

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**“USO DEL MULCH PARA EL CONTROL DE ARVENSES EN
FLORÍCOLAS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS
BENEFICIOS DEL USO DEL MULCH Y SU APLICACIÓN EN
FLORÍCOLAS EN LOS PRINCIPALES PAÍSES
LATINOAMERICANOS EXPORTADORES DE FLORES”**

**MONOGRAFÍA PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

SAMANTHA MICHELLE YÉPEZ SALAZAR

QUITO, 2022

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO.....	v
1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	7
4. MARCO TEÓRICO	8
4.1 LAS ARVENSES	8
4.2 CONTROL DE ARVENSES.....	8
4.2.1 BANCO SEMILLAS DE ARVENSES	9
4.2.2 EFECTOS DE LOS ARVENSES EN CULTIVOS.....	10
4.2.3 EFECTO ECONÓMICO DE ARVENSES A NIVEL MUNDIAL Y LATINOAMERICANO	11
4.2.4 MULCH Y ARVENSES EN CULTIVOS FLORÍCOLAS.....	11
4.2.5 TIPOS DE CONTROL DE ARVENSES	12
4.2.6 MANEJO INTEGRAL (AGRICULTURA DE LA CONSERVACIÓN) 13	
4.2.7 HERBICIDAS.....	15
4.3 MULCH.....	18
4.3.1 TIPOS DE MULCH.....	20
4.3.2 INTERACCIÓN DE MULCH EN CULTIVOS.....	22
4.3.3 MULCH Y ALELOPATÍA	23
4.3.4 MULCH PARA CONTROL DE ARVENSES.....	24
4.3.5 BENEFICIOS Y DESVENTAJAS.....	25
4.4 MULCH Y CONTROL DE ARVENSES EN PAÍSES LATINOAMERICANOS EXPORTADORES	27
4.4.1 PAÍSES LATINOAMERICANOS EXPORTADORES DE FLORES	27

4.4.2	PRINCIPALES EXPORTADORES DE FLORES.....	28
4.4.3	IMPORTANCIA E IMPACTO ECONÓMICO Y EMPLEO (MANO DE OBRA)	31
4.4.4	TIPOS DE CONTROL DE ARVENSES EN LATINOAMÉRICA....	32
4.4.5	USO DE MULCH DE RESIDUOS PARA EL CONTROL DE ARVENSES EN LATINOAMÉRICA.....	33
4.4.6	COSTO BENEFICIO.....	33
4.4.7	IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE MULCH EN PAÍSES LATINOAMERICANOS EXPORTADORES	34
5.	CONCLUSIONES.....	35

TABLAS

Tabla 1	17
<i>Grupos de herbicidas y el modo de acción en los arvenses</i>	<i>17</i>
Tabla 2	22
<i>Materiales usados del mulching</i>	<i>22</i>
Tabla 3	30
<i>Tipos de flores de exportación y cantidad en toneladas pertenecientes a Ecuador.....</i>	<i>30</i>

FIGURAS

Figura 1. Arvenses en cultivos de caña de azúcar (Ecuador).....	8
Figura 2. Red de interrelaciones existentes en un agrosistema entre las plantas arvenses, el rendimiento del cultivo, los condicionantes ambientales (clima y suelo) y el tipo de cultivo y su manejo (herbicidas, fertilizantes y laboreo).....	14
Figura 3. Proyecciones de resistencia de herbicidas y sitios de acción.....	18
Figura 4. Mulch	19
Figura 5. Contribución mundial por continentes de exportación de flores (2019).....	29
Figura 6. Porcentaje de contribución global de países latinoamericanos	30
Figura 7. Valor (usd) exportaciones año 2020 de los países latinoamericanos productores de flores	32

GLOSARIO

Arvense. También conocido como maleza. Se dice de toda planta, mata, árbol que puede crecer en los sembrados o en un terreno que está cultivado.

Mulching. Es el proceso de cubrir la capa superior del suelo con material vegetal como hojas, pasto y residuos de cultivos. Una capa de mulch mejora la actividad de los organismos del suelo como los gusanos de tierra.

Sostenibilidad. Satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer a las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.

Herbicida. Es un producto químico que permite destruir las hierbas o plantas no deseadas.

Alelopatía. Fenómeno biológico por el cual un organismo produce uno o más compuestos bioquímicos que influyen en el crecimiento, supervivencia o reproducción de otros organismos.

Plántula. Estadio del desarrollo del esporófito que comienza cuando la semilla rompe su dormancia y germina, y termina cuando el esporófito desarrolla sus primeras hojas maduras, es decir funcionales.

Semilla. Grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie.

Agrocultivo. Conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales.

Evaporación. Proceso de transición de fase que experimenta una sustancia a partir de un estado líquido a un estado de vapor o gas.

Peste. Enfermedad infecciosa y contagiosa que causa gran mortandad entre los seres humanos y los animales.

Plaga. Aparición masiva y repentina de seres vivos que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales.

Plaguicida. Tipo de compuesto químico destinado a repeler, atraer, destruir, prevenir o combatir cualquier especie indeseable.

1. RESUMEN

Los problemas del manejo agrícola de arvenses como la resistencia a herbicidas y los costos de mano de obra, han llevado a que se desarrollen técnicas y alternativas ecológicas que buscan preservar los recursos naturales y aumentar la productividad y rendimiento de cultivos. Dentro de las prácticas de control agrícola que tienen un enfoque ecológico, se encuentra el mulch o mantillo, que consiste en colocar una capa de material orgánico o inorgánico en la superficie del suelo de un cultivo. Entre los beneficios que proporciona el mulch están: mejora de la calidad del suelo, mejora del rendimiento de agua, regulación de las fluctuaciones de temperatura, disminución de plagas, prevención de enfermedades, mejora de la calidad de productos, y especialmente controlan las malezas o arvenses, que son un problema para la sostenibilidad y productividad de los cultivos a nivel mundial siendo consideradas como plagas desde la antigüedad. La presencia del mulch en el cultivo altera las condiciones micro ambientales del suelo reduciendo la germinación o el crecimiento de las plántulas de arvenses.

La exportación florícola en Latinoamérica está representada por Colombia y Ecuador, ya que ocupan el segundo y tercer lugar en el mundo como los principales exportadores de flores, cubriendo gran parte del mercado internacional. El uso de mulch en florícolas para controlar arvenses en estos países es escaso. El mulch en las florícolas aumenta el crecimiento de las flores y por lo tanto la productividad, reduce el crecimiento de las malezas lo que les ayuda a aprovechar los recursos disponibles.

Son pocos los estudios en análisis biológicos y económicos del mulch en la florícolas, pero se tiene la certeza, gracias a experimentos de control de arvenses con mulch en el Ecuador, que el mulch en un análisis costo/beneficio, produce un mayor beneficio económico para los productores de flores en comparación al control con herbicidas. Estos datos e información son interesantes y promisorios para seguir investigando la efectividad de este tipo de técnicas para las empresas agrícolas.

Palabras clave: Mulch, arvenses, sostenibilidad, agroecología

2. ABSTRACT

The problems of agricultural management of weeds, such as herbicide resistance and labor costs, have led to the development of ecological techniques and alternatives that seek to preserve natural resources and increase crop productivity and yield. Among the agricultural control practices that have an ecological approach is mulching, which consists of placing a layer of organic or inorganic material on the soil surface of a crop. Among the benefits that mulch provides are: improvement of soil quality, improvement of water yield, regulation of temperature fluctuations, reduction of pests, prevention of diseases, improvement of product quality, and especially control of weeds, which are a problem for the sustainability and productivity of crops worldwide and have been considered pests since ancient times. The presence of mulch in the crop alters the microenvironmental conditions of the soil, reducing the germination or growth of weed seedlings.

Flower exports in Latin America are represented by Colombia and Ecuador, which are the second and third largest flower exporters in the world, covering a large part of the international market. The use of mulch in flower farms to control weeds in these countries is scarce. Mulching in flower farms increases flower growth and therefore productivity, reduces weed growth and helps them to take advantage of available resources.

There are few studies on biological and economic analysis of mulch in flower farms, but it is certain, thanks to experiments on weed control with mulch in Ecuador, that mulch in a cost/benefit analysis, produces a greater economic benefit for flower growers compared to herbicide control. These data and information are interesting and promising for further research on the effectiveness of this type of techniques for agricultural enterprises.

Key words: Mulch, weeds, sustainability, agroecology,

3. INTRODUCCIÓN

Las plantas y animales que se desplazan de su lugar de origen y llegan a establecerse en nuevos entornos, causan un impacto, generalmente negativo, en el nuevo hábitat. La principal característica que tienen estos organismos es su alto grado de aclimatación (Kull, 2018). Muchos organismos se han desplazado debido a movimientos migratorios y actividades humanas como la agricultura, haciendo que plantas o animales viajen a otros ecosistemas, causando un impacto negativo en cultivos, extinción de especies nativas y daño a los biomas (López, 2018)

Existen algunos productos y técnicas empleadas para mantener la productividad de cultivos agroforestales como la aplicación de pesticidas, fertilizantes y herbicidas, rotación de cultivos, cultivos de cobertura, mulch o mantillo, entre otros (Ngosong et al., 2019). Sin embargo, el mal uso de algunos fertilizantes, plaguicidas y herbicidas (de origen sintético) con el tiempo acarrea efectos nocivos en el cultivo, el medio ambiente y el ser humano (Ngosong et al., 2019). Según Hidalgo (2017), esta situación incluso está generando problemas de rendimiento y productividad, por lo cual varios productores agrícolas están explorando métodos agroecológicos y la aplicación de sustancias orgánicas como alternativas sostenibles.

El uso de herbicidas apunta al control de arvenses, llamados también malezas, las cuales están constantemente compitiendo con cultivos agrícolas causando un bajo rendimiento y una pérdida de productividad (Jabran et al., 2015). Es por este motivo que la agricultura moderna ha usado de forma frecuente e intensiva herbicidas sintéticos para su control, sin embargo, con el uso reiterativo han bajado su eficiencia, pues muchas arvenses han desarrollado resistencia. Por esta razón, desde la década de los años 60, se ha iniciado una nueva línea de investigación y elaboración de insumos que sean amigables con el medioambiente y, a su vez, no generen resistencia (Hidalgo, 2017).

Por otra parte, Hidalgo (2017) denuncia la estrategia comercial de muchas empresas productoras de agroquímicos, las cuales promocionan a los pequeños y grandes agricultores a escala internacional, la necesidad del uso de insumos como fertilizantes, herbicidas e insecticidas de origen químico; una vez posicionados en el mercado, estas compañías optan

por incrementar de manera drástica sus precios, además generan dependencia a estos o nuevos productos químicos, lo que dificulta a pequeños y grandes agricultores mantener la productividad y rentabilidad.

Además, se han de sumar los daños colaterales del uso prolongado de agroquímicos. La exposición prolongada a químicos como piretroides, organofosforados, carbamatos, acarrear problemas de salud afectando primeramente el sistema nervioso, el sistema endocrino, respiratorio, llegando a causar hasta problemas cancerígenos (Vásquez, 2016).

El desarrollo intensivo y la demanda de productos derivados de la agricultura, han hecho que se desarrollen más técnicas para la eliminación de flora indeseable o las llamadas arvenses para lograr mayor productividad y rentabilidad (Kocira y Staniak, 2021). Según varios autores (Petrikovszki et al. 2020; Araujo-Junior et al., 2015) las arvenses son plantas que compiten por recursos del cultivo en donde se encuentran creciendo, como espacio, luz, nutrientes, agua; lo cual interfiere con las funciones de las plantas de cultivo, afectando su crecimiento y desarrollo (Jabran et al, 2015).

El impacto económico que causa la presencia de arvenses en cultivos importantes a gran escala, sigue siendo un gran obstáculo para la productividad y rendimiento de cultivos (López, 2018 en Chauhan, 2020). Asimismo, el control de malezas es uno de los factores más importantes para el rendimiento de los cultivos (Ball, 2019; Bajwa, 2015; Chauhan, 2020). Las malezas no solo disminuyen los recursos de cultivos, sino que son huéspedes de plagas y patógenos, por lo que se han implementado técnicas o métodos para controlarlas o eliminarlas (López, 2018).

En los años 60 inician las investigaciones en las que se involucran universidades, empresas privadas y agricultores, para poner en funcionamiento insumos amigables con el ambiente y con la salud pública, entre ellos los biopesticidas, biofertilizantes y bioestimuladores (Hidalgo, 2017). Esto ha llevado a muchos agricultores a tomar medidas alternativas que sean eficaces y mejoren las condiciones de producción y rendimiento del cultivo (Gavidia, 2019). Es por esto que se crea las prácticas de gestión agrícola sostenible, las cuales buscan mejorar la productividad del cultivo conservando los servicios ecosistémicos (Cucci et al., 2016).

La técnica del cultivo de cobertura tiene como objetivo principal el desarrollo sostenible, aumentando la fertilidad del suelo y la producción del cultivo; al mismo tiempo que busca preservar los recursos naturales y evitar daño ambiental. Estas prácticas se aplican según los requerimientos del cultivo, el tipo de suelo, clima y los recursos de los agricultores (Baker y Mohler, 2015).

La agroecología tiene una visión sustentable pues plantea la disminución del daño ambiental, introduce conceptos y prácticas ecológicas a la agricultura (Pérez y Cerón, 2019), con la finalidad de conservar los recursos naturales (Quezada, 2018). Para diferenciar, la agricultura orgánica, si bien se encuentra dentro de la agricultura ecológica donde se usa los procesos biológicos para aumentar y manejar la producción, es más radical, pues excluye el uso de fitoquímicos, pesticidas, herbicidas (Quezada, 2018).

La competencia cultivo/arvenses es un fenómeno ecológico estudiado por la agroecología para implementar procesos que no solo aseguren la producción del cultivo sino también la sostenibilidad ambiental (Altieri, 1999). Lo que buscan los mecanismos de control de malezas es reducir las comunidades de malezas y disminuir la diversidad de especies. Uno de estos mecanismos agroecológicos es el mulch o mantillo, que consiste en cubrir la superficie del suelo con una capa protectora de material orgánico o inorgánico, alrededor de las plantas cultivadas. En este contexto lo que se busca no es eliminar totalmente a las arvenses sino reducir sus comunidades, mediante propuestas que no afectan al medio ambiente (Relf, D. y McDaniel, A., 2004). El mulch se trata por tanto de una capa acolchada elaborada de diversos materiales para el control sostenible de arvenses (Petrikovszki et al., 2020). En el caso de ser una capa orgánica se convierte en una alternativa que busca preservar y aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo (Alcântara et al., 2009).

El uso de una capa orgánica tiene un enfoque directo para el control sostenible de arvenses (Petrikovszki et al., 2020), ya que preserva y aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo (Alcântara et al., 2009); además mejora la salud del suelo, reteniendo la humedad y regulando la temperatura del mismo, lo que a su vez mejora la fertilidad y evita enfermedades y plagas (Ngosong, 2019).

En el presente trabajo se realizará una recopilación sobre los temas de interés para el análisis de mulch y control de arvenses en florícolas. Siendo esta una revisión de la literatura sobre las ventajas del uso de mulch orgánico y su uso en los principales países latinoamericanos exportadores. Por tanto, se desarrollará un análisis descriptivo y bibliográfico de diversos textos, se recopilará información, se esclarecerá conceptos, y se articulará las diferentes definiciones que permitirán abordar el tema de investigación planteado. La metodología responderá a un diseño de investigación descriptivo, que sostiene que las proposiciones teóricas surgen del procesamiento de la información disponible recolectada en el proceso de investigación, por medio de la interrelación de las diversas categorías de información recopiladas (Hernández, 2014). Es por esto que la información será ordenada y organizada de acuerdo con las necesidades de articulación de la problemática propuesta y el esquema básico de contenidos.

En la primera sección se aborda algunos aspectos sobre las arvenses: definición, control, banco de semilla, efecto de las arvenses en el cultivo, manejo de arvenses en el mundo y en Latinoamérica, tipos de control de arvenses, manejo integral y herbicidas. En el segundo capítulo se describirá el mulch o también llamado mantillo para conocer las ventajas y desventajas de la aplicación de este método, los tipos de mulch que existen, los materiales usados y la interacción con los cultivos. En el tercer capítulo se compilará información acerca del uso del mulch en florícolas en Latinoamérica, los principales países exportadores de flores en Latinoamérica, la importancia económica y social, control de arvenses en Latinoamérica y el impacto ambiental que tiene el mulch en florícolas de países exportadores.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Recopilar información bibliográfica sobre los principales beneficios y resultados de la aplicación de mulch en cultivos florícolas en países exportadores de Latinoamérica.

Objetivos específicos:

- Presentar los beneficios de la aplicación de mulch en cultivos de flores de exportación para el manejo integral de malezas.
- Destacar la importancia ecológica de aplicar mulch como sistema integral para el control de arvenses y su beneficio para el medio ambiente y la salud humana.
- Recopilar los resultados de las investigaciones previas de la aplicación de mulch para el control de malezas en los principales países exportadores de flores.
- Discutir sobre las ventajas del uso del mulch en torno al costo/beneficio que representa para los exportadores de flores.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 LAS ARVENSES

Las arvenses son plantas sin ningún valor económico, pueden ser de origen exótico o nativo, crecen en zonas indeseables donde hay intervención humana en algunos ecosistemas y afectan productivamente a la mayoría de los cultivos. Estas plantas se encuentran a menudo controladas por el ser humano cuando crecen en cultivos (Blanco y Leyva, 2007; Maqsood, 2020; Espinosa-García y Villaseñor, 2017).



Figura 1. Arvenses en cultivos de caña de azúcar (Ecuador)

Tomado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/>

Las plantas que son comúnmente llamadas malas hierbas, malezas, arvenses, comparten una sola e importante característica, son plantas que crecen en lugares no deseados, capaces de formar comunidades que infestan a los cultivos y están directamente relacionadas con pérdida de productividad agrícola. Un arvense posee ciertas características que le permite convertirse en plagas, suprimiendo o desplazando al cultivo: las semillas tienen una larga vida en el suelo, son de rápida emergencia y rápido crecimiento, se habitúan a ambientes disturbados y condiciones anormales (Rana & Rana, 2019).

4.2 CONTROL DE ARVENSES

Los cultivos pueden presentar limitaciones de tipo bióticas o abióticas. Dentro de las bióticas se encuentra enfermedades, plagas y malezas, que representan las pérdidas más altas con respecto a rendimiento de cultivos. Las arvenses son un factor biótico que afecta potencialmente a la agricultura, a la agricultura orgánica y a la agricultura de bajos recursos (Scavo y Mauromicale, 2020).

Existen alrededor de 67000 especies de plagas que afectan considerablemente los cultivos, pues causan una pérdida de rendimiento del 40%; dentro de estas plagas se encuentra las arvenses, causantes de pérdidas del 12 al 13% en cultivos (Edbuna & Sawicka, 2019).

Para control de arvenses existen diferentes técnicas: control mecánico como tala, quema, deshierbe manual y los controles químicos como aplicación de sustancias con principios activos específicos como los herbicidas son prácticas que se han usado desde la antigüedad (Iqbal, 2020). La investigación en agricultura ha estado enfocada en mejorar los productos, optimizar recursos, garantizar la producción, asegurar el crecimiento sano del cultivo, entre otros. La presencia de arvenses en este contexto, es un factor que pone en riesgo el cultivo (Arias et al., 2019).

El control de las arvenses es de alta importancia no solo en la producción agrícola, sino también en el manejo de paisajes y junto a esto, se deben desarrollar técnicas que permitan conservar el medio ambiente. A medida que avanzan las técnicas de manejo o control también las arvenses crean diferentes biotipos resistentes (Westwood et al., 2018) que pueden alterar el paisaje de una localidad.

4.2.1 BANCO DE SEMILLAS DE ARVENSES

El banco de semillas es el lugar donde se asientan las semillas viables de las futuras generaciones de arvenses, convirtiéndose en fuente de poblaciones de todas las especies de arvenses. Aquí se pueden encontrar semillas tanto anuales como perennes, pudiendo ser nuevas, es decir, que se desprendieron recientemente o que ya se encontraban en el suelo. También se encuentran las partes vegetativas como bulbos, tubérculos, rizomas y otras estructuras vegetativas (Menalled y Schonbeck, 2013). El banco de semillas es crítico en la naturaleza, ya que la población inicial de arvenses es la que determina la densidad de semillas

de malezas. Por lo que una población alta causará efectos dañinos y competirá con el cultivo (Maqsood, 2020).

También existe un banco de semillas aéreo que se encuentra en la planta madre y son expulsadas cuando éstas maduran. Este tipo de banco de semillas garantiza la supervivencia de las plantas en condiciones difíciles como el invierno y son depositadas cuando las condiciones son favorables. Las semillas aéreas pueden quedarse alrededor de la planta madre o también ser transportadas por animales, ya sea por el tracto digestivo o sobre su cuerpo (Hossain y Begum, 2015).

Es necesario destacar que un mejor conocimiento del banco de semillas, como el tamaño y las especies de las semillas, permitirá elegir las prácticas de gestión adecuadas para el control de crecimiento de arvenses (Hossain y Begum, 2015). En el estudio de Petrikovszki (2020) se destaca que la composición de arvenses y el banco de semillas está dado por múltiples factores y circunstancias ambientales que deben ser estudiadas para llevar una gestión de manejo favorable. Factores como luz, calor, humedad, temperatura, condiciones de pH, pueden dar información clave para saber cuándo es más eficiente interrumpir los ciclos de vida de las arvenses. Se sabe, por ejemplo, que la luz actúa activando los fitocromos de las semillas que a vez generan la señal de término del periodo de latencia y dan inicio a la germinación (Batlla & Benech-Arnold, 2014)

4.2.2 EFECTOS DE LOS ARVENSES EN CULTIVOS

Un mal manejo de arvenses puede causar más daño que cualquier otra plaga, hongo, enfermedad, etc. (Gharde et al., 2018); asimismo el costo en control de malezas es una gran problemática para grandes y pequeñas industrias agrícolas (Chauhan, 2020).

Según un estudio realizado en la India por Ghaede y colaboradores, destaca que las arvenses en 10 cultivos principales de granos, provoca una pérdida económica de 11 mil millones de dólares al año, causando una pérdida del 13 al 35% en rendimiento (Ghaede et al., 2018). Del mismo modo en Australia, un estudio hecho por Llewellyn y colaboradores en el 2016, destaca que las malezas en los cultivos de granos australianos provocan pérdidas de 3,3 mil millones de dólares al año (Llewellyn et al., 2016).

La producción de plantas ornamentales y florícolas enfrentan el mismo reto de controlar arvenses. Los arvenses se encuentran compitiendo por recursos, como espacio, luz, nutrientes del cultivo. Son lugar de plagas, insectos, hongos que pueden causar la pérdida parcial o total del cultivo. El buen manejo y el uso de buenas estrategias a tiempo puede prevenir la pérdida de productividad del cultivo. Por ende, la manera correcta de control, la identificación de arvenses, el nivel de infestación, las labores preventivas para controlar la población de arvenses impiden que haya infestación y cultivos enteros se pierdan (INTAGRI, 2017).

4.2.3 EFECTO ECONÓMICO DE ARVENSES A NIVEL MUNDIAL Y LATINOAMERICANO

Las pérdidas económicas que ha causado la presencia de malezas en cultivos pueden llegar a 100 mil millones de dólares a nivel global (Appleby, 2000). Además de la pérdida de la biodiversidad, los herbicidas son causantes de la aparición de resistencias en poblaciones arvenses. A nivel mundial actualmente se registran 513 especies de malezas resistentes a herbicidas (Heap, 2020).

En Latinoamérica, especialmente en Cuba, los cultivos se ven altamente afectados por la persistencia de arvenses, donde las pérdidas de productividad varían entre 33 y 66% (Rodríguez, 2019). En Colombia manejan correctamente las poblaciones de arvenses, combinando oportunamente los diferentes métodos de control, evitando así que puedan generarse problemas con especies de difícil manejo o se pueda inducir resistencia a herbicidas. Aplican herbicidas químicos de forma racional y localizada sobre las arvenses de mayor interferencia al cultivo haciendo más eficiente el control, facilitando así la presencia de arvenses nobles y sobre todo evitando la toxicidad al cultivo y protegiendo los recursos naturales (el suelo, el agua y la biodiversidad) (Salazar e Hincapié, 2020).

4.2.4 MULCH Y ARVENSES EN CULTIVOS FLORÍCOLAS

El uso de mulch va dirigido a mejorar la gestión de manejo de arvenses en los cultivos florícolas con visión agroecológica. Debido a los altos costos del control manual, tiempos prolongados, y materiales, se plantea el uso del mulch como una alternativa más ya que

reduce la actividad y costos de mantenimiento después de la aplicación (Mechergui et al., 2021). El avance de esta tecnología presenta más beneficios a pequeñas y grandes empresas agroforestales, reduciendo la mano de obra de deshierbe mecánico, insumos, pérdida de microorganismos, erosión y salud humana (Frutos, 2015).

El control de malezas dentro de los primeros meses de cultivo es de gran importancia ya que se puede evitar la competencia directa arvenses/cultivos y también prevenir la llegada de plagas o enfermedades. Es por eso que para que haya una buena práctica de manejo se debe tener información del historial del lugar de donde se realiza el cultivo, con el fin de saber qué tipo de arvense es común en el lugar (Sánchez, 2018).

4.2.5 TIPOS DE CONTROL DE ARVENSES

4.2.5.1 Control químico

El control químico se basa mayormente en pesticidas y herbicidas, los cuales son compuestos que afectan directamente a las arvenses y al banco de semillas. Se aplica en la superficie o en las hileras. La versatilidad y el acceso a estos herbicidas han hecho que sean de uso mundial y globalizado. Aunque el éxito de muchos cultivos de importancia económica es gracias al control de malezas con herbicidas. Adquirirlos y estar capacitados para el tratamiento es más difícil para agricultores de bajos recursos o países menos desarrollados (Tercero, 2015). Lo controversial de este método es que altera la salud del suelo, afecta a la salud humana ya que contamina cuerpos de agua y daña el medio ambiente (López, 2018). La resistencia de arvenses al glifosato evidencia la necesidad de buscar otros recursos para disminuir la presión selectiva y evitar la evolución de biotipos resistentes (López et al., 2013).

4.2.5.2 Control mecánico

La técnica de control mecánico o control físico lleva técnicas de arranque, tala, arado, quema. Estas técnicas son efectivas con las plantas ya existentes, ya que, el banco de semillas y las estructuras vegetativas como brotes, pueden no ser afectados y pueden germinar nuevamente, lo que causa que el control mecánico funcione solo hasta el siguiente rebrote (López, 2018).

El deshierbe mecánico es un control empleado en fincas pequeñas, como método que se puede ejecutar inmediatamente. Esta práctica puede ser considerada como amigable con el medioambiente, pero ha presentado problemas ya que la mano de obra es escasa y costosa, causando que empresas se industrialicen y cambien la mano de obra por la maquinaria (Abouziena y Haggag, 2016).

La labranza puede resultar en erosión del suelo, debido a la eliminación de la porosidad del suelo, y una disminución de materia orgánica disponible para el cultivo en comparación con un manejo ecológico (Cucci et al., 2016). Esta práctica de manejo al ser mal utilizada causa la erosión del suelo (Zalai, 2015; Jabran et al., 2015).

4.2.5.3 Control biológico

La demanda de alternativas para el control de plagas y arvenses considera al control biológico como una alternativa viable para la disminución de impacto ambiental (Royet, 2020). El principio básico del control biológico usa enemigos naturales de las mismas zonas nativas de crecimiento de donde pertenecen las plantas invasoras, es decir, basándose en el uso de enemigos naturales que afectan a plagas o arvenses reduciendo las poblaciones presentes (Hinz et al., 2019). Tanto organismos como microbianos tienen el potencial de suprimir malezas, entre ellos se encuentran artrópodos, patógeno que la planta como hongos, virus bacteria, etc. (Royet, 2020).

Para combatir las malezas el control biológico usa también sustancias naturales y agentes biológicos. Los bioherbicidas son derivados de microbios o extractos de plantas para manejar arvenses, estos son productos que empezaron a ser estudiados en los años 70, y funcionan como herbicidas naturales que no causan daño al ecosistema y a la salud humana. Al tener varios métodos de acción, favorecen a que las plantas no puedan desarrollar resistencia (Hasan et al. 2021).

4.2.6 MANEJO INTEGRAL (AGRICULTURA DE LA CONSERVACIÓN)

Los esfuerzos para controlar las arvenses han sido exhaustivos y son de gran importancia en la industria agrícola. Por esto se ha planteado el uso de múltiples tácticas

para el control de plagas (para este caso arvenses) que tienen como enfoque principal la innovación de nuevas herramientas que sean más amigables con el ambiente. Es lo que se busca con el manejo integral de arvenses, conservando recursos naturales y evitando la dependencia de herbicidas por medio del control del uso intensivo de pesticidas y reduciendo la contaminación ambiental. En el manejo integral de cultivos, se puede usar herbicidas para bajar la germinación del banco de semillas de arvenses (Maqsood, 2020; Soltys et al., 2013).

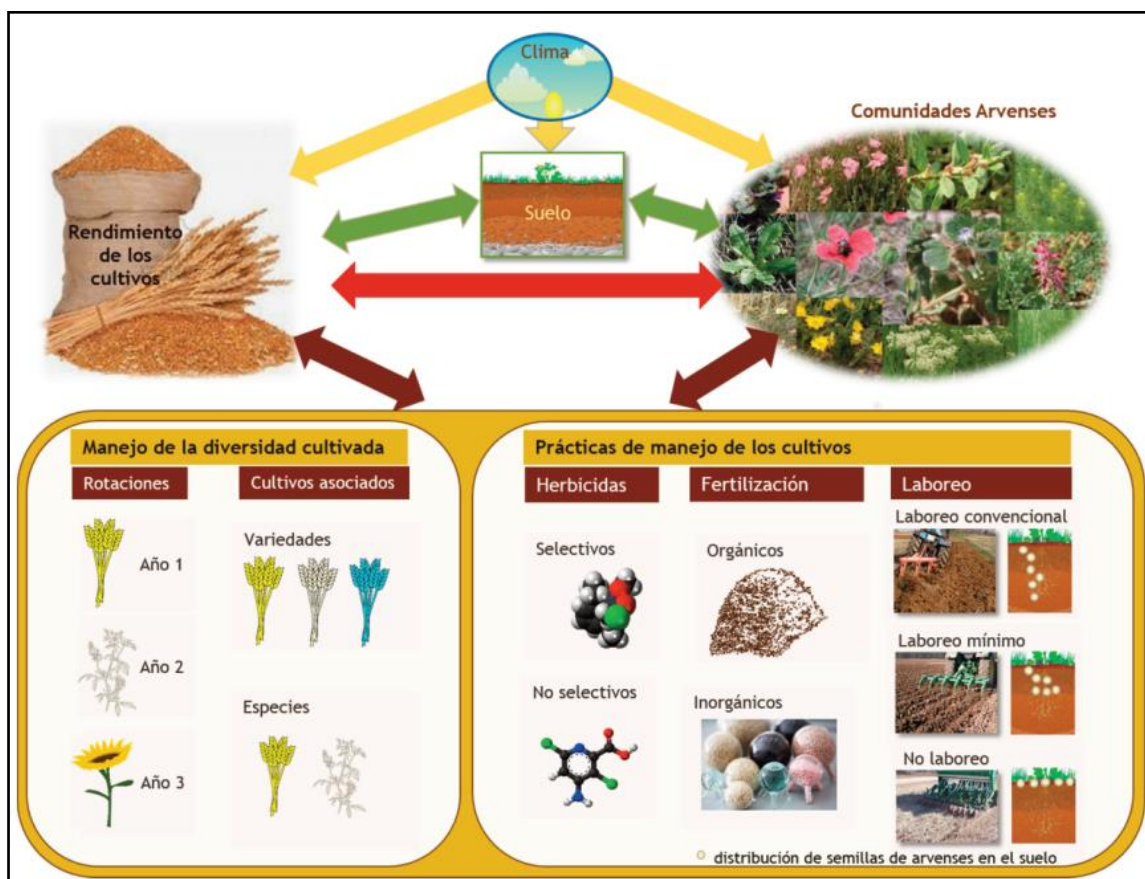


Figura 2. Red de interrelaciones existentes en un agrosistema entre las plantas arvenses, el rendimiento del cultivo, los condicionantes ambientales (clima y suelo) y el tipo de cultivo y su manejo (herbicidas, fertilizantes y laboreo).

Tomado de: www.revista.ecosistemas.net

Hay que tener en cuenta que el uso de herbicidas sintéticos no son parte de las metodologías de la agricultura orgánica (Soltys et al., 2013). Mientras que, dentro del manejo integral de cultivos, se puede hacer uso racional de herbicidas sintéticos causando el menor impacto ambiental y evitando los efectos secundarios (Davis y Frisvold, 2017). En

cualquiera de las dos visiones el uso del mulch resulta una opción atractiva pues reduce la contaminación ambiental.

Dentro de los métodos de control sostenibles de maleza se encuentran los métodos directos e indirectos. Los directos comprenden: control mecánico, control térmico, mulch, y control biológico; mientras que los métodos indirectos comprenden: rotación de cultivos, cultivos tolerantes, cultivos de cobertura. La agricultura de la conservación busca causar el menor impacto del suelo, el abuso de herbicidas, y pesticidas, el uso de químicos y el impacto que causan al medio ambiente y a la salud humana, por lo que se han creado estrategias que usen uno o más métodos de manejo de cultivos que sean accesibles para agricultores (Lee y Thierfelder, 2017).

El problema que puede representar el control de arvenses en la agricultura orgánica es el costo de ejecución de métodos no tradicionales, ya que los herbicidas sintéticos son más económicos, de fácil acceso para agricultores, promovidos por los gobiernos, rápida aplicación; también como ya sabemos tiene algunas repercusiones en la salud humana de los agricultores y consumidores, y el daño que causa al medio ambiente (Abouziena y Haggag, 2016).

4.2.7 HERBICIDAS

Dentro de las prácticas de gestión agrícola más comunes y mundialmente ejecutadas, se encuentra el control de arvenses manejado con herbicidas (Ngosong, 2019). Los herbicidas son productos fitosanitarios que eliminan directamente la flora indeseada interfiriendo con el crecimiento de las arvenses (Tercero, 2015). El uso de herbicidas empieza en la Segunda Guerra Mundial para potencializar la producción en los cultivos, siendo el primer compuesto utilizado como herbicida el Ácido 2-(2,4-diclorofenoxi) acético. Los herbicidas son aplicados con aspersores directamente sobre plantas y son comúnmente solubles en agua (López, 2018).

El herbicida más común es el glifosato que empezó a ser usado en el siglo XX, y es usado en la mayoría de los países (López, 2018). La problemática de este herbicida está vinculada a la salud del medio ambiente y salud humana, debido a la mezcla de sus compuestos. Producto de la resistencia de las malezas a los herbicidas, muchas industrias

aumentan las concentraciones y aplicaciones de glifosato causando intoxicación y pérdida de recursos (Pedemonte, 2017).

Como se mencionó anteriormente, el control de arvenses mediante herbicidas ha sido la táctica más usada desde el siglo XX. Sirve para reducir la población de malezas y el número de semillas del banco de semillas (Hossain y Begum, 2015). El manejo del banco de semillas mediante herbicidas disminuye la densidad de semillas, a diferencia de otra práctica de gestión agrícola que aumenta la densidad del banco de semillas como lo puede ser los herbicidas y el deshierbe manual, ya que no afectan al banco de semillas sino a la planta en general (Hossain y Begum, 2015).

En un estudio realizado en EE. UU. por Schroeder et al. (2018) se documentó durante siete sesiones las necesidades y la problemática de la resistencia a herbicidas con el fin de buscar la mejor práctica de manejo y resolver o mitigar los efectos de abuso de los herbicidas. Los agricultores señalan que es difícil adoptar los retos que un control alternativo pueda tener, como por ejemplo los cultivos de cobertura, siendo difícil encontrar uno rentable y que no demande diversos recursos. Así mismo, para traer y crear un nuevo herbicida se estima una inversión de \$286 millones de dólares (Schroeder et al., 2018).

El manejo de maleza mediante herbicidas tiene facilidades como la rentabilidad, la efectividad, la aplicación, pero puede causar efectos negativos para la salud humana y animal. Los países en desarrollo que antes usaban otros métodos diferentes para el control, por las ventajas que tienen los herbicidas prefieren que sea el único método usado (Chauhan, 2020). El mal uso de herbicidas puede ser nocivo para la salud de los trabajadores que lo aplican, ya que no reciben información adecuada para emplear en los cultivos y también pueden ser peligrosas para los consumidores, ya que los productos pueden llevar restos de sustancias químicas tóxicas que no tuvieron suficiente tiempo para degradarse (Arias et al., 2019).

El costo-beneficio que provee los herbicidas de origen sintético es efectivo para el control de malezas, sin embargo, con los años el mal uso y mala aplicación ha favorecido la evolución de arvenses con resistencia a varios compuestos de herbicidas. Las plantas pueden generar resistencia cruzada, es decir que un mecanismo puede resistir a varios herbicidas, y resistencia múltiple que desarrolla más de un mecanismo para la resistencia. Hasta el 2019

se reconocieron 500 casos de especies resistentes a herbicidas, en varios cultivos en 70 países diferentes (Blanco, 2019). El modo de acción del herbicida a la planta está dado por los diferentes grupos de herbicidas, que se presentan resumidos en la Tabla 1.

Tabla 1
Grupos de herbicidas y el modo de acción en las arvenses

Grupo (Herbicidas)	Modo de acción
A	Inhibición de la enzima acetil coenzima carboxilasa (ACCase)
B	Inhibición de la enzima acetolactato sintetasa (ALS)
C1	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II
C2	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II
C3	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II
D	Desviación del flujo electrónico en el fotosistema I
E	Inhibición de la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PPO)
F1	Decoloración: inhibición de la síntesis de los carotenoides a nivel de la fitoeno desaturasa (PDS)
F2	Decoloración: inhibición de la 4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenasa (4-HPPO)
F3	Decoloración: inhibición de la síntesis de los carotenoides (punto desconocido)
F4	Inhibición de la 1-desoxi-D-xilulosa 5-fosfato (DOXP)
G	Inhibición de la 5-enolpiruvil-shiquimato-3-fosfato sintetasa (EPSP sintetasa)
H	Inhibición de la glutamino sintetasa
I	Inhibición del DHP (dihidropteroato) sintetasa
K1	Inhibición de la unión de los microtúbulos en la mitosis
K2	Inhibición de la mitosis
K3	inhibición de la división celular
L	Inhibición de la síntesis de la pared celular (celulosa)
N	Inhibición de la síntesis de los lípidos
O	Auxinas sintéticas
P	Inhibición del transporte de auxinas
Z	Desconocido

Tomado de: Resistencia de malas hierbas a herbicidas en el cultivo del arroz y en cultivos leñosos: estudios de mecanismos de resistencia (Blanco, 2019).

El aumento en la resistencia a herbicidas de diferentes biotipos de arvenses a lo largo sigue aumentando a lo largo del tiempo. En la Figura 3, gráfico tomado de Westwood et al., (2018), también se representa cómo las proyecciones de resistencias a los herbicidas y también los sitios de acción sobre los que actúan los herbicidas son continuos y van en aumento.

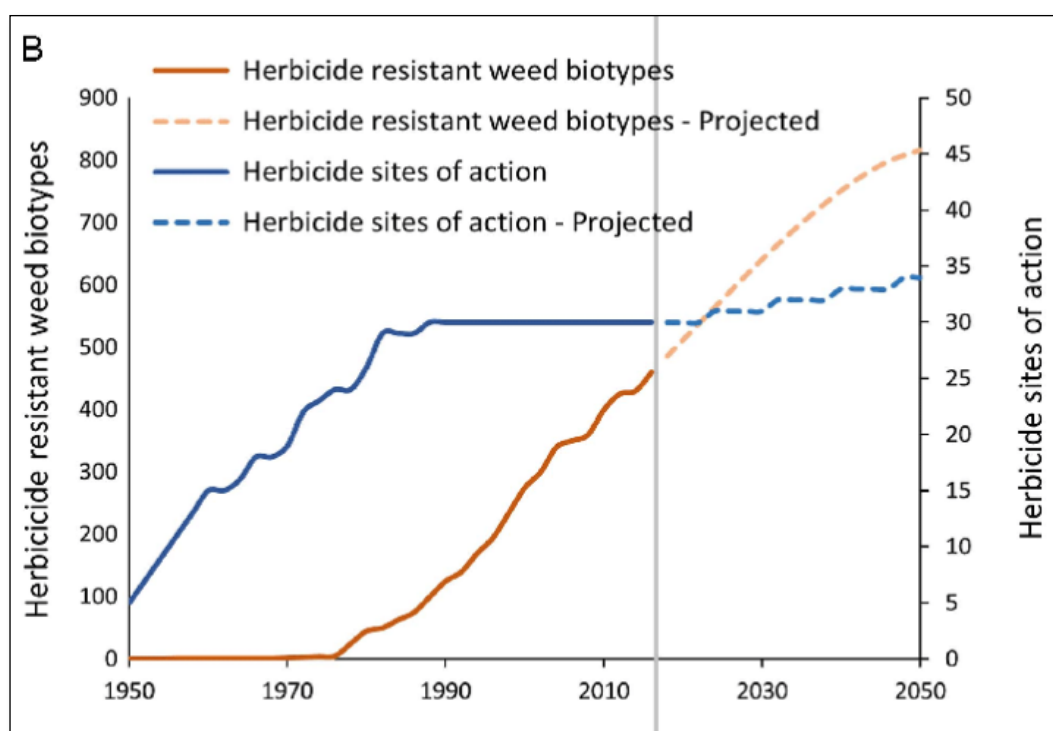


Figura 3. Proyecciones de resistencia de herbicidas y sitios de acción.

Tomado de: *Perspectives on the Future of Weed Science* (Westwood et al., 2018).

4.3 MULCH

El mulch, acolchado, o también llamado mantillo, viene de la palabra en alemán “*Molsch*” significa suave de caer, es conocido por ser una estrategia integral de gestión agrícola, para el desarrollo sostenible de cultivos que ha sido utilizada desde hace aproximadamente 300 años (Ngosong et al, 2019 y León, 2016). El mulch es una tecnología

efectiva que consiste en la aplicación de materia orgánica o inorgánica en la superficie del suelo (Marble, 2015).



Figura 4. Mulch

Tomado de: <https://chilehuerta.cl/2019/08/15/que-es-el-mulch/>

La efectividad del mulch radica en que reduce la disponibilidad de luz en el suelo evitando así, que la radiación solar llegue a las semillas de las arvenses que dependen de luz para su germinación, por esta razón el mulch es muy eficiente para controlar malezas, sobre todo las que requieren mucha radiación solar para la germinación (Petrikovszki et al. 2020).

El mulch proporciona una barrera física entre la semilla y la superficie evitando la germinación de la semilla por la alteración ambiental del suelo o el crecimiento de una plántula al chocarse con capa de mulch y no poder salir a la superficie (Saha, 2018). Entre sus mayores beneficios es mejorar la calidad del suelo ya que es un recurso no renovable y para confiar un cultivo el suelo debe tener buenas cualidades, ya que será éste el principal factor de producción, puesto que, retiene el agua y la humedad, regula la temperatura, evita el crecimiento de arvenses, mejora la fertilidad y la nutrición de las plantas (Ngosong, 2019).

El uso de mulch minimiza la contaminación del suelo, aire y agua. Ya que reduce la frecuencia de riego y maximiza el uso de elementos renovables (Frutos, 2015).

4.3.1 TIPOS DE MULCH

Los tipos de mulch difieren entre, durabilidad, costo, tiempo de descomposición entre otros requerimientos que se deben tomar en cuenta según las propiedades del suelo (Ngosong, 2019). Existen dos grandes grupos de mulch que son mantillos vivos o cultivos de cobertura y mantillo muerto o mulch de residuos (Ngosong, 2019). Dentro del mantillo muerto o de residuos se usa materiales de origen orgánico o inorgánico dependiendo las condiciones de los agricultores y de los cultivos.

4.3.1.1 Mulch de materiales orgánicos

El mulch orgánico brinda nutrientes al suelo mejorando su composición, son de menor durabilidad, ya que se descompone más rápido dependiendo del material que se use, entre los materiales más comunes están los restos de cultivos, productos derivados de cultivos vegetales, astillas vegetales, agujas de pino, hojarasca, entre otros (Ulcuango, 2016; León 2016).

El mulch orgánico también es utilizado para dar valor estético en cultivos ornamentales (Saha, 2018). Los materiales orgánicos al descomponerse producen una liberación de nitrógeno lo que nutre al cultivo. También el fósforo y el potasio hace que mejore la porosidad del suelo (Frutos, 2015).

En el estudio de Petrikovszki et al. (2020), probaron la efectividad de mulch de residuo usando hojarasca de árboles caducados de la zona para el control de malezas en los cultivos de tomate, y evidenciaron: disminución de la germinación de semillas y aumento de mortalidad de arvenses; también se modificó la composición y la diversidad de las arvenses sobrevivientes; las horas del deshierbe manual también se redujeron. Se pudo evidenciar además que al cambiar el ambiente del suelo con el uso de mulch, el contenido de agua se equilibró, disminuyó la evaporación, por lo tanto, redujo la salinidad del suelo y aumentó la cantidad de agua para el suelo (Petrikovszki et al. 2020; Stavi, 2020).

También se probó el mulch en cultivos de brócoli en los andes ecuatorianos. Se evidenció un aumento en el crecimiento y producción de este cultivo con el uso de mulch orgánico de *Vicia sativa*, *Avena sativa* y *Zea mays* (Frutos, Pérez y Risco, 2016).

El mulch orgánico funciona como un bioherbicida, ya que al descomponerse algunos materiales provenientes de residuos vegetales pueden producir aleloquímicos y/o bacterias que afectan a la germinación y crecimiento de malas hierbas (Radhakrishnan et al., 2018).

En la tabla 2 se muestra algunas sustancias orgánicas con los que se elabora el mulch orgánico.

4.3.1.2 Mulch de materiales inorgánicos

El mulch inorgánico, es utilizado mayormente para lograr una humedad uniforme en los cultivos, mejorando el rendimiento y la composición del suelo. El plástico es el material más común utilizado en esta práctica, ya que no se descompone, por lo tanto, son de mayor durabilidad, sin embargo, no provee de nutrientes al suelo. Además, se usan materiales como piedras, arena, geotextiles, entre otros compuestos de origen inorgánico (Ulcuango, 2016; León 2016).

Se ha evaluado la efectividad en varios estudios. En el 2018 Yu y colaboradores prueban el mulch de películas de plástico en zonas áridas de China y comprueban que ayuda a regular la respiración del suelo en caso de que las condiciones climáticas cambien (Yu et al., 2018). Además, se ha demostrado en el cultivo de flor manta, donde se usó el mantillo de polietileno, una inhibición del crecimiento de malezas en un 100% (Kazemi y Jozay, 2020).

En un estudio realizado por Thakur y colaboradores la eficacia del mulch de polietileno negro en el cultivo de *Rosa damascena* aumentó el crecimiento y el rendimiento, el polietileno negro aumentó la temperatura del suelo mejorando la actividad microbiana de las bacterias nitrificantes que acceden a la nitrificación y al nitrato de las raíces de las plantas debajo del suelo (Thakur et al., 2019).

En la tabla 2 se muestra algunas sustancias inorgánicas con los que se elabora el mulch inorgánico.

Tabla 2
Materiales usados del mulching

Materiales orgánicos	Materiales inorgánicos	Otros
- Paja de arroz, trigo, maíz.	- Películas de plástico	- Hormigón
- Trozos secos de malezas, hierbas, cortezas	- Películas de polímero	- Tefra
- Hojas cortadas		
- Cascaras de arroz, coco, tallos de maíz		
- Ramas pequeñas de arboles		
- Papel		
- Desperdicios de animales, estiércol		
- Cultivo de cobertura		

Tomado de *Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment* (Kader et., 2017).

4.3.2 INTERACCIÓN DE MULCH EN CULTIVOS

Son varios los efectos que causa la aplicación de mulch en cultivos. Como por ejemplo el crecimiento y la productividad del cultivo, la disminución de arvenses, la humedad del suelo, entre otros.

En agrocultivos la humedad del suelo es importante ya que de esto depende en que sea un suelo fértil o no. Son varios los factores que pueden causar la pérdida de la humedad, como vientos, cambios bruscos de temperatura y la presencia de arvenses. Estudios han demostrado que la presencia de arvenses en un cultivo puede causar hasta un 25% de pérdida de agua. En un agrocultivo, el mantillo de paja ha probado retener la evaporación en un 35%. Dentro de los materiales de mantillos más usados para retener el agua y los cultivos son los desechos de plantas cortadas, desechos de ganado, piedras específicas. A diferencia de un mulch vivo, que son plantaciones que crecen alrededor de cultivo como otro cultivo y aunque

tenga algunos beneficios agroecológicos, este tipo de mulch conserva la humedad del suelo, ya que compite por un recurso hídrico (Iqbal, 2020).

En tierras donde no hay abundancia de precipitaciones, la conservación de la humedad del suelo es un desafío, el mulch orgánico de residuos del maíz en granjas semiáridas de África fueron probados para retener el agua del suelo y evitar sequías, siendo una opción factible y accesible para pequeños agricultores en granjas de África Oriental (Tuure, 2021). Así mismo, en un cultivo en China, se midió el rendimiento del trigo y la utilización de mulch para medir el rendimiento de agua donde el mulch orgánico de paja aumentó la humedad del suelo bajo diferentes tipos de labranza (Yang et al., 2018).

El balance de agua está dado por la evaporación y la infiltración, y como ya se mencionó el uso de agua en zonas áridas es un desafío, ya que las técnicas para mantener la humedad del suelo son claves. En un estudio en zonas áridas probaron el mulching de paja de maíz y la tela hortícola, que consiste en un tejido permeable elaborado con polietileno. En cultivos de manzanas en China, los dos materiales mejoraron la calidad física del suelo y mejoraron el rendimiento del cultivo, haciendo que el suelo tenga buena porosidad y densidad (Liao, 2021). Varios han sido los materiales probados en cultivos, como fue el efecto de mulch de estiércol de vaca y cascarilla de arroz que aumentaron la infiltración de agua, causando así una mejor retención de agua y mejor transporte, por la tanto, se consiguió una mejoría en la salud del suelo haciendo que el cultivo se desarrolle en zonas áridas y resista mejor la sequía (Ezenne, et al., S.F.).

4.3.3 MULCH Y ALELOPATÍA

Así como se mencionó anteriormente la capacidad que tiene el mulch en proveer una barrera física para evitar el crecimiento de malezas, el mulch también presenta un potencial grandísimo por las fitotoxinas que producen el mantillo, ya sea vivo o de residuos orgánicos, con efectos alelopáticos que interactúan a favor del cultivo. Estos efectos interfieren en la germinación y crecimiento de las plantas, lo que es utilizado para control de arvenses (Iqbal, 2020).

La alelopatía es un fenómeno que causa un efecto dañino ya sea directo o indirecto entre plantas y microorganismos (Saha, 2018). Está dada por una variedad de compuestos

llamados alelopáticos que son producto de metabolismo secundario que son liberados en el medio ambiente. Estos afectan el crecimiento y la germinación de plantas cercanas, siendo así un fitotóxico (Soltys et al., 2013). Los compuestos alelopáticos son moléculas de cadena abierta, son solubles en agua y son capaces de reducir el crecimiento mediante procesos fisiológicos que afectan a otra planta (Kazemi y Jozay, 2020).

Las propiedades alelopáticas que presenta el mulch pueden en algunos casos inhibir la presencia de malezas, funcionando como herbicidas naturales en ciertos cultivos (Saha, 2018). Usar la acción alelopática podría disminuir la contaminación ambiental y evitar la resistencia de los herbicidas (Jabran et al., 2015).

Los aleloquímicos expulsados son importantes por las diversas estructuras complejas que se han utilizado para el descubrimiento de herbicidas orgánicos e inorgánicos (Saha, 2018). Las propiedades alelopáticas que presenta el mulch pueden en algunos casos inhibir la presencia de malezas, funcionando como herbicidas naturales en ciertos cultivos (Saha, 2018).

Algunos compuestos del mulch orgánico pueden generar sustancias que causen un efecto alelopático y evitar el crecimiento de maleza a diferencia del mulch proveniente de compuestos inorgánicos (Saha et al., 2018), que, a pesar de que pueden producir efectos beneficiosos para el control de arvenses, no produce compuestos alelopáticos que tiene otras características beneficiosas. A diferencia de mulch orgánico que usa raíces, tallos, cortezas semillas y materia orgánica, estos aleloquímicos producidos por los acolchados poseen una estructura compleja que generalmente no generan resistencia en su uso como herbicidas (Saha et al., 2018).

El mulch aparte de ser una barrera física que inhibe el crecimiento de maleza, también las inhibe por medio de los fitotóxicos que son expulsados por raíces, descomposición, lixiviación de residuos, entre otros (Saha et al., 2018). La limitación de un uso adecuado de los aleloquímicos está dada por la dificultad en costos para la síntesis, a diferencia de la facilidad del uso de herbicidas sintéticos.

4.3.4 MULCH PARA CONTROL DE ARVENSES

La aplicación del mulch para el manejo integral de malezas tiene como finalidad inhibir la germinación, así como el crecimiento y propagación de arvenses disminuyendo el uso de herbicidas sintéticos. Un estudio llevado a cabo por Pupalienè y colaboradores en el 2015, demuestra que para un control exitoso de malezas es necesario que el acolchado sea de un espesor de 10 cm (Pupalienè et al., 2015). Mientras que Zalai en el 2015 probó que para un control eficiente el grosor del mantillo debe ser de 15 cm para obtener resultados. Petrikovszki et al., (2020) realizó un estudio que prueba que los espesores mínimos de mantillo de hojarasca de árboles controlan exitosamente la maleza en el suelo del tomate es de 10 a 15 centímetros reduciendo la cantidad de malezas y reduciendo el control mecánico y químico (Petrikovszki et al., 2020).

Del mismo modo en un estudio realizado por Petrikovszki para controlar las malezas en tomate orgánico, se comprobó que el mulch disminuyó significativamente la aparición de la mayoría de las malezas y con esto el tiempo de deshierbe manual se redujo. Esto debido a que la disponibilidad de luz se redujo en la superficie evitando que penetre hacia el banco de semillas existentes y no se llevara a cabo la germinación (Petrikovszki et al., 2020).

Gavidia en un estudio en el 2019 demuestra que el uso de mulch en cultivos de *Gypsophyla* en una cantidad de 1,49 Kg/m² mitiga el crecimiento de los arvenses impidiendo la penetración de luz y también aumenta la cantidad de flores, aunque el costo es mayor por la mano de obra que usa a diferencia de los herbicidas comunes (Gavidia, 2019).

En una florícola ubicada en la región andina de Ecuador también fue probado el mulch en plantaciones de *Gypsophila paniculata*, planta ornamental de exportación, para el control de malezas como un método de control orgánico, donde se usa tallos picados de *Hypericum* y se constata que este tratamiento genera una menor cantidad de arvenses, generando una barra física entre el banco de semillas y la superficie, evitando el crecimiento de las plántulas (Loor, 2019).

4.3.5 BENEFICIOS Y DESVENTAJAS

Esta técnica ha sido mayormente utilizada por aportar las siguientes ventajas a los cultivos: conserva la humedad ya que reduce la evapotranspiración, mejora la estructura del

suelo, añade nutrientes al suelo, reduce la compactación y tiene la capacidad de modificar el microhábitat del suelo (Petrikovszki et al. 2020 y León 2016).

El acolchado mejora la estructura del suelo (Mable, 2015), porque aumenta el número de lombrices de tierra, aumenta la cantidad de materia orgánica que protege la superficie, aumentando la infiltración de agua haciendo lenta y constante, impidiendo que por las fuertes lluvias se formen pequeños charcos y que estas formen costras disminuyendo la escorrentía, llevando a la erosión del suelo por viento y agua (Rajasekar et al., 2019). Mejora la temperatura del suelo ya que equilibra las fluctuaciones de temperatura, pues las áreas cubiertas de mulch se calientan y se enfrían gradualmente, en comparación con un suelo desnudo donde la fluctuación de temperatura es alta (Petrikovszki et al., 2020 y Petrikovszki, 2018).

El mulch previene los cambios extremos de temperatura en diferentes estaciones en el invierno o temporadas frías, la capa de acolchado crea un ambiente favorable en el suelo lo que permite el desarrollo de las raíces (Rajasekar et al., 2019).

Por otro lado, mulch también brinda un eficiente uso del agua de entre el 10 al 20% más de aprovechamiento en comparación a un suelo desnudo (Kazemi y Safari, 2018). De esta manera, la frecuencia de riego se reduce porque el mulch retiene la humedad evitando la evaporación y aumentando la porosidad del suelo (Petrikovszki et al., 2020).

Otra ventaja que ofrece el mulch es que puede ser utilizado por la cualidad de reducir el ataque de plagas de insectos ya que es un obstáculo entre la planta y el suelo. Entre todas estas ventajas que ofrece el mulch en los cultivos, la de nuestro interés es la capacidad que tiene el mulch para el control de arvenses. La aplicación del mulch es viable para agricultores ya que reduce costos de mano de obra en deshierbe mecánico; reduce el uso de insumos, lo que evita la pérdida de microorganismos, reduce la erosión del suelo; y es mejor para la salud humana. Adicionalmente el mulch de origen vegetal libera lentamente nitrógeno que es un importante nutrimento (Frutos, 2015).

Las dificultades del uso del mantillo, ya sea orgánico o inorgánico, es el costo y la disponibilidad para algunos agricultores. Como se conoce, el mulch orgánico incluye astillas o virutas de madera, hojas de pino, corteza de árboles, cáscaras de cacao, restos vegetales,

hojas y una gran variedad de productos de origen natural (Ulcuango, 2003). Por otro lado, el mulch inorgánico incluye varios tipos de piedras, piedra volcánica, goma pulverizada y materiales geotextiles, entre otros. Los dos tipos presentan un costo económico aceptable, constituyéndose una alternativa tanto económica como amigable para el medio ambiente.

Otra desventaja a tomar en cuenta es que cuando se aplica mulch las condiciones del suelo y del ambiente cambian, por lo cual, si el material no está bien preparado puede descomponerse pronto y tengan que ser reemplazados con frecuencia o puede ser fuente de contaminación pues puede llevar semillas de materiales residuales vegetales que causen más problemas (Abouziena y Haggag, 2016).

Otro factor a tomar en cuenta es la falta de conocimiento sobre el mulch y sus beneficios, por lo que sería necesaria la inversión en la capacitación del personal técnico, lo cual incrementaría costos (Labrada y Parker, 1996). En entrevista a 12 agrónomos que trabajaban en florícolas del cantón Pedro Moncayo en la provincia de Pichincha (Ecuador), el 50% señaló que utilizan mulch plástico en sus fincas, el 30% no sabe de qué se trata y el 20% no usa ningún mulch en las florícolas (Perachimba y Tocagón, 2012).

4.4 MULCH Y CONTROL DE ARVENSES EN PAÍSES LATINOAMERICANOS EXPORTADORES

4.4.1 PAÍSES LATINOAMERICANOS EXPORTADORES DE FLORES

Las ventajas que tienen los países latinoamericanos para el éxito de la producción de flores es la ubicación geográfica, sus condiciones climatológicas, el suelo, la humedad y la ausencia de estaciones marcadas, lo que permite un mejor desarrollo de cultivos y una gran variedad de estas (Bravo & Flores, 2006). La floricultura es una alternativa que genera avance económico y social para los países desarrollados y en desarrollo (Cedillo et.al., 2021).

La producción agrícola de flores es una de las actividades económicas más importantes para países de Latinoamérica, junto con minas y petróleos, manufactura, ganadería y construcción. Las condiciones climáticas de países latinoamericanos son favorables para el desarrollo de los cultivos, por lo cual, Ecuador y Colombia ocupan el

segundo y tercer puesto, respectivamente, entre los mayores exportadores de flores a nivel mundial (Falcón, 2011).

El Ecuador es reconocido por la exportación de materia prima divididos en dos grupos, petroleros y no petroleros. Dentro de los no petroleros se encuentra, camarón, cacao, banano, flores, entre otros. Gracias a los recursos naturales que posee el Ecuador se convirtió en un país apto para producir y exportar grandes cantidades de flores de una gran variedad y calidad (Cedillo, 2021). La exportación de flores naturales cultivadas mayormente se da en la región andina. El mercado de flores se encuentra en crecimiento, lo que ha permitido mejorar la economía del país y, de forma directa o indirecta, beneficiar la economía de muchas familias, esto ha llevado que familias completas dedique la mayoría de su tiempo a realizar estos trabajos (Vásquez, 2016). Ecuador se ha ido posesionando como uno de los principales exportadores de flores del mundo, cubriendo mercado de EE. UU., Rusia, Países Bajos, entre otros (Cedillo et.al., 2021).

4.4.2 PRINCIPALES EXPORTADORES DE FLORES

La exportación de flores cortadas es un proceso de producción en la horticultura que usa diferentes técnicas para garantizar el crecimiento de las flores desde que son plantadas hasta que son cortadas y clasificadas según categorías de calidad. Los sistemas de cultivo ya sea en el campo o en invernaderos son de gran importancia para garantizar la producción y la demanda de mercado por todo el año. El continente que exporta la mayor cantidad de flores es Europa con el 56,3%, seguido de Latinoamérica y África (Figura 5). Para entender mejor la importancia económica que tiene la exportación de flores se puede notar que la exportación total anual del 2019 fue de \$8.94 billones. En Latinoamérica, Colombia y Ecuador ocuparon el segundo y tercer lugar como los principales exportadores, generando \$1,47 billones y \$881 millones respectivamente (Simoes & Hidalgo, 2021).

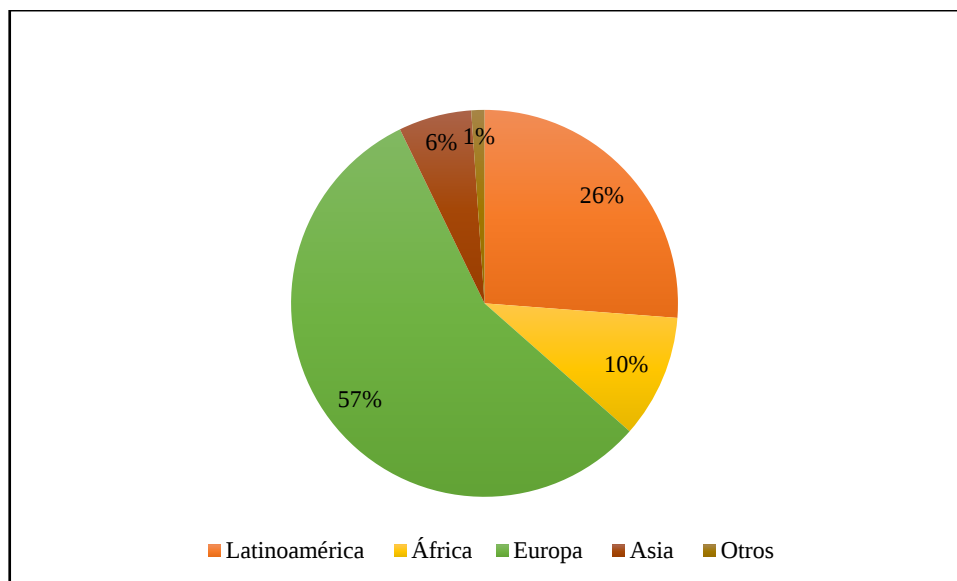


Figura 5. Contribución mundial por continentes de exportación de flores (2019)

Fuente: ITC, International Trade Centre (2019)

Holanda es el mayor exportador a nivel mundial de flores, generando 4.603.636 miles de dólares, con una contribución anual global del 49,3% en el mercado. Colombia se encuentra en el segundo lugar cubriendo el 15,8% del mercado internacional (el total de hectáreas dedicadas para el cultivo de flores en Colombia es de 7.700 hectáreas), el 80% de exportaciones va destinada a Estados Unidos, seguida de la Unión Europea con el 6%, también Japón y Canadá son importadores con un 3%. Ecuador es el tercer exportador a nivel mundial.

A nivel Latinoamericano, Colombia, con un 60%, en contribución anual global es el principal productor y exportador de flores; en segundo lugar, está Ecuador, con 36%, y en tercer lugar México con apenas 1%, como se muestra en la figura de contribución anual de los países latinoamericanos (Figura 6).

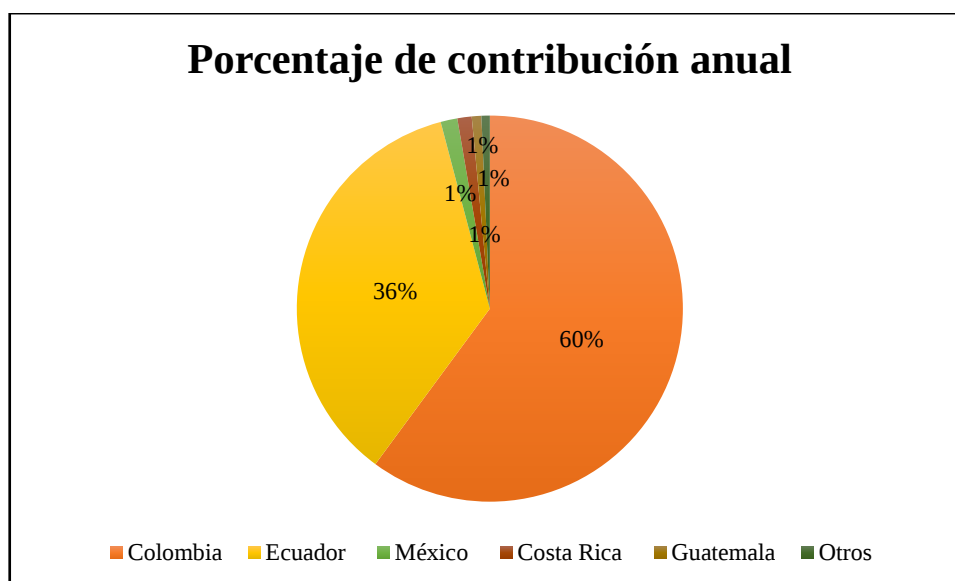


Figura 6. Porcentaje de contribución global de países latinoamericanos

Fuente: ITC, International Trade Centre (2019)

En la Tabla 3, se presenta las especies de flores de exportación y la cantidad en toneladas de flores exportadas pertenecientes de Ecuador. En donde se puede ver que las exportaciones de rosas ocupan el 70% en exportaciones. Entre los principales destinos de exportación se encuentra EE.UU. con 37% en toneladas pertenecientes de Ecuador, seguido de Rusia con 14% y Canadá 4%. El total de hectáreas dedicadas para el cultivo de flores de exportación es de 4.930 hectáreas cultivadas (ESPAC, 2020).

Tabla 3

Tipos de flores de exportación y cantidad en toneladas pertenecientes a Ecuador.

Especies de flores	Toneladas
<i>Rosas</i>	107.351
<i>Flores de verano</i>	17.357
<i>Gypsophila</i>	7,934
<i>Flores preservadas</i>	429
<i>Claveles</i>	2.474
<i>Crisantemos</i>	1.133
<i>Gerbera</i>	897
<i>Alstromaria</i>	1.449

Tomado de: (Expoflores, 2021). Reporte estadístico mensual enero 2021

4.4.3 IMPORTANCIA E IMPACTO ECONÓMICO Y EMPLEO (MANO DE OBRA)

Dentro de los productos de exportación, las flores representan un reconocimiento internacional por el rubro que representan y el movimiento de la economía de varios países (Bravo & Flores, 2006). La explotación de flores en el Ecuador es de gran importancia ya que, 60% de personas que se dedican a este empleo son mujeres, indirectamente la floricultura emplea a más de 105 mil personas (Ávila, 2015; Expoflores, 2021). En todo el Ecuador, hasta el año 2020, se registraron 237 empresas, entre grandes, medianas, pequeñas y microempresas, que se dedican netamente a la exportación de flores; estas empresas generan directamente 28.775 espacios de empleo. La mayor parte de florícolas se ubican en Pichincha (73%), seguido de Cotopaxi (12%) e Imbabura, Carchi, Guayas y, otras provincias cubren el otro porcentaje. En total existen 4.930 hectáreas dedicadas en total para esta actividad (CFN, 2021).

En Colombia, que es el segundo exportador mundial de flores, después de Países Bajos, la producción florícola genera alrededor de 140 mil plazas de empleo (Expoflores, 2021).

En la figura 7 se detallan los valores de exportación (USD) de los principales países exportadores latinoamericanos de flores en el 2020. Tomando en cuenta que, por motivos de la pandemia, los costos se redujeron (ExpoFlores, 2020).



Figura 7. Valor (usd) exportaciones de flores año 2020 de los países latinoamericanos productores de flores.

Fuente: ITC (International Trade Centre), Trade map (2020).

4.4.4 TIPOS DE CONTROL DE ARVENSES EN LATINOAMÉRICA

El control por medio de herbicidas y el control mecánico por medio de maquinaria y manual son los más comunes en países latinoamericanos.

En el Ecuador, el herbicida más común para el control de arvenses es Ronstar (Bayer Crop Science, 2019) cuyo compuesto activo es el Oxadiazon (Gavidia, 2019), que es un producto cuyo nombre químico es 5-tert-butyl-3- (2,4-dicloro-5-isopropoxifenil) -1,3,4-oxadiazol-2(3H)-ona. Según la Autoridad Nacional de Licencia Ambientales es altamente tóxico, ya que posee características como persistencia en suelos y agua, poca solubilidad en el agua, lo cual genera un impacto en el medioambiente, causan daños a la salud del suelo, contaminación de aguas, contaminación de alimento (Guerrero et al., 2021).

Su método de aplicación es por medio de riego o aspersiones, el químico bloquea el proceso de fotosíntesis inhibiendo la enzima cloroplástica protoporfirinógeno oxidasa, causando la necrosis directa en todas las partes de la planta (Guerrero et al. 2021).

Un problema que presenta el control de las malezas con deshierbe manual es la disponibilidad de mano de obra, por esto, los costos se incrementan y el trabajo requiere de mucho esfuerzo físico de los trabajadores, así es como lo señala Dass y colaboradores (2017), donde la presencia de arvenses en cultivos de arroz son la causa de un bajo rendimiento del cultivo hasta de un 40 a 60%, en el peor de los casos hasta un 96% (Dass et al. 2017).

El control manual en pequeños agricultores es característico ya que muchas familias de fincas productoras ocupan más del 40% de su tiempo en el trabajo de deshierbe; esto causa problemas en la productividad y desarrollo del cultivo, también el punto en el que se realiza el deshierbe no siempre es el correcto ya que las malezas si no son removidas a tiempo disminuyen los recursos disponibles del suelo (Arias, 2019).

4.4.5 USO DE MULCH DE RESIDUOS PARA EL CONTROL DE ARVENSES EN LATINOAMÉRICA

El uso de mulch en Latinoamérica no ha sido muy estudiado y aplicado. Para entender mejor su aplicación y uso en Latinoamérica existen investigaciones previas que revelan que el uso del mulch en florícolas impide el crecimiento de maleza, disminuyendo la mano de obra de deshierbe y mejorando el rendimiento de los cultivos (Bajwa, 2015). En el estudio de Loor (2019), el control de arvenses más efectivo en *Gypsophyla*, una flor ornamental de exportación fue la aplicación de acolchado (Loor, 2019).

4.4.6 COSTO BENEFICIO

El análisis de costo beneficio para la aplicación de mulch en florícolas es de gran importancia, ya que permite saber que tan efectivo, económicamente, es implementar un nuevo sistema de manejo en un modelo ya preestablecido. Según un análisis de costo beneficio que plantea Gavidia en un estudio con flores de exportación *Gypsophyla* en Ecuador; en donde, los costos de inversión al aplicar mulch son mayores en comparación con las pruebas control mediante herbicidas. En contexto, para aplicar el tratamiento mulch se invierten de \$0,17 a \$0,24 por metro cuadrado, y el tratamiento con herbicida químico cuesta \$0,11 para su aplicación por metro cuadrado. (Gavidia, 2019). Sin embargo, la cantidad de flores producidas y colectadas, fueron mayores en cultivos con mulch, que los tratamientos control con herbicidas, es por eso que en los análisis de costo-beneficio el uso de mulch representa un mayor beneficio. Es por ello que el autor afirma que el uso de mulch, aunque cuesta más, produce una mayor cantidad de flores, lo cual mejora el rendimiento del cultivo (Gavidia, 2019).

Los análisis de costo y beneficio para la implementación de nuevos métodos de control de arvenses son escasos para florícolas, esto es un gran impedimento para que los productores se decidan a optar por métodos más sostenibles. En el estudio de costo beneficio de Gavidia, 2019, para los costos se tomaron en cuenta: costos de elaboración del mulch, costos de mano de obra de la aplicación, costos de implementos de dispersión y costos generados por el deshierbe u otro método complementario. El beneficio es calculado por las ventas de las empresas florícolas.

4.4.7 IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE MULCH EN PAÍSES LATINOAMERICANOS EXPORTADORES

La industria de flores cortadas está en búsqueda de la sostenibilidad y, al mismo tiempo rentabilidad de sus cultivos. Es por esto que se trabaja en objetivos como: reducir la contaminación por químicos sintéticos, investigar el comportamiento de los cultivos en el medioambiente, preservar los recursos naturales, conservar la biodiversidad, garantizar los cultivos seguros para la salud humana, y aumentar la economía en sectores rurales que se dedican a la floricultura.

Un impacto grande que causaría la eliminación o combinación de métodos químicos con el uso de mulch es conservar la salud de los trabajadores en las florícolas, ya que constantemente se encuentran expuestos a sustancias químicas, causando daño a la integridad de estos. La exposición a herbicidas, según la literatura revisada, causa daño neurológico, dérmico, y afecta al sistema respiratorio y circulatorio (Vásquez, 2016).

A medida que ha crecido la población mundial, la producción alimenticia y la industria ha llevado ha convertido al control de malezas un trabajo desafiante, ya que ésta depende de una buena salud alimentaria. Actualmente, el método más eficaz y de uso común consiste en el deshierbe manual en comparación con el control químico como los herbicidas que a largo plazo pueden tener problemas de sostenibilidad (Jabran et al., 2015).

La adopción de medidas para un buen manejo de cultivos puede ser el uso de técnicas combinadas, ya que se ha visto que en cultivos con labranza y acolchado se obtiene mejor calidad del suelo y el rendimiento es óptimo al usar paja en cultivos de trigo (Yang et al., 2018).

5. CONCLUSIONES

- El mulch es usado como una práctica de manejo ecológica que da un valor económico y ambiental en la agricultura moderna y el diseño de paisajes.
- El mulch reduce significativamente las arvenses en comparación con el control químico convencional. En definitiva, en el control de arvenses el mulch es el mejor controlador, ya que presenta la media más baja a nivel significativo en la producción de arvenses.
- El mulch es una técnica que puede ser usada dentro del manejo integral, agroecológico o dentro de la agricultura orgánica y tiene como finalidad conservar los recursos naturales de donde se desarrolla el cultivo con el fin de mantener o mejorar la productividad de una agricultura sostenible.
- Los países latinoamericanos exportadores de flores presentan un gran crecimiento económico al país, siendo un producto que se ve beneficiado por la ubicación geográfica, las horas de luz, el clima, la buena calidad del suelo y los recursos naturales, cumpliendo así los estándares del mercado internacional.
- La exportación de flores representa uno de los sectores primordiales socioeconómico de varios países, lo cual ha llevado que los cultivos se intensifiquen, por lo tanto, se deben usar alternativas que eviten la degradación de recursos naturales.
- De acuerdo a los resultados obtenidos del control efectivo de arvenses en cultivos florícolas en Ecuador, el tratamiento de mulch de tallos picados de *Hypericum*, afecta positivamente el crecimiento y a la longitud de las flores, ya que presenta los tallos más largos con relación a otros tratamientos aplicados.
- Se debe contar con investigación disponible para todos, con el fin de dar soluciones que se enfoquen en liberar al cultivo de una agricultura convencional, fomentando el

uso los planes de agricultura sostenibles y sustentables, donde los costos ambientales, económico y sociales se reduzcan.

- A través de nuevas investigaciones, se podrá profundizar sobre el uso de mulch para el control efectivo de arvenses en cultivos florícolas, especialmente en Ecuador, lo que evitará el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas químicos con el fin de evitar altas concentraciones de sales en el suelo, disminuyendo la productividad del cultivo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abouziena, H. F., y Haggag, W. M. (2016). Weed control in clean agriculture: a review. *Planta daninha*, 34(2), 377-392. Recuperado de <https://n9.cl/zfkeu>

Alcântara, E. N., Nóbrega, J. C. A., Ferreira, M. M. (2009). Métodos de control de plantas daninhas no cafeeiro afetam os atributos químicos do solo. *Ciencia Rural*, 39(3), Recuperado de 749–757. <https://n9.cl/7z2rn>

Altieri, M. (1999). Bases científicas para una agricultura sustentable. *Montevideo: Nordan Comunidad*.

Appleby, A.P.; Muller, F.; Carpy, S. Weed control. In *Agrochemicals*; Muller, F., Ed.; Wiley: New York, NY, USA, 2000; pp. 687–707

Araujo Junior, C. F., Martins, B. H., Higashi, V. Y., y Hamanaka, C. A. (2015). The role of weed and cover crops on soil and water conservation in a tropical region. En V. Pilipavicius (Ed.), *Weed Biology and Control* (pp. 1-18). *TechOpen*. Recuperado de <https://n9.cl/64syg>

Arias, D. M., Mora, R. E. G., y Romero, O. S. D. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, 11(1), 204-210. Recuperado de <https://n9.cl/c8mxb>

Ávila Castro, J. (2015). *Análisis y promoción de las exportaciones de flores ecuatorianas hacia Estados Unidos* (Tesis de maestría) Universidad de Guayaquil]. Recuperado de <https://n9.cl/inxhz>

Bajwa, A. A., Mahajan, G., Chauhan, B. S. (2017). Nonconventional weed management strategies for modern agriculture. *Weed Science*, 63(1), 723-747. Recuperado de <https://n9.cl/3p3e2>

Baker, B., y Mohler, C. (2015). Weed management by upstate New York organic farmers: Strategies, techniques and research priorities. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(5), 418-427. Recuperado de doi:10.1017/S1742170514000192

Ball, M. G., Caldwell, B. A., DiTommaso, A., Drinkwater, L. E., Mohler, C. L., Smith, R. G., y Ryan, M. R. (2019). Weed community structure and soybean yields in a long-term organic cropping systems experiment. *Weed Science*, 67(6), Recuperado de 673-681. <https://n9.cl/tfk8v>

Blanco, I. A. (2019). Resistencia de malas hierbas a herbicidas en el cultivo del arroz y en cultivos leñosos: estudios de mecanismos de resistencia (Tesis doctoral) Universidad de Extremadura.

Batlla, Diego & Benech-Arnold, Roberto. (2014). Weed seed germination and the light environment: Implications for weed management. *Weed Biology and Management*. 14. 10.1111/wbm.12039.

Blanco, Y., y Leyva, A. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos tropicales*, 28(2), 21-28. <https://n9.cl/w11u>

Boldini, J. M., Millán, Y. P., Osorio, J. C. P., Gómez, S. P. M., Lara, M. R. F., Mena, R. A. M., & Pulido, S. Y. P. (2019). Capítulo 11. Control Biológico. Libros Universidad Nacional Abierta ya Distancia, 201-211.

Bravo Trujillo, M. D., & Flores Salazar, S. J. (2006). *Incidencia de la producción de Rosas en el sector de Cayambe período 2000–2005* (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2006.).

Cedillo Villavicencio, C.; González Carrión, C.; Salcedo Muñoz, V., Sotomayor Pereira, J. (2021). El sector florícola del Ecuador y su aporte a la Balanza Comercial Agropecuaria: período 2009 – 2020. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8 (1) pág. 74-82. DOI: Recuperado de 10.26423/rctu.v8i1.549.

Chauhan, B. S., (2020). Grand Challenges in Weed Management. *Frontiers in Agronomy*, 1(3), 1-4. Recuperado de <https://doi.org/10.3389/fagro.2019.00003>

CFN. (1 de octubre de 2017). S. Cultivo de flores. Obtenido de S. Agricultura ganadería silvicultura y pesca: <https://www.cfn.fin.ec/wpcontent/uploads/2017/10/FS-Cultivo-de-Flores-octubre-2017.pdf>

Cucci, G., Lacolla, G., Crecchio, C., Pascazio, S., y De Giorgio, D. (2016). Impact of long-term soil management practices on the fertility and weed flora of an almond orchard. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(2), 194-202. Recuperado de <https://n9.cl/2mjg1>

Quezada, U. R. Q. (2018). Producción orgánica sostenible y su demanda en el mundo al 2030.

Davis, A. S., y Frisvold, G. B. (2017). Are herbicides a once in a century method of weed control? *Pest management science*, 73(11), 2209-2220.

Egbuna, C., & Sawicka, B. (Eds.) (2019). *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*. Academic Press.

Espac (2020). Instituto Nacional de Estadística y Censos. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020*. Recuperado de <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/777>

Espinosa-García, F. J., y Villaseñor, J. L. (2017). Biodiversity, distribution, ecology and management of non-native weeds in Mexico: a review. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88, 76-96. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.010>

Expoflores (2021, enero). *Reporte estadístico mensual enero 2021*. Recuperado de <https://expoflores.com/wp-content/uploads/2021/01/enero-2021.pdf>

Ezenne, G. I., Obalum, S. E., & Tanner, J. Effect of Soil Organic Conditioner and Surface Mulch on Infiltration Characteristics of sandy-loam tropical soil.

Frutos, V., Pérez M. & Risco R. (2016). Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) en Ecuador. *Idesia* (Arica), 34(6), 61-66. Epub 12 de diciembre de 2016. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000038>

Frutos Pinto, J. V. (2015). Efecto de la utilización de mulch natural, maíz (*Zea mays* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), vicia (*Vicia sativa* L.), y avena (*Avena sativa* L.) sobre la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) En el campus Querochaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Tesis de licenciatura) Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/18279>

Gavidia Condor, J. D. (2020). Evaluación de mulch como alternativa a herbicidas para el control de arvenses en la producción de *Gypsophila paniculata*. (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/18529>

Gharde, Y., Singh, P. K., Dubey, R. P., & Gupta, P. K. (2018). Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. *Crop Protection*, 107, 12-18. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.01.007>

Guerrero, N. M. M., Ramos, H. A. L., & Cervantes, G. E. B. (2021). Toxicidad del herbicida oxadiazon en larvas de *Engystomops pustulosus* (Cope, 1864). *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 16(1), 8-19.

Hasan, M., Ahmad-Hamdani, M. S., Rosli, A. M., y Hamdan, H. (2021). Bioherbicides: An Eco-Friendly Tool for Sustainable Weed Management. *Plants*, 10(6), Recuperado de. <https://doi.org/10.3390/plants10061212>

Heap, I. (2020). The international herbicide-resistant weed database. Recuperado de: <https://www.weedscience.org/>

Hidalgo J. L. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola. El sector florícola ecuatoriano (Tesis de maestría) Universidad Andina Simón Bolívar. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://n9.cl/iw7wl>

Hinz, H. L., Winston, R. L., y Schwarzländer, M. (2019). How safe is weed biological control? A global review of direct nontarget attack. *The Quarterly Review of Biology*, 94(1), 1-27. Recuperado de <https://n9.cl/lvka0>

Hossain, M. M., y Begum, M. (2015). Soil weed seed bank: Importance and management for sustainable crop production-A Review. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 13(2), 221-228. Recuperado de <https://n9.cl/r8vtm>

INTAGRI. 2017. Control de Malezas en Cultivos Hortícolas. Serie Fitosanidad. Núm. 84 . Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.

Iqbal, R., Raza, M. A. S., Valipour, M., Saleem, M. F., Zaheer, M. S., Ahmad, S., ... & Nazar, M. A. (2020). Potential agricultural and environmental benefits of mulches—a review. *Bulletin of the National Research Centre*, 44, 1-16.

Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop protection*, 72, 57-65.

Kader, M. A., Senge, M., Mojid, M. A., & Ito, K. (2017). Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. *Soil and Tillage Research*, 168, 155-166.

Kazemi, F., y Jozay, M. (2020). The effect of organic and inorganic mulches on growth and morphophysiological characteristics of *Gaillardia* sp. *Desert*, 25(2), 155-164. 10.22059/JDESERT.2020.79253

Kazemi, F., y Jozay, M. (2020). Allelopathic effects of some organic mulch extracts on seed germination and early growth of some ornamental plants. *Journal of Ornamental plants*, 10(2), 99-108. Recuperado de <https://n9.cl/0q7ml>

Kazemi, F., y Safari, N. (2018). Effect of mulches on some characteristics of a drought tolerant flowering plant for urban landscaping. *Desert*, 23(1), 75-84. Recuperado de <https://n9.cl/4h68q>

Kocira, A., y Staniak, M. (2021). Weed Ecology and New Approaches for Management. *Agriculture*, 11(262) 1-6. Recuperado de <https://n9.cl/sjju7>

Labrada, R., y Parker, C. (1996) Capítulo 1. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. En Labrada, R.; Caseley, JC y Parker, C. (Eds), *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal-120) (pp. 12-19)*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <https://n9.cl/qnc13>

Lee, N., y Thierfelder, C. (2017). Weed control under conservation agriculture in dryland smallholder farming systems of southern Africa. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(5), 1-25. Recuperado de <https://n9.cl/qiu4jw>

León, E. E. (2016). *Efecto de la retención de agua y las propiedades físicas del suelo, por la aplicación de tres tipos de cobertura, en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa), regado mediante goteo*. (Tesis de maestría) Universidad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24393>

Llewellyn, R., Ronning, D., Clarke, M., Mayfield, A., Walker, S., y Ouzman, J. (2016). *Impact of weeds in Australian grain production*. The Grains Research and Development Corporation (GRDC) y the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). Recuperado de <https://n9.cl/kdschv>

Liao, Y., Cao, H. X., Liu, X., Li, H. T., Hu, Q. Y., & Xue, W. K. (2021). By increasing infiltration and reducing evaporation, mulching can improve the soil water

environment and apple yield of orchards in semiarid areas. *Agricultural Water Management*, 253, 106936.

Loor ES. 2020. Mulch y cultivos asociados como alternativas a herbicidas para control de arvenses en la producción de *Gypsophila paniculata* [tesis de licenciatura]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 51 p.

López MD. 2018. Impacto del uso de herbicidas para el control de plantas invasoras en los cuerpos de agua dulces y marinos (tesis de maestría). Université de Sherbrooke. 139 p.

Maqsood, Q., Abbas, R. A., Iqbal, M. A., Serap, K. A., Iqbal, A., y Sabagh, A. E. (2020). Overviewing of weed management practices to reduce weed seed bank and to increase maize yield. *Planta Daninha*, 38 1-10. Recuperado de <https://n9.cl/k2i3a>

Marble, S. C. (2015). Herbicide and mulch interactions: a review of the literature and implications for the landscape maintenance industry. *Weed Technology* 29(3): 341-349.

Nandula, V. K., Eubank, T. W., Poston, D. H., Koger, C. H. and Reddy, K. N. (2006). Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). *Weed Science*, 54(5), 898–902. doi:10.1614/WS-06-006R2.1

Mechergui, T., Pardos, M., Jhariya, M. K., y Banerjee, A. (2021). Mulching and Weed Management Towards Sustainability. *Ecological Intensification of Natural Resources for Sustainable Agriculture*, 255.

Menalled, F., & Schonbeck, M. (2016). Manage the weed seed bank—minimize “deposits” and maximize “withdrawals.” Recuperado de <https://eorganic.org/>

Ngosong C., Okolle J.N., y Tening A.S. (2019) Mulching: A Sustainable Option to Improve Soil Health. En Panpatte D., y Jhala Y. (Eds) *Soil Fertility Management for Sustainable Development*. Springer, Singapore. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-981-13-5904-0_11

Parra Cortes, O. E., Calvo García, W. E., Plazas, S. A., Aldana, G. A., y Rodríguez, J. C. (2019). Fase 6 caso la industria de las flores en Colombia. [Trabajo final de diplomado, Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - UNAD]. Recuperado de <https://n9.cl/jhqta>

Petrikovszki, R., Zalai, M., Tóthné Bogdányi, F., y Tóth, F. (2020). The Effect of Organic Mulching and Irrigation on the Weed Species Composition and the Soil Weed Seed Bank of Tomato. *Plants (Basel, Switzerland)*, 9(1), 66. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/plants9010066>

Pupalienė, R., Sinkevičienė, A., Jodaugienė, D., y Bajorienė, K. (2015): Weed control by organic mulch in organic farming system. In: Pilipavicius, V. (ed.): *Weed Biology and Control*. InTech: Rijeka, Croatia, pp. 65–86. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5772/60120>

Radhakrishnan, R., Alqarawi, A. A., y Abd_Allah, E. F. (2018). *Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. Ecotoxicology and Environmental Safety*, 158, 131–138. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.04.018

Rana, S. S., & Rana, M. C. (2016). Principles and practices of weed management. *Department of Agronomy, College of Agriculture, CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, Palampur*, 138.

Relf, D. y McDaniel, A. (2004). Mulches for the home vegetable garden. *Virginia Cooperative Extension*, 426(326), 1-4. Recuperado de <https://n9.cl/2ju06>

Rincón, M. (2018). Impacto del uso de herbicidas para el control de plantas invasoras en los cuerpos de agua dulces y marinos. (Tesis de maestría) El Colegio de la Frontera Sur Université de Sherbrooke. Recuperado de <https://n9.cl/hjb7wg>

Rodríguez Tassé, D., Barbosa García, R. N., y Rodríguez Vicente, E. (2019). Manejo de arvenses en caña de azúcar, impacto ambiental, efectividad económica y de control. *Centro Agrícola*, 46(2), 64-71. Recuperado de <https://n9.cl/5k54s>

Saha, D., Marble, S. C., y Pearson, B. J. (2018). Allelopathic effects of common landscape and nursery mulch materials on weed control. *Frontiers in plant science*, 9, 733. 10.3389/fpls.2018.00733

Salazar, L., Hincapié, E. (2020). Las arvenses y su interferencia en los sistemas de producción de café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), *Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café* (pp. 124–148). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0002_4

Sánchez, D. M. (2008). Manual de cultivo y manejo de heliconias y follajes nativos e introducidos.

Scavo, A. y Mauromicale, G. (2020). Integrated Weed Management in Herbaceous Field Crops. *Agronomy*. 10.3390/agronomy10040466.

Schroeder, J., Barrett, M., Shaw, D. R., Asmus, A. B., Coble, H., Ervin, D., y VanGessel, M. J. (2018). Managing wicked herbicide-resistance: Lessons from the field. *Weed Technology*, 32(4), 475-488. Recuperado de <https://n9.cl/6a5t3>

Schwartz-Lazaro, L. M., y Copes, J. T. (2019). A review of the soil seedbank from a weed scientist's perspective. *Agronomy*, 9(7), 369. Recuperado de <https://n9.cl/auckm>

Simoes A.J. y Hidalgo C.A. (2011) The Economic Complexity Observatory: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development. Workshops at the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence.

Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., & Gniazdowska, A. (2013). Allelochemicals as bioherbicides—Present and perspectives. *Herbicides-Current research and case studies in use. IntechOpen*. Recuperado de <https://n9.cl/vd6l5>

Ulcuango, J. (2013). Evaluación de 6 tipos de mulch orgánicos e inorgánicos y su influencia en la productividad y calidad de la *Gypsophila* (gyp. Paniculata variedad over time) en la finca Santa Martha, Cusubamba, Cantón Cayambe. (Tesis de Licenciatura)

Universidad Nacional de Loja. Recuperado de
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/6014>

Vásquez-Venegas, C. E., León-Cortés, S. G., González-Baltazar, R., y Preciado-Serrano, M. D. L. (2018). Exposición laboral a plaguicidas y efectos en la salud de trabajadores florícolas de Ecuador. *Salud Jalisco*, 3(3), 150-158. Recuperado de <https://n9.cl/n0a5b>

Westwood, J., Charudattan, R., Duke, S., Fennimore, S., Marrone, P., Slaughter, D., y Zollinger, R. (2018). Weed Management in 2050: Perspectives on the Future of Weed Science. *Weed Science*, 66(3), 275-285. doi:10.1017/wsc.2017.78

Yang, Y., Ding, J., Zhang, Y., Wu, J., Zhang, J., Pan, X., ... & He, F. (2018). Effects of tillage and mulching measures on soil moisture and temperature, photosynthetic characteristics and yield of winter wheat. *Agricultural Water Management*, 201, 299-308.

Yu, Y., Tao, H., Yao, H., y Zhao, C. (2018). Assessment of the effect of plastic mulching on soil respiration in the arid agricultural region of China under future climate scenarios. *Agricultural and Forest Meteorology*, 256, 1-9.

Zalai M., Szlovák P., Dorner Z. (2015). Efficiency of straw-mulching on weed flora of vineyards close to Hajós. *Növényvédelem*, 51(10), 457–463.