cm. de longitud y las semillas son de ovoide a triangular, estrechas y aladas.

Su mayor área de distribución natural se encuentra en las Bahamas, Cuba y Centro América. Esta especie *Pinus caribaea* Morelet tiene tres variedades ellas son: var. *hondurensis* Barret & Golfari de Centroamérica y la var. *bahamensis* de islas Bahamas y var. *caribaea*, típica de Cuba. Esta última, tiene su centro de distribución geográfica en la provincia de Pinar del Río y en la Isla de la Juventud.

El Pino tiene muchos usos, fundamentalmente como maderable y como pulpa para papel y a partir de algunas observaciones realizadas, se han formulado los residuales de una planta junto con otras sustancias orgánicas, como un herbicida natural con la especie *Pinus maritima* en Nueva Zelanda. Por otra parte, en España se muele la corteza y en forma de aserrín se usa para mejorar el suelo y como inhibidor de la germinación de diásporas de arvenses en jardines y paseos (Codas, 2005).

Según Betancourt (1999), la especie *Pinus caribaea* Morelet posee las siguientes características: Árbol de aproximadamente 75 cm. de diámetro y puede superar los 30 m de altura, copa cónica y ocupa en los árboles grandes de la tercera a la cuarta parte de la altura total, hojas (acículas) unidas en fascículos de a 3, las cuales son agudas con canales resiníferos, flores femeninas en estróbilos reflexas en la parte más alta del árbol, los frutos son conos ligeramente asimétricos, de 5 a 12 cm. de longitud y las semillas son de ovoide a triangular, estrechas y aladas.

Álvarez y Martínez (2002) estudiaron al Pino Macho como inhibidor de la brotación de diásporas de arvenses de los cafetales de Cuba. Se usaron para ello las acículas verdes disueltas en agua destilada después de ser molidas las mismas según el método de Pratley (1996). Las

disoluciones fueron al 5%, 20%, 50%, 100% estas tuvieron efecto sobre las 3 especies de arvenses más importantes en cafetales cubanos, *Achyranthes aspera*, *Pseudelephantopus spicatus* y *Petiveria alliacea* tratadas en condiciones de laboratorio.

La especie tiene propiedades alelopáticas debido a la presencia de hidrocarburos monoterpénicos, que se encuentran en sus acículas, estos compuestos controlan el patrón de vegetación en algunos bosques (Anaya *et al.*, 2001). Hay autores que indican que el efecto inhibitorio se debe a picnogenoles (Revista Vinculando, 2008), compuestos fenólicos (Ballester *et al.*, 1982), diterpenos oxigenados, hidrocarburos sesquiterpenos, óxido de manol, germacreno D-cadineno, (E)- cariofileno, α -cadinol (Amri *et al.*, 2017), así como monoterpenos tales como α -pineno, β -pineno, canfeno, myrceno, limoneno, β -felandreno, 3careno y γ -terpineno (Wilt *et al.*, 1993).

El Pycnogenol es un extracto de la corteza de Pino marino francés que contiene bioflavonoides naturales que evitan influencias dañinas del ambiente, y fortalecen y protegen las células evitando su oxidación (oxidación celular). Actualmente el picnogenol se distribuye comercialmente en presentaciones de 20 - 100 mg.

El Pycnogenol[®] es un suplemento dietético a base de hierbas que se extrae de la corteza de Pino marino francés y cuyo principio activo principal es la procianidina. La procianidina es un antioxidante potente que también se encuentra en alimentos como las uvas, las bayas, las granadas, el vino tinto y diversos frutos secos. Los suplementos que contienen procianidina se comercializan ampliamente en todo el mundo para la promoción de la salud, así como para la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas (MedlinePlus, 2021)

1.5 Herbifame: Origen

La idea surge de las observaciones de campo, al observar que debajo de los pinares existe poca vegetación. La razón se debe a un fenómeno hormonal, ya que debajo de los pinares se acumulan gran cantidad de acículas de Pino que al descomponerse forman compuestos químicos llamados picnogenoles, capaces de inhibir la germinación de las diásporas (semillas y frutos) de plantas arvenses. El picnogenol inhibe la actividad del ácido indolacético-oxidasa, una enzima cuya función es mantener el nivel óptimo de la hormona de crecimiento ácido indolacético; por

consiguiente, la hormona se acumula y su exceso perturba el crecimiento vegetal (Masquelier, 1979).

¿Cómo se prepara?

Según Morales (2011), se cortan las acículas verdes del Pino macho al tamaño entre 1 y 3 cm aproximadamente de largo. Por maceración, se depositan en la proporción de 60 gramos por litro de agua en una vasija, durante un periodo de tiempo de 48 horas y se remueve periódicamente. Posteriormente se cuela y se aplica directamente en los canteros, viveros, etc. Se puede medir con una lata de leche condensada.

Efectos secundarios

Hasta el presente no se han reportado efectos fitotóxicos en cultivos de hortalizas y el café. Además, el pH del suelo se mantiene invariable.

La microbiota (Hongos, Bacterias y Actinomicetos) del suelo no se interfiere, por el contrario, los compuestos del Pino, la estimulan; sucede la misma situación con los minerales principales.

Esto desmiente la teoría de que el Pino acidifica y rompe la estructura del suelo. Es posible que, en pinares de varias décadas de plantados, producto de la acumulación de acículas en el suelo, se afecten algunos de estos factores. En condiciones controladas, como canteros, viveros, etc., esto no es posible que ocurra porque constantemente se están aplicando materiales orgánicos.

¿Dónde se ha aplicado?

Desde las primeras investigaciones, el Herbifame se experimentó en parcelas debajo de cafetales, a la sombra y a pleno sol, en condiciones de laboratorio con semillas de varios cultivos, en Casas de Cultivos Protegidos y más recientemente en organopónicos de la localidad de Trinidad (Oviedo, 2010). En Anexo 4, se muestra el plegable para su generalización.

1.6 Control de arvenses de forma natural (Neus, 2016).

Existen alternativas caseras a los herbicidas comerciales que no son tóxicas para el medio ambiente, Raspar el suelo alrededor de las plantas suavemente con un rastrillo o con la mano para evitar que el suelo forme costras. Si no llueve, riegue la planta semanalmente. Empiece a entresacar

los rábanos cuando las raíces comiencen a expandir. Quite cada segunda planta. Las raíces ni para nuestras mascotas y tampoco nos tendremos que preocupar por nuestros cultivos del huerto.

Agua hirviendo

Aunque parezca incierto, el agua hirviendo es un potente herbicida. Se coloca una olla con agua del grifo y caliéntala hasta el punto de ebullición, luego debes verterla con extremado cuidado sobre las malas hierbas que deseas eliminar. Esta es una forma muy eficaz de eliminar las plantas indeseadas que aparecen en los patios, las calzadas y las aceras. Se tiene que tener mucho cuidado porque el agua hirviendo no selecciona, si la colocas en sitios donde haya otras plantas, matará al instante todo lo que alcance y esto incluye las raíces subterráneas de los vegetales cercanos.

Sal

La sal es el herbicida total. Si queremos que en una zona no vuelva a crecer ningún tipo de planta, sólo tenemos que echar sal. Esta solución es perfecta si tenemos un caminito de baldosas y no queremos que las hierbas crezcan en medio. Es la forma más fácil de asegurarse de que allí no crezca nada. Tendremos que ir renovando cada cierto tiempo pero de esta forma tendremos la seguridad de que allí no crecerá nada de nada ni bueno ni malo, ojo tenemos que tenerlo en cuenta.

Vinagre

Cualquiera de sus variedades: de manzana, de vino o de sidra va a funcionar. El ácido acético del vinagre matará las hojas de la planta, pero no la raíz y funciona mejor en las plantas jóvenes, ya que éstas no tienen suficiente energía almacenada en las raíces para volver a hacer crecer sus hojas. Será un herbicida más potente si mezclamos un litro y medio de vinagre, el zumo de un limón, una cucharada de jabón para lavar platos y rociamos las malas hierbas con un pulverizador. La clave del éxito está en el sol ya que si es un día soleado será bastante más efectivo.

Papel de periódico

Otro método casero para eliminar las malas hierbas es colocar varias hojas de papel de periódico sobre las zonas donde queramos eliminarlas. Encima puedes echar más tierra para que no se vea el papel y ninguna planta crecerá, pues la ausencia de sol les impedirá germinar.

Mezclas letales

Si tu huerto o jardín tiene malas hierbas especialmente fuertes y no consigues acabar con ellas con la aplicación de estos remedios naturales, puedes crear herbicidas para control de malezas más potentes mezclando algunos de ellos.

Por ejemplo, puedes mezclar sal y vinagre para garantizar unos resultados rápidos y eficaces, pero ten en cuenta que durante un determinado periodo de tiempo no podrás plantar nada donde lo hayas utilizado. También puedes mezclar agua hirviendo con sal o vinagre, o ambos, una mezcla que dejará limpio tu jardín de malas hierbas.

Bórax

Por último, el bórax se vende como un producto de lavandería y limpieza, pero además puedes utilizarlo en tu jardín como herbicida. Para ello, añade 280 gramos de bórax en polvo a 2,5 litros de agua, mezcla bien, y viértelo en un recipiente con pulverizador para cubrir las hojas de las malas hierbas no deseadas.

Debes considerar que el hecho de que estos herbicidas sean naturales no implica que no puedan dañar tu suelo, tu jardín o a ti mismo. Los herbicidas para control de malezas no dejan de ser una sustancia tóxica para las plantas y podrían tener un efecto negativo sobre el suelo si se aplica en grandes cantidades, así como podrían producir lesiones si se utilizan mal, así que hay que tener cuidado.

La forma más ecológica de deshacerse de las plantas indeseadas es utilizar un extractor de malas hierbas o tirar de ellas hacia arriba, desenterrar las raíces, dejarlas secar al sol y añadirlas después a un compost.

La agricultura global avanza hacia formas más eficientes en el uso de los recursos, con el menor impacto posible sobre el medio ambiente. Una de las tendencias más firmes de cara al futuro es el reemplazo progresivo de los productos fitosanitarios en el control de las malezas, entre estos están: electricidad, rayos láser, agua caliente, vapor, microondas, control mecánico. Todo vale en la carrera tecnológica para combatir las arvenses sin agroquímicos, pero todas estas conllevan mucha tecnología que no está al alcance de la agricultura cubana (Infoagrónomo, 2020).

En un artículo que aparece en el último número de la revista *Weed Science*, de los autores Caio A. C. G. Brunharo *et al* (2022), informaron que, las malas hierbas resistentes a los herbicidas ahora están omnipresentes en áreas donde se cultivan cultivos resistentes a herbicidas. Si bien la magnitud del problema puede variar según el rasgo de la cosecha, la resistencia y dónde se planta el cultivo, está influenciado en gran medida, por si los cultivadores resisten la tentación de depender únicamente, de cultivos resistentes a herbicidas.

Las medidas a tomar para el manejo de malezas en la agricultura orgánica deben estar dirigidas a mantener los niveles de población de las malezas, niveles que no afecten de manera importante el rendimiento y calidad de los cultivos (INTAGRI, 2017). El número de productos herbicidas empleado en la agricultura orgánica se han incrementado en los últimos años. Dichos productos están formulados en base a aceites vegetales, harina de gluten de maíz, ácidos grasos, ácido acético (vinagre) y materiales biológicos. Muchos de estos productos tienen como base a los aceites vegetales y actúan por contacto de manera no selectiva. Para una buena efectividad de estos productos, se debe asegurar una buena cobertura y en algunos casos emplear coadyuvantes autorizados (derivados de resinas de pino, yuca, entre otros).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se inició el día 4 de septiembre del año 2023 (Experimento I) en el organopónico “Bellezas Productivas”, dedicado al cultivo de plantas medicinales, ubicado en el Consejo Popular Armando Mestres, en el municipio de Trinidad, Sancti Spíritus, el cual pertenece a la Agricultura Urbana, de la Empresa Agroforestal de dicho municipio.

Para la mejor observación y conteo de las especies de arvenses brotadas en los canteros, se decidió no plantar ningún cultivo, ya que, por experiencias de otros trabajos, citados anteriormente, al evaluar la brotación de arvenses, los cultivos sellan las parcelas experimentales, haciendo interferencias y dificultando las evaluaciones.

2.1 Elaboración del Herbifame

Se cortaron las acículas verdes del Pino macho al tamaño entre 1 y 3 cm aproximadamente de largo. Por maceración, se depositaron en la proporción de 60 gramos por litro de agua en una vasija, durante un período de 48 horas y se removió periódicamente. Posteriormente se coló y se aplicó directamente en los canteros, de acuerdo a las diferentes fechas de elaboración, descritos en los tratamientos. (Anexo 1 y 2).

2.2 Diseño experimental

El diseño experimental fue un bloque al azar, utilizándose para el ensayo un cantero de 8m de largo y 1.20 m de ancho, se dividieron y se separaron con listones los 5 tratamientos con 3 repeticiones. Cada parcela experimental se dividió en espacio de 0,5 m x 1,20 m, quedando cada una de ellas con un área de 0,6 m² y dejando 0.25 m para el efecto de borde en el comienzo y final de dicho cantero (Anexo 4, Fig. 3-5).

Los tratamientos fueron:

1. Testigo (Agua)
2. Herbifame con 8 meses de preparado
3. Herbifame con 6 meses de preparado
4. Herbifame con 2 meses de preparado
5. Herbifame fresco (Recién preparado)

2.3 Preparación del área experimental

En los últimos años producto del agotamiento del suelo dentro de los canteros de dicho organopónico, se decidió por parte de la dirección, introducir en ella Materia Orgánica (estiércol ovino-caprino y vacuno) de la empresa pecuaria de Trinidad, a la proporción de 50% del mismo y 50% de tierra (Anexo 4, Fig. 1 y 2).

En la preparación del cantero, antes de ser dividido en las 15 parcelas, se realizó una nivelación y homogenización del sustrato, con la ayuda de un azadón y rastrillo. Se regó agua en el tratamiento testigo y el herbicida preparado a razón de 3 L por parcela, en los demás tratamientos descritos anteriormente.

Al tercer día se hizo la segunda aplicación del Herbifame de acuerdo a los tratamientos. Ambos riegos se realizaron con una mochila de fumigación (Matabi). En los días posteriores se siguió haciendo el riego con la ayuda de un regador manual en los canteros y una frecuencia diaria, cuando no hubo precipitaciones (Anexo 4, Fig. 3-5).

2.4 Inventario de especies de arvenses brotadas.

Se realizaron para ambos ensayos, 4 conteos respectivamente, de arvenses brotadas cada 7 días, del número de las especies brotadas y para el segundo experimento se decidió inventariar las plantas, tanto de la clase *Liliopsida* (Monocotiledóneas) como *Magnoliopsida* (Dicotiledóneas) y el total.

Para la identificación de las arvenses se consultó el trabajo de Álvarez (2000), especialista en arvenses y se actualizó la nomenclatura de todas las especies brotadas.

2.4.1 Cálculo de Coeficientes

El cálculo de la Frecuencia relativa y la Frecuencia de dominancia se realizó basándose en las áreas en las que cada especie se encontró o era dominante en relación con el área total evaluada respectivamente (Σ de las 15 parcelas). En ambos casos se empleó la misma fórmula (Pérez y Pedroso, 1987).

$$F(\%) = \frac{a}{A} \times 100$$

donde: F = Frecuencia o frecuencia de dominancia

a = Área en la que se presentó la especie o era dominante.

A = Área total evaluada

Las arvenses se agruparon por la Frecuencia relativa calculada en las siguientes clases:

- Accidentales ----- En menos del 25% de las áreas
- Poco frecuentes ----- Entre el 25 y 49% de las áreas
- Medianamente frecuentes ----- Entre el 50 y 74% de las áreas
- Muy frecuentes ----- En más del 74% de las áreas

2.5 Viabilidad del Banco de Diásporas

Pasadas las 4 semanas del experimento I, se procedió a preparar el Experimento II, el día 2 de octubre de 2023, con el objetivo de evaluar el estado del Banco de Diásporas en cada parcela, realizando nuevamente la preparación de las mismas parcelas, antes tratadas, limpiando todos los restos vegetales, con la ayuda del azadón y restrillo (Anexo 4, Fig. 5).

Para esta segunda etapa, solo se realizó el riego con agua, manteniendo la humedad necesaria en dichas parcelas experimentales. Tampoco se colocó ningún cultivo, por los motivos explicados anteriormente, recordando que, en este caso, se agregó un conteo de las plantas brotadas Monocotiledóneas y Dicotiledóneas y el total en cada parcela.

2.6 Procesamiento Estadístico

Para el procesamiento de los resultados obtenidos, se hizo un análisis de varianza para comparar las medias con la prueba múltiple de Duncan. Se usó el programa estadístico: Statgraphic Centurion XVII.

CAPÍTULO 3. RESULTDOS Y DISCUSIÓN

3.1 Efectos del Herbifame sobre el número de especies de arvenses presentes en los canteros.

Las especies de arvenses comenzaron a brotar a los 7 días en todas las parcelas. Los tratamientos con el Herbifame redujeron la brotación de las diferentes especies de arvenses significativamente, al compararlos con el tratamiento Testigo, este comportamiento se mantuvo hasta las 4 semanas que duraron las evaluaciones, como se puede ver en la Tabla 1 y Figura 1. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Albelo (2003); Martínez, (2003); Méndez (2004); Jiménez (2005); Oviedo (2010), Morales (2011) y Hernández (2021), quedando demostrado que el herbicida natural empleado, hace un control efectivo sobre la brotación de arvenses, tanto para las condiciones montañosas de Topes de Collantes, como para el organopónico Bellezas Productivas de Trinidad.

Tabla 1. Experimento I. Comportamiento de la brotación del número de especies de arvenses en diferentes momentos.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días
1	8.0 b	11.6 a	11.6 a	12.0 a
2	5.6 a	4.6 cb	4.6 b	5.0 b
3	5.3 a	6.0 b	6.0 b	6.0 b
4	5.0 a	4.3 c	4.3 c	4.3 b
5	4.6 a	4.3 c	4.3 c	4.6 b
C.V (%)	13.2	16.4	16.4	8.7
ES de la X	0.58 *	0.42*	0.42*	0.61*

*a, b, c... medias con letras no comunes en una misma columna difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955).

Como otro resultado novedoso de este experimento, se puede constatar en la tabla anterior y Figura 1, que no determina para el efecto inhibitor del Herbifame, el tiempo de almacenado. Significa que, su efecto es verificable tanto fresco como hasta los 8 meses después de elaborado, dando la posibilidad de su empleo meses después de obtenido. El autor Morales en el 2011 y Hernández (2021), obtuvieron resultados similares, pero con el cultivo del Rabanito y almacenado

por 40 días, en sendos organopónicos del Complejo Turístico Gaviota en Topes de Collantes y El “Renacimiento” de la UBPC Frank País, del municipio de Trinidad, respectivamente.

Los autores antes citados, reportaron que, a partir de las 2 primeras semanas en sus ensayos, al crecer las plantas objeto de cultivo, crean un sombreado en los canteros y se inhibe la brotación de nuevas arvenses y muerte de algunas poblaciones, por la llamada interferencia entre especies, lo que se infiere que, llevar un control de arvenses hasta esta etapa, se produce el “Umbral económico”, que es cuando las arvenses están presentes, pero no producen pérdidas considerables. Estas consideraciones refuerzan aún más los resultados del Herbifame en este trabajo, ya que hay que recordar que no fue plantado ningún cultivo y los resultados antes discutidos, con el uso del herbicida natural, serían mucho mejores.

Otro aspecto a destacar es que, partiendo de lo anterior, da lo mismo aplicar el Herbifame frescos que preparado y almacenado, facilitando a los productores el uso del producto ya que a veces la materia prima (acículas de Pino) no están disponibles en todo momento. Esto se resolvería a través de la Agricultura Urbanas, las cuales serían las responsables de adquirir la materia prima y hacérsela llegar a cada sitio.

Como se sabe, la disponibilidad de Pino está fundamentalmente en las zonas montañosas de la provincia con gran cantidad de acículas, las cuales son un desecho de la industria forestal. Conociendo los resultados anteriores, en cuanto a la forma de preparar los extractos del Pino, se pueden preparar de una vez y mantenerlos envasados durante 8 meses, aunque la tendencia es que hay un mejor control con el Herbifame recién elaborado.

Algunos aleloquímicos son solubles en agua, lo que los hace más fáciles de aplicar sin agregar surfactantes. Los bioherbicidas aleloquímicos suelen tener una persistencia ambiental de corta duración y baja toxicidad. A menudo emplean múltiples modos de acción, lo que reduce el riesgo de que las arvenses generen resistencia. Como resultado, los aleloquímicos sirven como buenos candidatos para el desarrollo de bioherbicidas, agentes antimicrobianos y reguladores del crecimiento (Hasan *et al.*, 2021).

Figura 1. Comportamiento de la brotación del número de especies de arvenses en diferentes momentos.

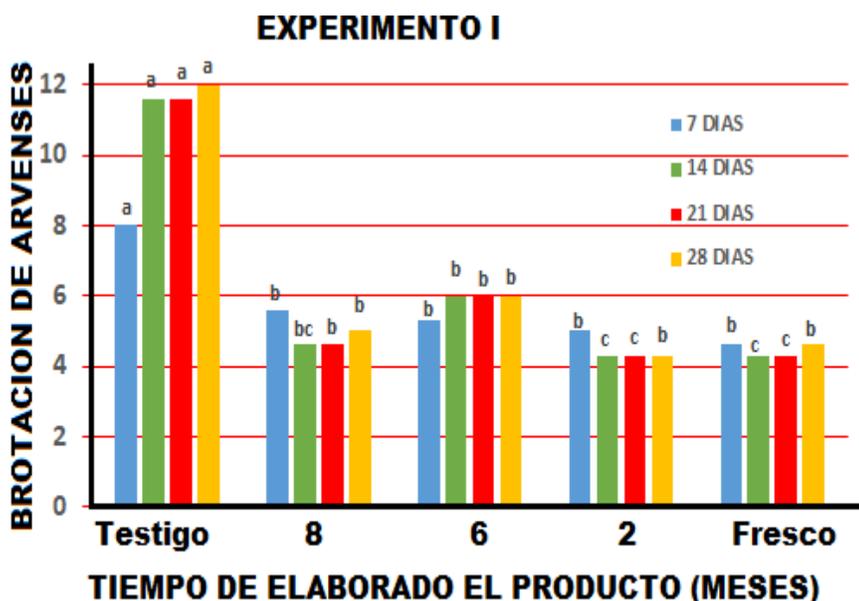


Figura 1. Efecto del tiempo de preparación del producto sobre la eficiencia del mismo

* a, b, c... medias con letras no comunes difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Se puede comprobar en la Tabla 2 y la Fig. 2, el comportamiento del número de especies que consiguieron brotar, fue inhibido por todos los tratamientos con el herbicida, si se comparan con el tratamiento control. Hay que tener en cuenta que en este experimento no se aplicó nuevamente el Herbifame, se hizo la preparación del suelo y sólo se aplicó agua cuando no había precipitaciones. Aún bajo estas condiciones, en las parcelas donde se aplicó anteriormente los tratamientos con Herbifame, tuvieron las medias diferencias significativas al compararlas con el tratamiento 1 o control. Estos resultados coinciden con los de Hernández (2021) en que, sólo bastaron las 2 aplicaciones de inicio del experimento para que disminuya el banco de diásporas en los canteros.

Se presupone, además, que los productores no tendrían la necesidad de volver a realizar nuevas aplicaciones del producto y pudieran volver a realizar una nueva plantación y el control de arvenses estaría asegurado, siendo una condición que se mantendría, hasta que no haya necesidad de incorporar materia orgánica en los canteros, donde se traen nuevas diásporas.

Tabla 2. Experimento II. Comportamiento de la brotación del número de especies de arvenses en diferentes momentos.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días
1	8.0 a	8.6 a	8.6 a	8.6 a
2	4.3 b	4.3 b	4.3 b	4.3 b
3	3.6 bc	4.6 b	4.6 b	4.6 b
4	3.6 bc	4.3 b	4.3 b	4.3 b
5	3.0 c	4.0 b	4.0 b	4.0 b
C.V (%)	6.9	11.2	8.4	8.4
ES de la X	0.27*	0.51*	0.5**	0.5**

*a, b, c... medias con letras no comunes en una misma columna difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Se puede constatar de acuerdo a los resultados expuestos en la Tabla 2 y Gráfico 2, que el control de la brotación de las arvenses se comportó con resultados similares al Experimento I, en que no influyó el tiempo en la estabilidad del Herbifame, incluso hasta los 8 meses de elaborado el producto. Hay que resaltar que, aunque no difieren los tratamientos con Herbifame entre ellos, a partir de los 14 días, los mejores efectos se aprecian en la medida que el producto es más fresco, aunque con estos ensayos se puede recomendar a los productores que una vez preparada la maceración, lo pueden conservar unos meses más sin que pierdan sus propiedades, de esta forma se humaniza el trabajo, se ahorran recursos y mano de obra, entre otras ventajas.

Figura 2. Experimento II. Comportamiento de la brotación del número de especies de arvenses en diferentes momentos.

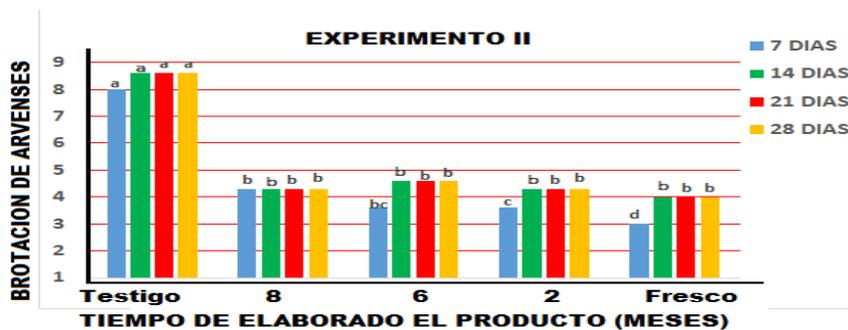


Figura 2. Efecto del tiempo de preparación del producto sobre la eficiencia del mismo

*a, b, c... medias con letras no comunes difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

En cuanto a la composición de especies de arvenses, que brotaron en las diferentes parcelas con sus tratamientos respectivos, se puede constatar en los Anexo 5 (Tabla 6), las 14 especies que se enumeran, siendo 6 Monocotiledóneas y 8 Dicotiledóneas, una composición similar. La especie que entró en los canteros, con la materia orgánica y que invadió prácticamente los mismos en sus dos fases, fue la *Boerhavia erecta* L., de la familia Nyctaginaceae y de hojas anchas. Dicha especie tuvo una Frecuencia Relativa del 100% y una Frecuencia de Dominancia del 92%, corroborando lo explicado anteriormente.

Esta planta no es una especie frecuente en las áreas de cultivos y sí ruderal, en las ciudades, muros, etc. (Anexo 6). Por estas razones se decidió inventariar en los experimentos (Tablas y Gráficos 1 y 2), el número de especies y no la cantidad de plantas totales, pues ella resultó ser tolerante al Herbifame. Además, se realizaron inventarios en los canteros aledaños y la especie no se encontraba, sólo apareció en el cantero experimental porque fue allí donde se aplicó la materia orgánica traída de fuera de la localidad. Ver Anexo 6 donde aparecen el cantero experimental y los estudiado

En el Anexo 5 (Tabla 6) se muestran las especies que aparecieron en las parcelas, fundamentalmente en el tratamiento testigo y en el resto, en menor cuantía pues fueron inhibidas por dicho producto ecológico, donde se puede observar que algunas de estas especies, son consideradas entre las que más problemas causan en la agricultura, como: *Amaranthus dubius*, *Cyperus rotundus* y *Portulaca oleracea* por solo mencionar algunas (Álvarez, 2000).

Por otra parte, una especie puede ser muy frecuente en las áreas y tener grado I de enyerbamiento, la cual tiene poca importancia desde el punto de vista de “presión de arvense”, este puede ser el caso de la especie *Chamaecybe hysopifolia*, que como se aprecia en el Anexo 5. Tabla 6, es tan frecuente como la especie *Eragrotis tephrosanthes*, sin embargo, tiene grado cero de dominancia. Finalmente, estos coeficientes calculados ofrecen la realidad del problema, muchas veces enmascarado si no se analizan áreas de forma integral.

3.2 Efecto del Herbifame sobre la viabilidad del banco de diásporas en los canteros.

En este acápite se exponen los resultados de la Viabilidad del Banco de diásporas presentes en los canteros, una vez vuelto a preparar los mismos y de haber aplicado solamente agua, con el riego manual antes descrito. Este aspecto fue estudiado por Hernández (2021) en estudios precedentes con el Herbifame, pero solo hasta 40 días de elaborado el producto.

En la Tablas 3, 4 y 5 (Gráfico 3), se observa como los tratamientos del herbicida aplicado, en los Tratamientos 3, 4 y 5, limitó la brotación de las diásporas en general, durante las 4 evaluaciones realizadas, al compararlo con el tratamiento Testigo y el 2 (8 meses) y no existiendo diferencias significativas entre ellos. Queriendo esto decir, que el efecto alelopático de los picnogenoles presentes se mantuvieron en los preparados con la misma efectividad independientemente del tiempo de almacenamiento, aunque se observó que el Tratamiento 2 no tuvo diferencias con el Testigo, lo que pudiera estar dado por ser el de mayor tiempo de elaboración. Coincidiendo una vez más con los estudios precedentes realizados al evaluar la brotación de las arvenses en canteros y con la presencia de un cultivo.

En dichas tablas se aprecia que las medias entre el tratamiento control (con agua) y el de 8 meses almacenado, no se diferencian en ninguna de las evaluaciones, pero en la medida que el producto estuvo 6 y 2 meses almacenado y mucho mejor el fresco, las medias disminuyeron a la mitad y tres veces la cantidad de arvenses brotadas. Además, durante las semanas no aparecieron nuevas plantas, demostrando el control que ejerció el producto sobre el banco de diásporas, a pesar que el mismo fue aplicado varias semanas antes, desde el Experimento I.

Estos resultados son prometedores si se analiza, que con solo 2 aplicaciones del Herbifame, resulta suficiente para controlar los enyerbamientos en los canteros del organopónico, sin necesidad de realizar otras tareas para el control de arvenses, las cuales encarecen y deshumanizan el trabajo.

Tabla 3. Experimento II. Comportamiento de la brotación de arvenses Monocotiledóneas en diferentes momentos.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días
1	30.6a	34.0a	35.3a	35.0a
2	31.3a	34.6 ^a	36.6a	37a
3	14.6b	17.3b	18.3b	18.6b
4	11.3bc	13.3bc	13.6b	13.6bc
5	8.3 c	10.6c	11.0b	11.6c
C.V (%)	13.5	11.2	8.3	11.5
ES de la X	6.6*	7.1**	7.3**	7.5**

*a, b, c... medias con letras no comunes en una misma columna difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

En particular para las plantas de la clase Monocotiledóneas (Tabla 3), el efecto del herbicida natural fue más eficiente si se compara con las Dicotiledóneas (Tabla 4), a pesar que, en número de especies, eran casi iguales en proporciones, 6 y 8 respectivamente. Las medias de esta última clase a partir de la segunda semana y en los tratamientos más frescos, fue en aumento, lo que se infiere que ya en esa fecha, pasados un mes y medio, comenzaron a emerger nuevas poblaciones de arvenses, que se encontraban en el suelo y al remover los horizontes, en el momento de la preparación de este experimento, se activaron sus diásporas y por esta razón aparecen estas cifras de plantas. Eso influyó entonces, en la cantidad de plantas totales, registradas en la tabla 5, lo cual es la sumatoria de las plantas de cada clase botánica.

Se aprecia nuevamente la acción inhibitoria del producto sobre las especies de arvenses de la clase *Liliatae*, presentada en la tabla anterior, Gráfico 3. Esto da la posibilidad de recomendar dicho herbicida para este tipo de arvenses, ya que no se disponen en estos momentos muchas formas de controlar, en los organopónicos, los rebrotes y casi siempre se emplean sustancias químicas, con el consiguiente efecto agresivo, que tienen los agrotóxicos para el medio ambiente y en este caso el Herbifame no tiene problemas de toxicidad, ya que el principio activo es medicinal (MedlinePlus, 2021).

Tabla 4. Experimento II. Comportamiento de la brotación de arvenses Dicotiledóneas en diferentes momentos.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días
1	197.6 a	197.6 a	209.6 a	205.3 a
2	231 a	231 b	233.0 a	228.3 a
3	167 a	167.3 c	172.0 b	167.3 b
4	52.3 b	52.3 d	160.6 bc	156.3 b
5	9.3 c	9.3 e	152.6 c	147.3 b
C.V (%)	9.6	12.5	11.7	13.6
ES de la X	25.2*	25.2*	32.4*	32.5*

*a, b, c... medias con letras no comunes en una misma columna difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Después de analizar estos resultados y comprobado en las Tablas 3, 4, 5 y Gráfico 3, el Herbifame controla de forma eficiente la brotación de arvenses tanto de hojas anchas como estrechas, por lo que da la posibilidad de ser usado como un herbicida pre-emergente, no selectivo. Su control, la forma de prepararlo y la estabilidad del mismo, una vez elaborado, lo hacen un prometedor producto para el control de arvenses en los canteros, ya que no todos los herbicidas que se comercializan en el mercado sirven como herbicidas totales. Máxime que en estos ensayos no hubo cultivo en los canteros, lo que haría una interferencia y sombreado, entre estas y las poblaciones de arvenses, como sucedió en los autores citados, que usaron el Herbifame.

Tabla 5. Experimento II. Comportamiento de la brotación de arvenses totales en diferentes momentos, al analizar la viabilidad del banco de diásporas.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días
1	220.3 b	231.6 a	245 a	240.3 a
2	258.0 a	265.6 a	269.6 a	265.3 a
3	177.6 c	184.6ab	190.3 b	186.0 b
4	61.0 d	65.6ac	174.3 bc	170.0 b
5	15.6 e	20.0 d	101.3 c	159.0 b
C.V (%)	16.5	14.3	13.5	11.5
ES de la X	26.6**	28*	39.1*	37.1*

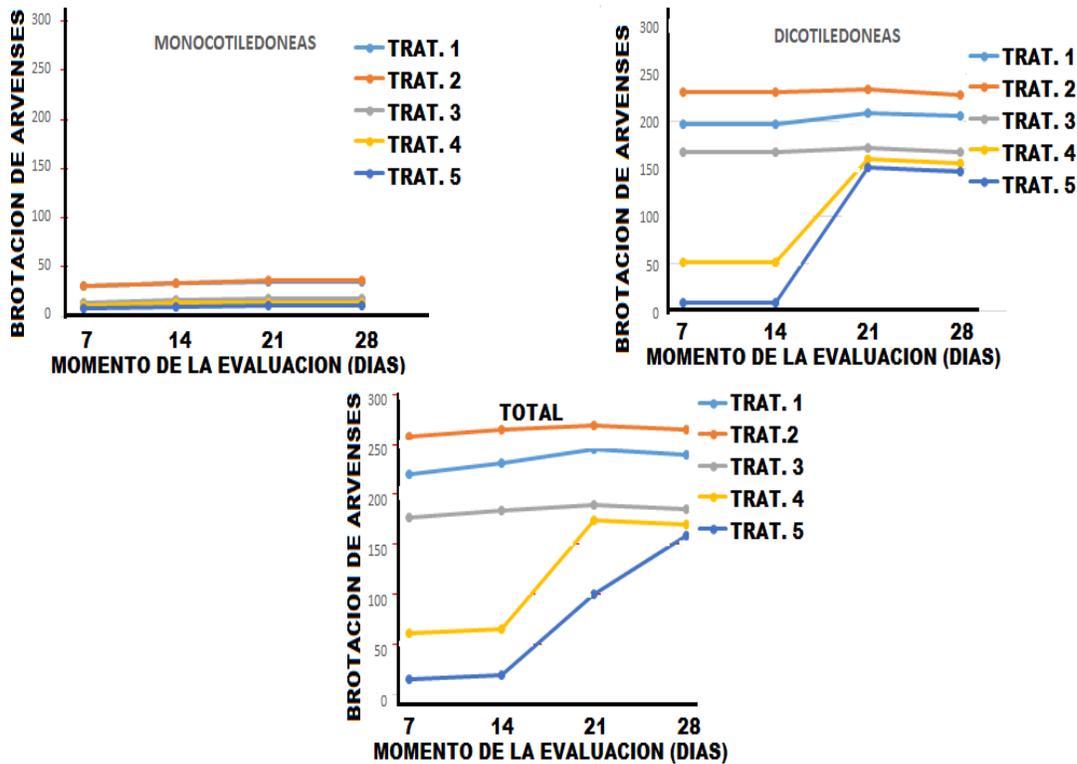
* a, b, c... medias con letras no comunes en una misma columna difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Las diásporas en el suelo poseen un bajo porcentaje de germinación, dado a diferentes condiciones de tipo internas como externas, siendo menor para aquellas que están en profundidades mayores, donde van perdiendo su viabilidad si no germinan en tiempo (Cilia Fuentes, 1997). La pérdida de viabilidad de las diásporas de arvenses enterradas en el suelo, varía según la especie, algunas a los dos meses de ser enterradas la pierden hasta el 50%, otras en el transcurso de un año (Egley y Williams, 1990).

Estas últimas consideraciones corroboran los resultados obtenidos en este experimento, máxime que con solo hacer 2 aplicaciones del Herbifame, resultaron suficientes para disminuir la viabilidad del banco de diásporas en los canteros y permite disminuir los costos para el control o manejo de arvenses, fuerza de trabajo, así como la sustentabilidad y la biodiversidad de estos agroecosistemas.

A esto último hay que acotar, que el Herbifame no es una sustancia creada en el laboratorio, por el contrario, es un fenómeno natural, observado en los ecosistemas de Pinares por Álvarez (2000) y que se está tratando de introducir en la Agricultura Urbana fundamentalmente. Otro elemento de los beneficios del Picnogenol, presente en las acículas del *Pinus*, es que Amazon lo comercializa en forma de píldoras como un buen antioxidante.

Figura 3. Experimento II. Comportamiento de la brotación de arvenses totales en diferentes momentos, al analizar la viabilidad del banco de diásporas.



*a, b, c... medias con letras no comunes difieren a $p < 0.05$ (Duncan, 1955).

Se debe recordar que, en estudios precedentes, el efecto de los picnogenoles es sobre las diásporas de arvenses y no sobre el crecimiento de las plantas y que en estos compuestos hay sustancias que estimularon la Microbiota del suelo, así como el desarrollo de los cultivos (Masquelier, 1979 y Oviedo 2010).

Cabe señalar que, al preparar los canteros para la siembra directa, se activa el banco de diásporas presentes en el suelo, las cuales se encuentran en el proceso de latencia y una vez, regado con agua, se produce de inmediato los procesos de germinación y brotación, un tiempo después, se siembran las semillas de los cultivos, que por lo regular demoran más tiempo en germinar, que las diásporas de arvenses. Esto podría explicar el por qué, no se interfiere el proceso de germinación y crecimiento de los cultivos ya estudiados (Morales, 2011) y Hernández (2021).

El producto de origen natural obtenido del Pino ha tenido un comportamiento similar con las plantas cultivadas, hasta el momento sólo consigue inhibir la germinación de arvenses ya sea en campo como en organopónico, coincidiendo con los autores precedentes (Albelo, 2003; Martínez, 2003; Méndez, 2004; Jiménez, 2005; Oviedo, 2010; Morales, 2011 y Hernández, 2021).

La factibilidad del Herbifame se mejoraría si se extrajeran los terpenoides presentes en las acículas del Pino Macho, los cuales son los principales compuestos de actividad de los aceites esenciales, que podrían ser candidatos potenciales para el desarrollo de nuevos bioherbicidas. Estos compuestos tienen una fuerte actividad tóxica hacia diferentes especies de arvenses. Al aplicar aceites esenciales se ha observado en las plantas objetivo: amarillamiento, quema de hojas, reducción del crecimiento, disminución del contenido de clorofila y daño oxidativo (Raveau *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

1. El Herbifame controló de forma eficiente la brotación del número de especies de arvenses, en las parcelas tratadas.
2. El herbicida natural es efectivo en el control de arvenses, independientemente de la fecha de elaborado y almacenado, manteniendo su estabilidad hasta 8 meses.
3. El Herbifame con sólo dos aplicaciones en los canteros reduce a niveles óptimos, el banco de diásporas tanto para las arvenses Monocotiledóneas como Dicotiledóneas.

RECOMENDACIONES

1. Producir a gran escala el Herbifame para su uso en los organopónicos del municipio de Trinidad, así como en otras formas de producción.
2. Continuar con los estudios de posibles efectos del herbicida sobre las características edáficas y la microbiota del suelo, que para este ensayo no se pudieron realizar.
3. Gestionar el encadenamiento con centros científicos para la elaboración de otros formulados del Herbifame, como polvos humedecibles y emulsiones concentradas.

BIBLIOGRAFÍA

- Albelo, E.: *Efectos alopatóxicos de Pinus caribaea Morelet sobre arvenses del cafeto a la sombra*, Tesis Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray, Centro Universitario de Sancti Spiritus, Cuba, Trabajo de diploma no publicado, 2003.
- Álvarez, R. y Martínez, Y. (2002). Efecto alelopático de acículas verdes de Pino macho (*Pinus caribaea* Morelet) sobre arvenses del cafeto. *Café y Cacao*. 3 (3), 31-34.
- Álvarez, R. (2000). *Estudio de la flora arvense, sus diásporas y agentes patógenos en las principales zonas cafetaleras de Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas*. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Cuba.
- Amri, I., M. Hanana., B. Jamoussi, and L. Hamrouni. 2017. Essential oils of *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *laricio Maire*: Chemical composition and study of their herbicidal potential. *Arab. J. Chem.* 10: S3877-S3882. Doi: 10.1016/j.arabjc.2014.05.026
- Anaya, A.L., F.J. Espinosa-García, y R. Cruz-Ortega. (ed.). 2001. Relaciones químicas entre organismos: aspectos básicos y perspectivas de su aplicación. Plaza y Valdés, S.A. de C.V., MEX.
- Ballester, A., A.M. Arias., B. Cobián., E. López-Calvo, y E. Vieitez. 1982. Estudio de potenciales alelopáticos originados por *Eucalyptus globulus* Labill, *Pinus pinaster* Ait y *Pinus radiata* D. *Pastos* 12(2):239-254.
- Betancourt, A. (1999). Silvicultura Especial de árboles maderables tropicales. *Editorial Pueblo y Educación*. MES.
- Caio A. C. G., Brunharo, R., Gast, V., Kumar, Carol A., Mallory-Smith, Breanne D. Tidemann y Hugh J. Beckie (2022). Western United States and Canada perspective: are herbicide-resistant crops the solution to herbicide-resistant weeds. *Weed Science*, Volume 70, Issue 3, May 2022, pp. 272 – 286. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2022.6>
- Codas, S. (2005). *Jardinero Online*. Extraído el 20 de abril de 2010 desde <http://www.agronegocios.com.py/mascotasjardinFuentes>, Cilia (1997). El banco de semillas de maleza de los suelos agrícolas. *Comalfi*, 24(3), 93-117.

- Egley, G. H. y R. D. Williams (1990). Decline of weed seeds and seedlings emergence over five years as affected by soil disturbances. *Weed Science* 38, 504-510.
- Espinosa, F. J. y J. Sarukhán (1997). *Manual de Malezas del Valle de México*. Ciudad de México: Ediciones Científicas Universitarias. Serie Textos.
- Gómez, A. y Rivera, H. (1995). Descripción de arvenses en plantación de café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. *Cenicafé*. Chinchiná. Colombia. 12 (2).
- Hasan, M., Ahmad-Hamdani, M. S., Rosli, A. M., & Hamdan, H. (2021). Bioherbicidas: An Eco-Friendly Tool for Sustainable Weed Management. *Plants*, 10(6), 1212. <https://doi.org/10.3390/plants10061212>
- Hernández, R. (2021). Comportamiento del Herbífame en el control de arvenses, en canteros de Rabanito (*Raphanus sativus* L.) var. Scarlet en el municipio de Trinidad, Sancti Spíritus. Trabajo de Diploma defendido en la Facultad Agropecuaria. UCLV.
- Infoagronomo (2020). <https://infoagronomo.net/10-maneras-de-eliminar-malezas-sinhttps://infoagronomo.net/10-maneras-de-eliminar-malezas-sin-agroquimicos/agroquimicos/>
- MedlinePlus (2021). Pycnogenol. . <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/natural/1019.html>
- INTAGRI (2017). Manejo de Malezas en la Agricultura Orgánica. Serie Agricultura Orgánica. Núm. 16. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/manejo-de-malezas-en-lahttps://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/manejo-de-malezas-en-la-agricultura-organica?p=registroagricultura-organica?p=registro>.
- Jiménez, L. (2005). *Influencia alelopática de los extractos de Pinus caribaea Morelet. var. caribaea en diferentes dosificaciones sobre la germinación de arvenses y algunas especies hortícolas en las Casas de Cultivo Protegidos en la localidad de Topes de Collantes*. Trabajo de Diploma. Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray. Centro Universitario de Sancti Spiritus. Cuba.
- Labrada, R. (2009). *Las Malas hierbas*. Extraído el 25 de Enero de 2010, desde <http://www.fao.org.news/story/es/item/29425/icode/>

Labrada, R. y García, R. (1995). *Establecimiento de plantas cultivables inhibidoras de crecimiento de malezas de mayor evidencia*. Ministerio de la Agricultura (MINAGRI).

Labrada, R. (1991). *Métodos para el estudio de las malezas y los herbicidas*. La Habana: ENPES.

Martínez, Y.: *Efectos alelopáticos de Pinus caribaea Morelet sobre arvenses del café a pleno sol*, Tesis Trabajo de Diploma no publicado, Centro Universitario de Sancti Spiritus. Cuba, Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray, 2003.

Masquelier, J. (1979). El pino y el sistema vascular. *El Correo de la Unesco*. 32(7), 14-14.

Méndez, L. Y.: *Efectos alelopáticos de extractos acuosos del Pinus caribaea Morelet. var. caribaea sobre arvenses del café*., Tesis Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray., Centro Universitario de Sancti Spiritus. Cuba., Trabajo de Diploma., 2004.

Neus, P.: [en línea] Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20160412/401052559115/hierbashttp://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20160412/401052559115/hierbas-herbicida-natural-huerto-jardin.htmlherbicida-natural-huerto-jardin.html> [Consulta].2016

Oviedo, Y. (2010). Efectos alelopáticos del *Pinus caribaea* Morelet. var. *caribaea* sobre arvenses en Casas de Cultivos Protegidos de la localidad de Topes de Collantes. Trabajo de Diploma. FAME-UNISS. 50 pp.

Pérez, E. y C. Pedroso (1987). Malezas en Cítricos de Cuba. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas*, 10 (4), 39-45.

Portuguez Mary P, Agüero, R. y González María I. (2020). Efecto preemergente del extracto de *Pinus sp.*, en *Arthraxon quartianus* (A. Rich.), en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 31, núm. 3, pp. 773-779.

Quert, F. (1975). *Diccionario de Botánica*. Calabria, Barcelona: Editor Labor. S.A.

Raveau, R., Fontaine, J., y Lounès-Hadj Sahraoui, A. (2020). Essential Oils as Potential Alternative Biocontrol Products against Plant Pathogens and Weeds: A Review. *Foods*, 9(3), 365. <https://doi.org/10.3390/foods9030365>

Revista Vinculando. 2008. Efectos alelopáticos de extractos acuosos del Pino Macho (*Pinus caribaea* Morelet) sobre las malezas en cafetales bajo sombra. Revista Vinculando, CUB. http://vinculando.org/articulos/sociedad_america_latina/efectos_alelopaticos_de_extractos_acuosos_del_pino_macho.html#vcite (consultado 26 may. 2020).

Rice, L. 1974. In Allelopathy. *Academie Press*. New York. 353.

Strasburger, E.; F. Noll; H. Schenck y A. F. W. Schimper (1974). *Tratado de Botánica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. (Tomado de la Sexta Edición Española).

Valdez, D. y Álvarez, R. (2000). *Estudio del Banco de Diásporas en suelos cafetaleros del Escambray. Centro Agrícola*. 27 (2), abril-junio: 88.

Wilt, F.M., Miller, y. Everett, R.L (1993). Measurement of monoterpene hydrocarbon levels in vapor phase surrounding single-leaf pinyon (*Pinus monophylla* Torr. & Frem.: *Pinaceae*) understory litter. *J. Chem. Ecol.* 19:1417-1428. doi:10.1007/BF00984886

ANEXOS

Anexo 1. Forma de preparar el Herbifame

Corte y maceración de las acículas de Pino



Anexo 2. Herbifame usado en los Tratamientos con diferentes fechas de elaboración.



Anexo 3. Plegable del Herbifame



Dr. Reinaldo J. Álvarez Puente

Profesor Titular CUM Trinidad

Universidad Sancti Spiritus “José Martí Pérez”

Email: rapuente@gmail.com

Teléfonos: 4191 1183 y 5447 4413

¿Qué es el Herbifame?

El **Herbifame** es un herbicida natural, pre emergente, no selectivo, creado en la FAME de la UNISS, a partir de extractos acuosos de las hojas (acículas) del Pino macho (*Pinus caribaea* Morelet).

¿Cómo surge?

La idea surge de las observaciones de campo, al observar que debajo de los pinares existe poca vegetación. La razón se debe a un fenómeno hormonal, ya que debajo de los pinares se acumulan gran cantidad de acículas de Pino que al descomponerse forman compuestos químicos llamados picnogenoles, capaces de inhibir la germinación de las diásporas (semillas y frutos) de plantas arvenses. El picnogenol inhibe la actividad del ácido indolacético-oxidasa, una enzima cuya función es mantener el nivel óptimo de la hormona de crecimiento ácido indolacético; por consiguiente, la hormona se acumula y su exceso perturba el crecimiento vegetal.

Estos son los resultados de más de 10 años de investigaciones con el producto, con Registro de Propiedad, solicitado por dicha institución, situada en Topes de Collantes, Trinidad, SS.

¿Cómo se prepara?

Se cortan las acículas verdes del Pino macho al tamaño entre 1 y 3 cm aproximadamente de largo. Por maceración, se depositan en la proporción de 60 gramos por litro de agua en una vasija, durante un periodo de tiempo de 48 horas y se remueve periódicamente. Posteriormente se cuela y se aplica directamente en los canteros, viveros, etc. Se puede medir con una lata de leche condensada.

Efectos secundarios

Hasta el presente no se han reportado efectos fitotóxicos en cultivos de hortalizas y el cafeto. Además, el pH del suelo se mantiene invariable.

La microbiota (Hongos, Bacterias y Actinomicetos) del suelo no se interfiere, por el contrario, los compuestos del Pino, la estimulan; sucede la misma situación con los minerales principales.

Esto desmiente la teoría de que el Pino acidifica y rompe la estructura del suelo. Es posible que, en pinares de varias décadas de plantados, producto de la acumulación de acículas en el suelo, se afecten algunos de estos factores.

En condiciones controladas, como canteros, viveros, etc., esto no es posible que ocurra porque constantemente se están aplicando materiales orgánicos.

¿Dónde se ha aplicado?

Desde las primeras investigaciones, el **Herbifame** se experimentó en parcelas debajo de cafetales, a la sombra y a pleno sol, en condiciones de laboratorio con semillas de varios cultivos, en Casas de Cultivos Protegidos y más recientemente en organopónicos de la localidad de Trinidad.

Ventajas

Como se trata de un producto de origen natural, tiene muchas ventajas, entre ellas tenemos:

- Producto netamente ecológico, no contamina la salud humana, ni los elementos del medio ambiente.
- Es de fácil preparación con productos residuales de la industria forestal.
- Disminuye los costos de producción.
- Minimiza la germinación de diásporas de arvenses, tanto de hojas anchas como estrechas.
- De fácil aplicación como herbicida natural pre emergente.
- Se puede aplicar por el sistema de riego localizado.

Recomendaciones

- Aplicar en el momento de preparar el cantero para plantar, luego de echar el semillero o trasplante, según el caso, hacer la segunda aplicación entre 3 y 7 días para mantener el control pre emergente de las arvenses o malezas.
- Se recomienda tapar el contenido del producto mientras se esté aplicando, pasado los 60 días se debe volver a realizar una nueva preparación del **Herbifame**.

Anexo 4: Preparación del cantero y aplicación del Herbifame



Anexo 5.

Tabla 6. Especies de Arvenses que brotaron en las parcelas y sus Coeficientes.

No	Familia	Nombre Científico	Nombre local	Clase	FR	FD
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i> Mart	Bledo	Dicot.	25%	12%
2	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	Canutillo	Monocot.	84%	16%
3	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cebolleta	Monocot.	90%	34%
4	Euphorbiaceae	<i>Chamaecyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	H. de la niña	Dicot.	76%	10%
5	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus amarus</i> Schum	Rompepiedra	Dicot.	60%	8%
6	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechosa	Dicot.	30%	0%
7	Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Tamarindillo	Dicot.	36%	0%
8	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Tostón	Dicot.	100%	92%
9	Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv.	Plumilla	Monocot.	74%	12%
10	Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	Pata Gallina	Monocot.	88%	17%
11	Poaceae	<i>Eragrotis tephrosanthes</i> Schult	Ilusión	Monocot.	86%	0%
12	Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.	Espartillo	Monocot.	68%	8%
13	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Dicot.	94%	90%
14	Zygophyllaceae.	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn	Verdolaga	Dicot.	89%	14%

Anexo 6. Especie *Boerhavia erecta* L. Familia Nyctaginaceae. Incidencia en los canteros

