



ALTERNATIVAS MECÁNICAS Y QUÍMICAS EN EL CONTROL DE ARVENSES PARA SUSTITUIR EL USO DEL GLIFOSATO EN EL SISTEMA MIAF DEL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA DE MÉXICO

REYNOLDS CHÁVEZ MARCO ANTONIO
ZETINA LEZAMA RIGOBERTO
CAPETILLO BURELA ÁNGEL
MORALES GUERRA MARIANO
URIBE GÓMEZ SERGIO
NAIN PERALTA ANTONIO
NATARÉN VELÁZQUEZ JEREMÍAS

Atena
Editora
Año 2025

inifap


CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



ALTERNATIVAS MECÁNICAS Y QUÍMICAS EN EL CONTROL DE ARVENSES PARA SUSTITUIR EL USO DEL GLIFOSATO EN EL SISTEMA MIAF DEL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA DE MÉXICO

REYNOLDS CHÁVEZ MARCO ANTONIO
ZETINA LEZAMA RIGOBERTO
CAPETILLO BURELA ÁNGEL
MORALES GUERRA MARIANO
URIBE GÓMEZ SERGIO
NAIN PERALTA ANTONIO
NATARÉN VELÁZQUEZ JEREMÍAS

Atena
Editora
Año 2025

inifap

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

2025 por Atena Editora

Copyright© 2025 Atena Editora

Copyright del texto © 2025, el autor Copyright
de la edición© 2025, Atena Editora

Los derechos de esta edición han sido cedidos a Atena Editora por el autor.

Publicación de acceso abierto por Atena Editora

Editora jefe

Prof. Dr. Antonella Carvalho de Oliveira

Editora ejecutiva

Natalia Oliveira Scheffer

Imágenes de la portada

iStock

Edición artística

Yago Raphael Massuqueto Rocha



Todo el contenido de este libro está licenciado bajo la licencia
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

El contenido de esta obra, en cuanto a su forma, corrección y fiabilidad, es responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones e ideas aquí expresadas no reflejan necesariamente la posición de Atena Editora, que actúa únicamente como mediadora en el proceso de publicación. Por lo tanto, la responsabilidad por la información presentada y las interpretaciones derivadas de su lectura recae íntegramente en los autores.

Atena Editora actúa con transparencia, ética y responsabilidad en todas las etapas del proceso editorial. Nuestro objetivo es garantizar la calidad de la producción y el respeto a la autoría, asegurando que cada obra se entregue al público con cuidado y profesionalidad.

Para cumplir con esta función, adoptamos prácticas editoriales que tienen como objetivo garantizar la integridad de las obras, previniendo irregularidades y conduciendo el proceso de manera justa y transparente. Nuestro compromiso va más allá de la publicación, buscamos apoyar la difusión del conocimiento, la literatura y la cultura en sus diversas expresiones, preservando siempre la autonomía intelectual de los autores y promoviendo el acceso a diferentes formas de pensamiento y creación.

ALTERNATIVAS MECÁNICAS E QUÍMICAS NO CONTROLE DE ARVENSES PARA SUSTITUIR O USO DO GLIFOSATO NO SISTEMA MIAF DO PROGRAMA SEMBRANDO VIDA DO MÉXICO

| Organizador:

Reynolds Chávez Marco Antonio
Zetina Lezama Rigoberto
Capetillo Burela Ángel
Morales Guerra Mariano
Uribe Gómez Sergio
Nain Peralta Antonio
Natarén Velázquez Jeremías

| Revisión:

El autor

Datos de catalogación en publicación internacional (CIP)

A466 Alternativas mecánicas y químicas en el control de arvenses para sustituir el uso del glifosato en el sistema MIAF del programa sembrando vida de México / Reynolds Chávez Marco Antonio, Zetina Lezama Rigoberto, Capetillo Burela Ángel, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2025.

Otros autores
Morales Guerra Mariano
Uribe Gómez Sergio
Nain Peralta Antonio
Natarén Velázquez Jeremías

Formato: PDF
Requisitos del sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acceso: World Wide Web
Incluye bibliografía
ISBN 978-65-258-3609-6
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.096251209>

1. Control de malezas. 2. Agricultura sustentable — México. I. Chávez, Reynolds Marco Antonio. II. Zetina Lezama, Rigoberto. III. Capetillo Burela, Ángel. IV. Título.
CDD 632.58

Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

📞 +55 (42) 3323-5493
📞 +55 (42) 99955-2866
🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br

CONSEJO EDITORIAL

CONSEJO EDITORIAL

- Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
- Prof. Dra. Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidad Federal de Lavras
- Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontificia Universidad Católica de Goiás
- Prof. Dra. Ariadna Faria Vieira – Universidad Estatal de Piauí
- Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidad Federal del Sur y Sudeste de Pará
- Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidad Federal de Goiás
- Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidad Federal de Ouro Preto
- Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidad Federal Fluminense
- Prof. Dra. Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidad Federal de Piauí
- Prof. Dra. Dayane de Melo Barros – Universidad Federal de Pernambuco
- Prof. Dr. Elio Rufato Junior – Universidad Tecnológica Federal de Paraná
- Prof. Dra. Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal de Río de Janeiro
- Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal de Pará
- Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidad Federal de Rondônia
- Prof. Dra. Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidad Estatal de Maringá
- Prof. Dr. Humberto Costa – Universidad Federal de Paraná
- Prof. Dr. Joachin de Melo Azevedo Sobrinho Neto – Universidad de Pernambuco
- Prof. Dr. João Paulo Roberti Junior – Universidad Federal de Santa Catarina
- Prof. Dra. Juliana Abonizio – Universidad Federal de Mato Grosso
- Prof. Dr. Julio Cândido de Meirelles Junior – Universidad Federal Fluminense
- Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Paraná
- Prof. Dra. Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educación, Ciencia y Tecnología de Pará
- Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus – Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología
- Prof. Dra. Talita de Santos Matos – Universidad Federal Rural de Río de Janeiro
- Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidad Federal Rural del Semiárido
- Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidad Federal de Alfenas

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

En este libro se presentan los resultados de alternativas mecánicas y químicas en el control de arvenses para sustituir el uso del glifosato en el sistema MIAF dentro del programa sembrando vida de México.

Esta publicación proporciona información del manejo de arvenses utilizado en la producción agrícola de las pequeñas unidades de producción en México, desde sus inicios con las prácticas campesinas que aprovecharon y controlaron a las arvenses sin usar herbicidas durante miles de años, pasando por el legado mesoamericano que se caracteriza por el uso de policultivos (como la milpa), en los que coexisten las plantas cultivadas con las arvenses, que se consideran importantes recursos del agroecosistema. Por otra parte, se describe un fuerte movimiento agroecológico mexicano, pionero a nivel mundial en muchas estrategias de manejo de los agroecosistemas. De igual manera en este libro, se mencionan otros espacios en los que se trabajó para la implementación de estrategias de manejo ecológico e integrales de las arvenses, a través del uso de la agricultura agroecológica y los desarrollos e innovaciones tecnológicas en los principales programas del Gobierno de México, como lo son: Sembrando Vida y Producción para el Bienestar.

Por último y no menos importante es el agradecimiento al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por el financiamiento y soporte en la conducción de este importante proyecto, al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por ser la institución responsable del proyecto, así mismo, el agradecimiento también a las instituciones y personal participantes en la logística, en la operativa, en la administración y ejecución de esta importante iniciativa del Gobierno de México (Programa Sembrando Vida).

INDICE

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS	8
MARCO TEORICO	9
¿Cuál es el sistema Milpa en México?	9
¿Qué es el sistema MIAF?	10
Componentes del sistema MIAF.....	11
Beneficios y objetivos del MIAF.....	12
¿Qué es el programa sembrando vida en México?	12
Sistemas o producción agroecológica en la milpa y cultivos básicos en México	13
Prácticas agroecológicas como alternativas en el programa sembrando vida en México.	14
¿Qué es el glifosato?	15
Eliminación del uso del glifosato en México	16
Arvenses.....	16
Clasificación de las arvenses	18
Manejo Ecológico Integral de Arvenses (MEIA)	19
Control de arvenses.....	20
Alternativas mecánicas para el control de arvenses.....	21
El motocultor como equipo para el control de arvenses.....	22
La desbrozadora en el control de arvenses	24
Alternativas químicas para el control de arvenses	26
¿Qué son los herbicidas?.....	27
Tipos de herbicidas.....	27
Aplicación de herbicidas.....	29

INDICE

INDICE

MATERIALES Y MÉTODOS	32
Materiales.....	32
Métodos.....	32
Generalidades	32
Evaluación 1.....	33
Motocultor	33
Ficha descriptiva	33
Velocidad.....	34
Consumo de combustible en ralentí	35
Consumo de combustible en operación	35
Tiempo efectivo de operación	35
Altura de corte.....	36
Rendimiento teórico	36
Rendimiento efectivo.....	36
Evaluación 2	36
Desbrozadora.....	37
Ficha descriptiva	37
Consumo de combustible en ralentí	37
Consumo de combustible en operación	38
Tiempo efectivo de operación	38
Rendimiento teórico	38
Rendimiento efectivo.....	38
Evaluación 3.....	39
Ficha técnica de la bomba de aspersión.....	39
Descripción de las boquillas	39
Evaluación de Herbicidas.....	40

INDICE

INDICE

Evaluación de boquillas con bomba mecánica para fumigar	41
Determinación del porcentaje de eficacia del control de arvenses.	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Resultados de la evaluación 1. Motocultor.....	44
Evaluación de velocidad en motocultor Parazzini.....	44
Evaluación del consumo de combustible en motocultor Parazzini.....	45
Tiempo efectivo de operación	47
Evaluación de la altura de corte con el motocultor Parazzini.....	47
Comparación de área sin trabajar vs trabajada con motocultor Parazzini a diferentes velocidades de transmisión	48
Rendimiento teórico del motocultor	49
Rendimiento efectivo del motocultor	49
Resultados de la evaluación 2. Desbrozadora.....	50
Evaluación de consumo de combustible en ralentí de la desbrozadora ..	50
Evaluación del consumo de combustible en operación	50
Tiempo efectivo de operación	50
Rendimiento teórico de la desbrozadora	51
Rendimiento efectivo de la desbrozadora	51
Comparación de área sin trabajar vs trabajada con desbrozadora.....	52
Resultados de la evaluación 3. Herbicidas	52
Evaluación de boquillas en bomba de fumigar.....	52
Dosis de herbicidas	53
Consumo de herbicida por aplicación	53
Evaluación del porcentaje de eficacia de herbicidas en dosis baja.....	54
Evaluación del porcentaje de eficacia de herbicidas en dosis alta.....	56
Monitoreo de la eficacia de los herbicidas comerciales en dosis baja.....	59

INDICE

INDICE

Evaluación visual del porcentaje de eficacia de los herbicidas comerciales en dosis baja a los 13 DDA	62
Monitoreo a los 27 días despues de la aplicación en dosis baja para el control de arvenses de los cinco diferentes tratamientos de herbicidas	65
Monitoreo de la eficacia de los herbicidas comerciales en dosis alta	66
Evaluación visual del porcentaje de eficacia de los herbicidas comerciales en dosis alta a los 13 DDA.....	69
Monitoreo a los 27 dias despues de la aplicación en dosis alta para el control de arvenses de los cinco diferentes tratamientos de herbicidas....	72
Resultado del desarrollo del Prototipo multiherramientas manual para el control de arvenses del pequeño productor	72
CONCLUSIONES	75
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS	83
APENDICE A.....	83
APÉNDICE B	83
AUTOR Y ORGANIZADOR.....	91



C A P Í T U L O 1

INTRODUCCIÓN

En México existe una larga historia de manejo de las arvenses comúnmente conocidas como malezas, malas hierbas, hierbas invasoras, entre otras. Se definen como plantas no deseadas que, por sus características de adaptación, agresividad, eficiencia reproductiva y supervivencia, invaden y compiten con el cultivo por agua, luz, CO², espacio y nutrientes.

Comienza con el enorme legado agrícola mesoamericano, en el que las y los campesinos han aprovechado y controlado a las arvenses sin usar herbicidas durante miles de años. La agricultura mesoamericana se caracteriza por el uso de policultivos (como la milpa) en los que coexisten las plantas cultivadas con las arvenses, que se consideran importantes recursos del agroecosistema. Por otra parte, existe un fuerte movimiento agroecológico mexicano, pionero a nivel mundial en muchas estrategias en manejo de los agroecosistemas. Otros espacios en los que se trabajan estrategias de manejo ecológicas e integrales de las arvenses son: la agricultura orgánica nacional, los desarrollos tecnológicos comprometidos, las innovaciones abiertas y disruptivas y los programas de Sader, Bienestar y Semarnat. (CONAHCYT, 2023).

Desde que el glifosato fue introducido al mercado por la empresa Monsanto en 1974 con su formulación más conocida, el Roundup®. Se convirtió en el herbicida más utilizado en todo el mundo. En 2015 la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasificó como probable carcinógeno para humanos (Grupo 2A), después de revisar cerca de 1,000 estudios científicos, y demostró que este herbicida puede operar a través de dos características: genotoxicidad (daño en el Ácido Desoxirribonucleico, ADN) y estrés oxidativo (daño celular por la presencia de radicales libres). En 2019 el Departamento de Salud del gobierno de los Estados Unidos publicó un perfil toxicológico del glifosato que coincide con el reporte publicado por la OMS. En 2020 se publicó la 5ta. edición de la Antología toxicológica del glifosato, que integra 1,108 investigaciones científicas sobre los efectos del glifosato en la salud y el ambiente, (CONAHCYT, 2021). En las últimas tres décadas miles de campesinos mexicanos (y de gran parte del mundo) han desarrollado una dependencia a los agroquímicos

por su capacidad de acelerar procesos y disminuir costos en el corto plazo. Entre estos, destacan los herbicidas basados en glifosato, que se han posicionado como el estándar comercial para controlar las malezas que crecen espontáneamente entre los cultivos y que pueden competir con estos por nutrientes, agua o energía solar.

El uso del glifosato se colocó como un tema de discusión política desde la llegada a la presidencia de Andrés Manuel López Obrador en diciembre de 2018. Para el último día de 2020 se publicó un decreto presidencial que instruyó a distintas dependencias a tomar acciones para “sustituir gradualmente” el glifosato usado en el país. Además, se fijó un periodo de transición para lograr la “sustitución total” del agroquímico el 31 de enero del 2024. En un nuevo decreto en 2023, esta fecha se pospuso al 31 de marzo pasado y se solicitó a las agencias del gobierno revocar autorizaciones y permisos para la “importación, producción y distribución y uso” del glifosato, así como a abstenerse de otorgar nuevas autorizaciones y permisos. (Mayorga, 2024).

El CONAHCYT (2020) ha pasado los últimos tres años de este gobierno señalando una constelación de estas prácticas, que describe como Manejo Ecológico Integral de Arves (MEIA) y que clasifica en siete tipos: preventivas, culturales, físicas, mecánicas, coberturas vegetales, de control biológico y herbicidas naturales o bio-herbicidas. De las 42 prácticas MEIA identificadas, CONAHCYT considera “muy importantes” 12 que ya se aplican en México: falsa siembra, coberturas vegetales no vivas, coberturas vegetales vivas, desbrozadora, motocultor, pastoreo en huertas, rotación de cultivos, siembra a alta densidad, policultivos anuales, policultivo agroforestal, bio-herbicidas y coberturas plásticas. (Gómez, 2020).

En la búsqueda de alternativas que controlen las arves y sustituyan el uso del glifosato, este trabajo de investigación fue focalizado en dos de las siete prácticas del MEIA, evaluando máquinas y equipos pequeños (desbrozadora y motocultor) y una evaluación que corresponde a herbicidas comerciales que no contienen glifosato y que no están restringidas para su uso por ninguna institución oficial o dependencia de gobierno. Por otra parte, se desarrolló un prototipo manual multiherramientas que integra dos funciones independientes para trabajar en el entresurco (cultivadora manual de ruedas con cinco picos, doble azadón y una tercera función de traila de carga con capacidad de 50 kilogramos), además se hicieron cambios de diseño en azadones tradicionales como: el incremento al doble del ancho de trabajo, cambio de la longitud y material del timón, en las formas de corte: plana y dentada; todo ello para la mejora de la eficiencia de trabajo.

ANTECEDENTES

Podemos escribir que el control de arvenses en nuestro país siempre ha estado condicionado al momento en que se va a ocupar un sitio o parcela para el establecimiento de un cultivo, es decir, NO EXISTE LA CULTURA DE LA PLANEACIÓN DE SIEMBRA Y, POR LO TANTO, MUCHO MENOS LA CULTURA DEL MANEJO DE LAS ARVENSES.

Cada vez que se establece un cultivo, las condiciones de las arvenses son diferentes en: dominancia, hábitat, tipo de hoja ya sean anchas u angostas, ciclo de vida, diferentes alturas y condición de tallo, nocividad y fases biológicas de desarrollo de un sitio a otro; sin mencionar otros factores como el clima, el suelo y la humedad.

Es importante señalar que el control de arvenses está definido de acuerdo a la tipología del productor, siendo el pequeño productor el que menos herbicida aplica para su producción. A partir de este enfoque y considerando que el Programa Sembrando Vida (PSV) de México es para el pequeño productor y preferentemente de zonas marginadas, el Gobierno Federal instruyó al PSV a realizar las producciones de tipo agroecológicas y eliminar a través de un Decreto Nacional el uso del GLIFOSATO.

El Programa Sembrando Vida (PSV), fue instituido por el Gobierno Federal de México a partir de 2019, con el propósito de contribuir al bienestar social del sector rural a través de la promoción de la autosuficiencia alimentaria en 21 de las 32 entidades federativas del país. Con esta iniciativa gubernamental, se pretende contribuir a dos grandes problemas del país: la pobreza rural y la recuperación ambiental; mediante la invitación a pequeños productores (sembradores), a establecer unidades de producción de 2.5 hectáreas, distribuidas con dos sistemas de producción: Sistemas de Producción Agroforestal (SAF) con una superficie de hectárea y media, y Milpa Intercalada con Frutales (MIAF) con una superficie de una hectárea.

Las reglas de operación del PSV definen el sistema MIAF como «un Sistema Agroforestal (SAF) de cultivo intercalado, constituido por al menos tres especies, el frutal (epicultivo), el maíz (mesocultivo) y el frijol u otra especie comestible, preferentemente leguminosa (sotocultivo) en intensa interacción agronómica y que tiene los siguientes propósitos: la producción de maíz y frijol como elementos estratégicos para la seguridad alimentaria de las familias rurales, incrementar significativamente el ingreso neto familiar con la cosecha de cultivos frutales y maderables, aumentar el contenido de materia orgánica, controlar la erosión hídrica del suelo y así lograr un uso más eficiente del agua de lluvia. De esta manera, sus principales objetivos son rescatar el campo, reactivar la economía de los pueblos y regenerar la estructura social.

Para garantizar un mejor desarrollo de la aplicación de un programa tan amplio e importante como el PSV, fue necesario categorizar a los productores con base en los requisitos de registro y establecer una tipología única que integre y asocie a los productores y condicione la forma de operación, objetivos y metas del PSV. Los requisitos de la tipología fueron: ser sujeto agrario que viva en un municipio o localidad con rezago social, ser mayor de edad, ser propietario y contar con 2.5 hectáreas disponibles, y finalmente **aceptar el cumplimiento de todas las disposiciones legales aplicables a este programa**. Los beneficiarios del programa reciben un pago mensual de \$6,000.00 (seis mil) pesos mexicanos. El monto se entrega directamente a través de una transferencia electrónica y también son sujetos de apoyos adicionales en forma de insumos o herramientas básicas. (Reynolds *et al.*, 2024).

Decreto del presidente Obrador para el NO USO DEL GLIFOSATO.

DOF: 31/12/2020

DECRETO por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.
- Presidencia de la República.

ANDRÉS MANUEL LÓPEZ OBRADOR, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89, fracción I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 31, 32 Bis, 34, 35, y 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, fracciones I, II, III, IV y VIII, 3, fracción XXII, XXIV, XXV y XXVIII, 4, fracciones I y III, 17 bis, 194, fracción III, 198, fracciones II y III, 204, 278, fracciones I, III y IV, 279, fracciones I, II y IV, 280, 282, 298, 368, 380, fracción I, 393, 402 y 416 de la Ley General de Salud; 119, 24, 38, 69, 91 al 98, de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados; así como el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, y

CONSIDERANDO:

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en su apartado Epílogo: Visión de 2024 y en su Eje II. Política Social, apartado “Desarrollo Sostenible” establece que el crecimiento económico, el incremento de la productividad y la competitividad no tienen sentido como objetivos en sí mismos sino como medios para lograr un objetivo superior: el bienestar general de la población, así como poner el poder político al servicio debe servir en primer lugar al interés público, no a los intereses privados y la vigencia del estado de derecho debe ser complementada por una nueva ética social, no por la tolerancia implícita de la corrupción, así como el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país;

Que, en relación con lo anterior, el principio de precaución, procedente de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, se encuentra contemplado en el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, de los que México es parte. Así mismo, que los tribunales nacionales e internacionales, incluida la Corte Interamericana de Derechos Humanos, han determinado que las autoridades observen dicho principio para prevenir daños graves o irreversibles;

Que, con el objetivo de alcanzar la autosuficiencia y la soberanía alimentaria, nuestro país debe orientarse a establecer una producción agrícola sostenible y culturalmente adecuada, mediante el uso de prácticas e insumos agroecológicos que resulten seguros para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente, así como congruentes con las tradiciones agrícolas de México; Que en los últimos años, distintas investigaciones científicas han alertado que dicha sustancia química tiene efectos nocivos en la salud, tanto de los seres humanos como en algunas especies animales, y ha sido identificada como probable carcinogénico en humanos por la Agencia Internacional de Investigación de Cáncer; Que diversos países han prohibido el uso de la citada sustancia en agroquímicos y muchos otros se encuentran evaluando la implementación de medidas similares y de otro tipo para proteger a la población; Que ante tales circunstancias, nuestro país debe mantener una participación en la búsqueda de instrumentos que le permitan contar con una producción agrícola sostenible a través de la utilización de insumos que resulten seguros para la salud humana, animal y el medio ambiente, y

Que para ello la investigación participativa impulsada por instituciones públicas que fomente el diálogo entre investigadores, agricultores y comunidades campesinas incluyendo las indígenas y locales puede ser parte del diseño de estrategias de transición exitosas hacia una producción más sostenible y segura, acorde con los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, he tenido a bien expedir el siguiente decreto.

DECRETO

Artículo Primero.- El presente Decreto tiene por objeto establecer las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. En ese sentido, a partir de la entrada en vigor del presente Decreto y hasta el 31 de enero de 2024, se establece un periodo de transición para lograr la sustitución total del glifosato.

Artículo Segundo. - Se instruye a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para que, en el ámbito de sus competencias y a partir de la entrada en vigor del presente Decreto, se abstengan de adquirir, utilizar, distribuir, promover e importar glifosato o agroquímicos que lo contengan como ingrediente activo, en el marco de programas públicos o de cualquier otra actividad del gobierno.

Artículo Tercero.- Con el propósito de disminuir el posible impacto de la sustitución gradual del uso e importación de glifosato en la agricultura comercial, **las secretarías de Agricultura y Desarrollo Rural y de Medio Ambiente y Recursos Naturales promoverán e implementarán alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas al uso del glifosato, ya sea con otros agroquímicos de baja toxicidad, con productos biológicos u orgánicos, con prácticas agroecológicas o con uso intensivo de mano de obra, que resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente.**

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en el ámbito de su competencia, coordinará, articulará, promoverá y apoyará las investigaciones científicas, desarrollos tecnológicos e innovaciones que le permitan sustentar y proponer, a las secretarías que se mencionan en el párrafo anterior, alternativas al glifosato. Para dar cumplimiento a esta disposición, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología podrá convocar a instituciones que pertenecen al sector que encabeza y demás instituciones de educación superior o centros de investigación públicos con competencia en la materia.

El INIFAP como brazo derecho de operación de la secretaría de agricultura y líder en investigación obtuvo el encargo de dirigir la capacitación Nacional del Programa Sembrando Vida dentro del cual se incluye el CONTROL DE ARVENSES como componente técnico del Sistema Milpa Intercalada en Árboles Frutales.

Este trabajo de investigación se circumscribe al proyecto financiado por CONAHCYT con fondos públicos 2024 y titulado: "DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN TÉCNICOS Y PRODUCTORES DEL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA Y OTROS AFINES, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PEQUEÑAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN Y GENERAR CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROECOLOGICOS" PROYECTO No. 15465236157.

Así mismo, las instancias enunciadas en el presente artículo, en el ámbito de su competencia, podrán invitar a grupos organizados de productores agrícolas, a la industria de agroquímicos, a las asociaciones de usuarios de agroquímicos y a las organizaciones de productores de bio-insumos e insumos agrícolas orgánicos para que participen en el diseño, promoción o implementación de las alternativas mencionadas en el primer y segundo párrafo de este artículo.

Artículo Cuarto. - Con base en los resultados de las investigaciones científicas, desarrollos tecnológicos e innovaciones a las que se refiere el segundo párrafo del artículo tercero del presente Decreto, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología emitirá recomendaciones anuales para las autoridades competentes que les permitan sustentar, en su caso, la cantidad de glifosato que autorizarán a los particulares para su importación.

Artículo Quinto. - Las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Salud, y de Agricultura y Desarrollo Rural, así como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a más tardar en el primer semestre del año 2023, promoverán las reformas de los ordenamientos jurídicos aplicables para evitar el uso de glifosato como sustancia activa de agroquímicos y de maíz genéticamente modificado en México.

Artículo Sexto. - Con el propósito de contribuir a la seguridad y a la soberanía alimentarias y como medida especial de protección al maíz nativo, la milpa, la riqueza biocultural, las comunidades campesinas, el patrimonio gastronómico y la salud de las mexicanas y los mexicanos, las autoridades en materia de bioseguridad, en el ámbito de su competencia, de conformidad con la normativa aplicable, revocarán y se abstendrán de otorgar permisos de liberación al ambiente de semillas de maíz genéticamente modificado.

DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar alternativas mecánicas y químicas en el control de arveses para sustituir el uso del glifosato en el sistema Milpa dentro del programa Sembrando Vida de México.

Objetivo específico

- Evaluar alternativas mecánicas
 - Motocultor
 - Desbrozadora
- Evaluar alternativas químicas
 - Producto comercial 1 Paraquat
 - Producto comercial 2 Paraquat
 - Producto comercial 3 Paraquat + diuron
 - Producto comercial 4 Glufosinato de amonio
 - Producto comercial 5 Glufosinato de amonio
- Desarrollar o adaptar alternativas mecánicas
 - Cultivadora manual
 - Azadón manual

Hipótesis

La implementación de alternativas mecánicas y químicas, así como el desarrollo y adaptación de implementos agrícolas para el control de arveses dentro del sistema milpa, son una opción efectiva para sustituir el uso del Glifosato.

MARCO TEORICO

¿Cuál es el sistema Milpa en México?

En México, denominamos milpa (del náhuatl *milpan* de *milli* «parcela sembrada» y *pan* «encima de») al sistema agrícola tradicional conformado por un policultivo también conocido como cultivo en asociación, que constituye un espacio dinámico de recursos genéticos. Su especie principal es el maíz, acompañada de diversas especies de frijol, calabazas, chiles, tomates, y muchas otras dependiendo de la región (ver figura 2.1), por ejemplo, a la combinación de maíz-frijol-calabaza se le conoce como “la triada mesoamericana”. (CONABIO, 2016).

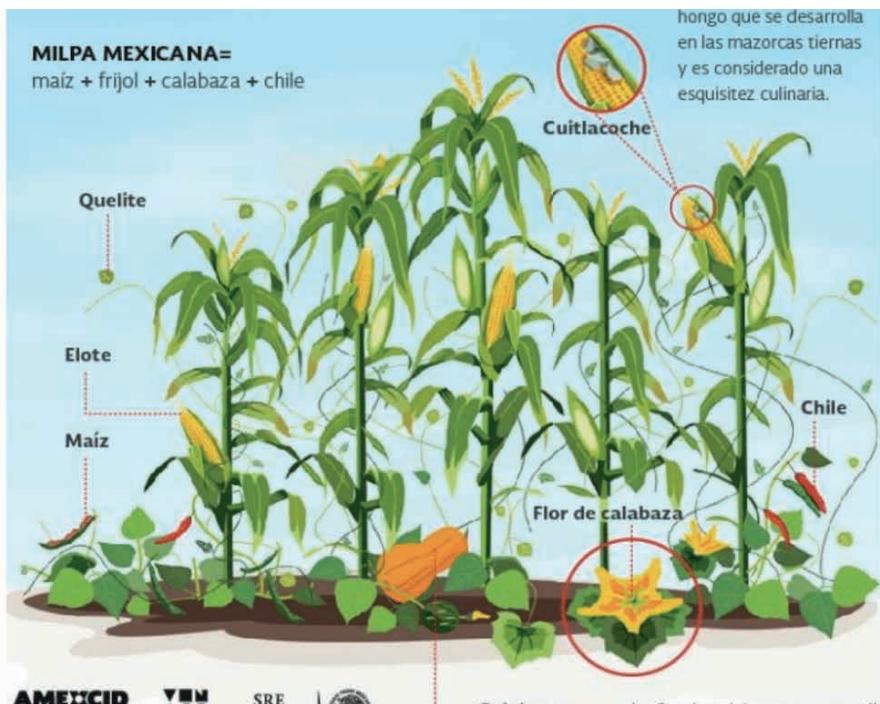


Figura 2.1 Sistema milpa en México (autor: gobierno de México)

La milpa incluye el manejo de 40 cultivos agrupados por especies y variedades criollas, que en algunas comunidades está integrada por cuatro cultivos esenciales para la alimentación: una gramínea (el maíz), una leguminosa (el frijol), una cucurbitácea (la calabaza) y un cultivo de raíz (camote) (Lara *et al.* 2012; López 2012). Una de las características centrales de la milpa es su agrobiodiversidad (Latournerie *et al.* 2005), donde ésta opera como un subsistema de otros sistemas, o viceversa, para conformar en su conjunto un modelo agroecológico (Lara *et al.* 2012).

En algunas regiones del país, sobre todo en el trópico húmedo, la milpa se establece a partir del sistema itinerante de roza-tumba-quema, este tipo de producción consiste en la limpieza de pequeñas parcelas y la quema de residuos vegetales secos, para posteriormente cultivar en ellas y aprovechar los nutrientes de las cenizas. Aunque existen zonas en este mismo ambiente, donde las condiciones de suelo permiten el establecimiento de sistemas más permanentes. En otras zonas, se han favorecido agroecosistemas donde la milpa puede ser parte ya de un manejo establecido año con año donde se puede asociar con otros cultivos en un ciclo y en ciclos subsecuentes rotar con especies de cultivos distintos como frijol u hortalizas. En otras regiones se establece la tonalmilpa o tonalmil, es decir la segunda siembra en la misma parcela en el mismo año. (CONABIO, 2016).

Un estudio desarrollado y publicado por un grupo de investigadores del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) de México se refiere que, en condiciones específicas, la milpa de maíz-frijol-calabaza puede ser entre 60 y 90% más productiva que un monocultivo de maíz (Morales, 2022).

El sistema llamado milpa es más acorde con la naturaleza y más productivo, ¿por qué no se promueve? Considero que es porque el campesino que siembra su milpa a la manera tradicional es en gran medida autosuficiente. Produce la mayor parte de los insumos que requiere para su alimentación y no depende del comercio para adquirir semillas y fertilizantes. Eso significa que no propicia la explotación del hombre y de la tierra, y por lo tanto no contribuye a concentrar el dinero. La milpa es un concepto cultural; el monocultivo suele tener un enfoque mercantil. (Buenrostro, 2009).

¿Qué es el sistema MIAF?

De acuerdo con Cortés y Turrent (2012) y (2018) el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales por sus siglas MIAF, es una tecnología agroforestal basada en el diseño de la milpa tradicional para las condiciones actuales de la agricultura campesina que optimiza los beneficios de las interacciones biológicas creadas cuando los árboles frutales son combinados deliberadamente con el maíz, el frijol u otra leguminosa comestible de porte bajo.

Los cultivos involucrados son maíces nativos (cónico), calabaza de mata y de guía, frijol de guía, tomate de cáscara, compaxúchitl, quelites locales; los árboles frutales son los manzanos, ciruelos, chabacanos, perales, durazneros, tejocotes, capulines y nogales, sembrados en un terreno quebrado o serrano. Así como durazno y manzano para condiciones templadas; y guayabo, aguacate, limón persa, carambolo, guanábana y chicozapote para condiciones tropicales y subtropicales. (Rural, s. f.).

El arreglo topológico del sistema MIAF, puede ser potencial para conjugar el carácter biodiverso de México y el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales (recuperación de suelos, rehabilitación de la fertilidad o la conservación de la capacidad productiva en el tiempo) (Juárez, 2012).

MIAF es una tecnología multi objetivo que busca incrementar significativamente el ingreso neto y el empleo familiar, sin dejar de producir alimentos básicos; proteger el suelo contra la erosión, sin eliminar su rotación excepto en condiciones especiales; fomentar la interacción entre los cultivos componentes para una mayor economía del uso de los recursos naturales y los insumos importados a la parcela; e incrementar la captura del carbono atmosférico (Turrent, et al. 2017).

Componentes del sistema MIAF

Un módulo consiste en establecer hileras de árboles separados de 1.5 metros entre sí y 13.5-14.5 metros entre hileras, con árboles conducidos y podados en el sistema tatura modificado (dos ramas estructurales orientadas perpendicularmente a la hilera). Hacia cada uno de los lados de la hilera se siembran los cultivos intercalados (dos surcos de maíz y dos de frijol de mata, de manera alterna y micro rotante) u otro patrón de cultivo (**Figura 2.2**). Se recomienda una densidad de población de 60 mil plantas ha^{-1} en maíz y 90 mil plantas ha^{-1} de frijol o bien se establecen seis surcos juntos de maíz y seis de frijol en rotación anual. (Cortés et al., 2014)



Figura 2.2 Módulo MIAF en ladera abrupta (autor: INIFAP)

Beneficios y objetivos del MIAF

1. Reduce la pérdida de suelo en un 90 por ciento.
2. Triplica los ingresos de los campesinos.
3. Mejor aprovechamiento de los recursos luz, agua y nutrientes, que se reflejan en eficiencias relativas de la tierra y del uso del agua.
4. Disminución de la pérdida de suelo, incremento de la materia orgánica de la tierra y, en consecuencia, la mitigación del cambio climático. (Rural, s.f.)

A pesar de sus amplios beneficios para controlar la erosión del suelo y apoyar la economía de las familias productoras, **el sistema MIAF aún es considerado por muchos productores de la región como una tecnología compleja**. (Terrones, 2022).

El cultivo intercalado tiene varios objetivos:

- a. Maximización en el uso de recursos: permite un uso más eficiente de los recursos disponibles, como agua, luz y nutrientes. Al combinar plantas con diferentes necesidades y características, se aprovecha mejor el espacio y se reduce la competencia entre las especies.
- b. La mejora en la calidad y cantidad de la cosecha: al diversificar los cultivos, se pueden obtener productos de mejor calidad y en mayor cantidad. Algunas plantas pueden tener efectos beneficiosos sobre otras, como la mejora de la fertilidad del suelo o la protección contra plagas y enfermedades. (Uribelarrea *et al*, 2007; Malézieux *et al*, 2009)
- c. La maximización de las interacciones positivas (facilitación) y disminución de las negativas (competencia): el cultivo intercalado busca crear un ambiente favorable para las plantas, fomentando las interacciones positivas, como la facilitación, y reduciendo las negativas, como la competencia. Por ejemplo, una planta puede proporcionar sombra a otra que lo necesite, o una planta puede repeler insectos dañinos para otra (Gliessman y Francis, 1986; Ndakidemi, 2006).

¿Qué es el programa sembrando vida en México?

Sembrando Vida fue presentado el 8 de octubre de 2018 por el expresidente Andrés Manuel López Obrador y actualmente es un programa federal que contribuye a revertir la pobreza rural y la degradación ambiental, propiciar el relevo generacional en el campo y el arraigo a la tierra, restaurar el sentido comunitario. (Bienestar, 2020).

Sembrando Vida es uno de los Programas para el Bienestar impulsado por el Gobierno de la Cuarta Transformación con el que se otorgan apoyos económicos y en especie a sujetos agrarios mayores de edad que habitan en localidades rurales, cuyos municipios se encuentran con niveles de rezago social y que son propietarios o poseedores de 2.5 hectáreas disponibles para trabajarse en un proyecto agroforestal. (Bienestar, 2024).

El objetivo de Sembrando Vida es contribuir al bienestar mediante la producción de 2.5 hectáreas sembradas con sistemas agroforestales y Milpa Intercalada entre árboles frutales, a fin de cubrir necesidades alimenticias básicas. (Bienestar, 2024).

En 2024, el programa tendrá cobertura en los estados de Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas hasta alcanzar la meta de hectáreas de un millón 139 mil 372.5 (1,139,372.5 ha). (Bienestar, 2024).

De acuerdo con el sitio oficial de los programas para el bienestar (2024), los criterios y/o requisitos para recibir este apoyo son:

- █ Ser sujeto agrario que habite en algún municipio o localidad con rezago social.
- █ Ser mayor de edad.
- █ Tener disponibles 2.5 hectáreas para trabajar en un proyecto agroforestal (se debe acreditar la propiedad o posesión).
- █ Aceptar el cumplimiento de todas las disposiciones legales aplicables.
- █ Identificación oficial vigente en original y copia.

Sistemas o producción agroecológica en la milpa y cultivos básicos en México

La agroecología es una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales (FAO, 2025).

Una de las principales características de Agroecología es que busca soluciones locales y vínculos con la economía y los mercados locales, y provee un mejor sustentamiento y una mejor calidad de vida para los agricultores en el campo. De esta manera la Agroecología podría jugar un papel muy importante en la erradicación

de la pobreza y del hambre en el campo. Como una solución local, en base a las necesidades locales, otra ventaja de la Agroecología es que también tiene como objetivo la producción de alimentos más nutritivos y culturalmente apropiados y produce menos residuos de alimentos. La producción es diversificada, por lo que los agricultores producen una variedad de alimentos con diferentes nutrientes y esto asegura una dieta equilibrada (FAO, 2025).

Prácticas agroecológicas como alternativas en el programa sembrando vida en México.

Las propuestas agroecológicas de estos programas las consideramos de trascendencia para el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible que el país ha asumido y que han quedado plenamente consideradas en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 PND y en los programas sectoriales a que da origen. El desarrollo sostenible es señalado como uno de los objetivos centrales de Política Social del Gobierno y se enfatiza que se trata de la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es en este eje en donde se inscribe el Programa Sembrando Vida.

El Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA), considera que la mayor importancia es destacar las orientaciones agroecológicas con que se están ejecutando estos programas, pues creemos que no se ha difundido con suficiencia esta característica, la cual consideramos hay que tener en cuenta, cuando se analice el próximo informe de gobierno y se realicen las definiciones en materia de presupuesto.

El CEDRSSA en diversos trabajos ha analizado la situación de los recursos naturales utilizados en las actividades agropecuarias, así como de las alternativas para revertir y prevenir su degradación, que para el caso del recurso suelo, muestra signos alarmantes. Así, de manera particular, ha propuesto a la agroecología como una de las alternativas, lo cual deriva de las siguientes consideraciones:

1. Los modelos tecnológicos de tipo industrial promovidos hasta la fecha no han permitido mejorar las condiciones de vida de los productores, son responsables de la degradación de los recursos naturales y el esquema de distribución de alimentos con que se relacionan, han contribuido a la persistencia del hambre y la malnutrición de amplios sectores de la población del país y el mundo.
2. La agricultura industrial hace que los agricultores tengan una alta dependencia de insumos que no producen y que en su mayoría son controlados por grandes empresas que controlan, semillas, maquinaria, plaguicidas.

3. Las tendencias a la especialización de regiones y países en determinados cultivos, provoca que se tengan que realizar altas erogaciones económicas y de consumo de combustibles fósiles para trasladar la producción hacia las zonas de consumo, repercutiendo en los precios de los alimentos y por tanto en su accesibilidad.
4. El modelo de producción industrial y la distribución de su producción provoca pérdidas y un alto volumen de desperdicio de alimentos.

La orientación agroecológica del Programa Sembrando Vida (PSV) se aprecia claramente en las definiciones y descripciones de los apoyos, principalmente en aquellos que se otorgan en especie y como acompañamiento social y técnico. En el caso de los apoyos en especie, uno de ellos consiste en proporcionar materiales, insumos, equipos y herramientas para la instalación de biofábricas en las que se elaboraran bio-fermentos, bio-preparados y otras sustancias que promuevan un manejo agroecológico. Los diversos preparados servirán como biofertilizantes, estimulantes vegetativos o para el manejo y control de plagas, tanto para su uso en los viveros como en el establecimiento de los sistemas de producción agroforestal en los predios de los sujetos agrarios. (CEDRSSA, 2020).

Se pretende que las biofábricas de insumos no solo no afecten negativamente a los ecosistemas, aportando así a la sostenibilidad ambiental de la producción agroforestal, sino también que aporten a su sostenibilidad económica, pues ayudara a que los productores no tengan que realizar erogaciones para adquirir agroquímicos y, si se tiene en cuenta que las biofábricas serán operadas de manera colectiva por los sujetos agrarios, esto abona a la sostenibilidad social de sus sistemas productivos.

¿Qué es el glifosato?

El glifosato es un ácido orgánico soluble en agua, derivado fosfonometilo del aminoácido glicina cuyo ingrediente activo es N-(fosfonometil) glicina (Davoren y Schiestl 2018). Se han descrito dos vías de degradación del glifosato en el suelo: una relacionada con la actividad enzimática liasa sobre los ligandos C-P que libera sarcosina y fosfato (Hove-Jensen *et al.* 2014, Sun *et al.* 2019); y otra consistente en un proceso de oxidación a través de una enzima glifosato reductasa (GOX) que rompe el enlace C-N, formando el metabolito ácido aminometilfosfónico (AMPA), el cual es más persistente que el propio glifosato (González Ortega *et al.*, 2022).

Las formulaciones comerciales de herbicidas no contienen únicamente glifosato. (Defarge *et al.* 2018) mostraron que herbicidas con 36-48 % de dicho ingrediente contienen moléculas de acción surfactante con base en petróleo, como POEA y otros contaminantes. Estos autores detectaron metales pesados como cromo, cobalto, plomo y níquel, además de arsénico; de los permitidos de arsénico en agua, incluso después de las diluciones recomendadas para uso agrícola de los herbicidas (Defarge *et al.* 2018).

Eliminación del uso del glifosato en México

El primer Decreto Presidencial publicado el 31 de diciembre de 2020 estableció un proceso claro para reducir gradualmente el glifosato hasta su eliminación en enero de 2024. En este Decreto se establecieron las atribuciones y responsabilidades de las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal (APF) a fin de asegurar la transición hacia agriculturas libres de glifosato.

En respuesta a la prohibición las corporaciones nacionales y multinacionales que promueven producen y comercializan este herbicida tóxico han actuado de diversas formas en contra del decreto. Durante 2021 y 2022 negaron la existencia de las numerosas alternativas que diversos actores visibilizaron durante ese tiempo, o promovieron la idea que estas no son rentables.

Como respuesta a negociaciones entre el gobierno de EUA y México, el 13 de febrero de 2023 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) un nuevo Decreto presidencial que abroga el anterior publicado el 31 de diciembre del 2020. En este artículo nos referiremos únicamente a lo que plantea respecto del glifosato. A pesar de que los grupos económicos que producen e importan glifosato quisieron aprovechar la situación para que se restableciera la importación de este agrotóxico, no lo lograron. Este nuevo Decreto consolidó la postura del gobierno de México de prohibir el uso e importación de glifosato para 2024.

Arvenses

El término “arvense” proviene del adjetivo latino *arvensis*, que significa “en los campos”. *Arvensis* está compuesto por la palabra *arvum*, que significa “campo cultivado”, y el sufijo *-ensis*, que indica pertenencia. Del adjetivo botánico, que crece en lo sembrado (RAE, 2024).

El desarrollo de una flora indeseable (Figura 2.3) puede ser provocado por la combinación de procesos ecológicos y de evolución. Es verdaderamente probable que una especie se convierta en maleza debido a cambios del hábitat, ya que el proceso de selección es esencialmente una alteración ecológica.

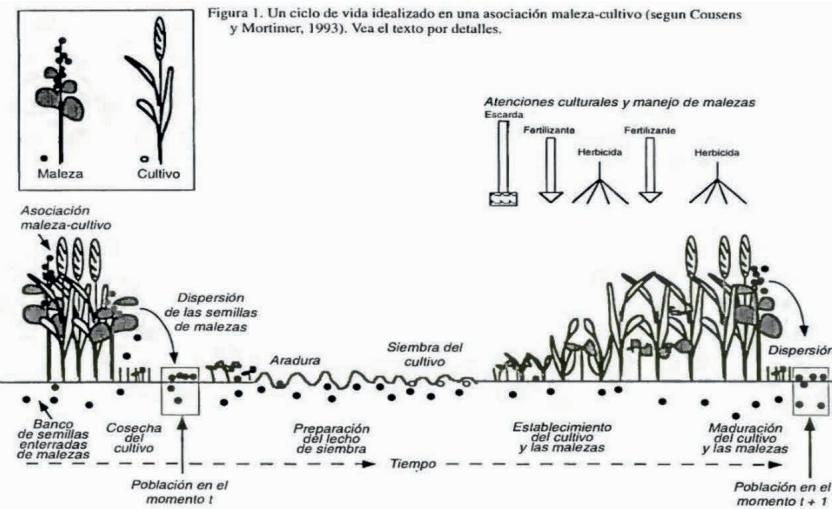


Figura 2.3 Ciclo de vida idealizado en una asociación maleza-cultivo
(según Cousens y Mortimer, 1993)

Al nivel de escalas ecológicas de tiempo, se puede distinguir la pre-adaptación y la inmigración, procesos ambos dominantes en la presencia de las malezas en el hábitat. La aparición de especies resistentes a los herbicidas y la caracterización de especies dentro del taxón correspondiente es un buen ejemplo de la escala de tiempo evolucionaria. (Mortimer, 1990).

Desde el punto de vista del hombre, cualquier planta que crece fuera de lugar es una maleza, o mala hierba. Como lo menciona Wilkinson y Jaques (1972) muchas especies útiles o inocuas son plantas indeseables cuando crecen en lugares que no les corresponde, como es el caso de la avena que crece en un cultivo de soya, o el mezquite en áreas de pastizal, etc. El término se ha generalizado tanto que en la actualidad se incluyen en él todas aquellas especies que, bajo ciertas condiciones, son desfavorables a los propósitos humanos. (Villarreal, 1983).

Las pérdidas agrícolas y el incremento en el costo de la producción alimentaria causada por las malezas son altas; las malezas están dispersas y son tan comunes, que los agricultores no saben cuánto pierden por ellas y cuánto ganan al controlarlas. Estudios reportan que llegan a significar el 42% de daño a los cultivos de no controlarse (CESAVEM, 2015). Las arvenses son un problema importante en los cultivos de interés para los agricultores, porque cuando no se les controla pueden causar pérdidas de hasta 80% en el rendimiento, además de incrementar los costos de la cosecha y disminuir la calidad de los productos. (Hernández *et al.*, 2022).

Las especies de arvenses terrestres persisten en el suelo en virtud de sus estructuras latentes, sean semillas u órganos vegetativos de propagación como rizomas, tubérculos y estolones. En infestaciones densas, los bancos de semillas o meristemos subterráneos, de los cuales las nuevas plantas se incorporan en las poblaciones adultas, pueden ser excepcionalmente grandes. (Rao, 1970).

Clasificación de las arvenses

La identificación de malezas es necesaria para el éxito de cualquier programa de manejo de malezas. Frecuentemente, claves simples para identificar plantas o guías para identificar malezas basadas en fotografías o dibujos se usan para identificar malezas. Sin embargo, algunas claves taxonómicas para plantas pueden ser complejas y requerir un conocimiento avanzado de las estructuras de las plantas y la terminología taxonómica (Baumann, 2013).

Algunos autores, mencionan que las arvenses son especies vegetales que conviven con los cultivos económicos y su manejo es considerado como la actividad de selección y conservación de coberturas nobles, que evitan la competencia interespecífica durante su período crítico y simultáneamente contribuyen a la protección del recurso natural suelo.

De acuerdo con Blanco Valdés (2014), las arvenses pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Según su hábitat, pueden ser: agrestes, rurales, arvenses de pasturas y arvenses acuáticas.
- Según el tipo de hoja: hoja ancha y hoja angosta.
- Según la consistencia del tallo: leñosas, semileñosas y herbáceas.
- Según el ciclo de vida: anuales o perennes.
- Según su nocividad: puede ser alta, mediana o levemente nocivas.

Aunque existen diversas maneras de clasificar las malezas, lo más tradicional ha sido diferenciar dos grupos importantes:

1. Clasificación por su tipo de hoja.

Hoja ancha: son comúnmente conocidas como dicotiledóneas, lo que significa que las plántulas poseen dos hojas cotiledonares, que son evidentes alemerger la planta a través del suelo. Generalmente, las plantas de hoja ancha tienen hojas con mayor superficie que los zacates y los tallos ramificados. Las nervaduras de las hojas anchas asemejan una red o tienen una apariencia ramificada (Blanco, 2014). Se clasifican por su pertenencia a algunas de estas cinco familias botánicas: *malváceas, fabáceas, euphorbiáceas, myrtáceas y asteráceas*. (Auravant, 2024).

Hoja angosta: Los zacates y juncias (coquitos) son monocotiledóneas, lo cual significa que sus plántulas poseen sólo un cotiledón, el cual es llamado coleoptilo en los zacates. Los zacates tienen hojas alargadas con nervaduras paralelas, las cuales se extienden hasta la vaina. Los tallos de los zacates son comúnmente redondeados o aplanados, cuando se observan en un corte transversal. Las juncias (coquitos) tienen generalmente tallos triangulares al observarlos en cortes transversales. (Blanco, 2014) Pertenece a tres familias principales: las ciperáceas, las gramíneas y las palmáceas. (Auravant, 2024).

2. Clasificación por su ciclo de vida:

Anuales: Se refiere a aquellas especies que completan su ciclo de vida dentro de una temporada y su única forma de dispersión son las semillas que, por lo general, producen en alta cantidad. Hay un grupo de estas malezas, llamado de otoño-invierno, que se caracterizan por germinar en otoño o invierno, se desarrollan en primavera, producen semilla y mueren tarde en primavera o en verano. Hay otro grupo de malezas, llamado de primavera-verano, que tiene un requerimiento mayor de temperatura para iniciar su ciclo, por lo que germina y se desarrolla en primavera y produce semillas tarde en verano o inicios de otoño. (González, 2010).

Bienales: también llamadas bianuales son las que requieren de dos temporadas para completar su ciclo. En la primera temporada tienen un crecimiento vegetativo hasta el estado de roseta y en la segunda emiten su tallo floral, producen semillas y mueren. Dependiendo del frío de la temporada, algunas pueden acortar o alargar su ciclo. (González, 2010).

Perennes: pueden vivir por muchos años rebrotando desde estructuras vegetativas. Hay algunas llamadas perennes simples que se reproducen por semillas, pero pueden rebrotar desde la corona o raíz perenne. (González, 2010).

Manejo Ecológico Integral de Arvenses (MEIA)

El MEIA es una alternativa al uso de herbicidas tóxicos **que no busca erradicar a las arvenses (mal llamadas malezas) sino controlarlas y aprovecharlas**. Esta alternativa se basa en entender las condiciones ecológicas que requieren distintas arvenses para germinar, crecer y reproducirse; diseñar prácticas que limiten cada una de estas condiciones; y combinar estas prácticas mediante planes de manejo que logren mantener las poblaciones de arvenses en niveles aceptables a largo plazo. El MEIA también mejora las condiciones del suelo, la retención de la humedad, el control biológico de plagas y con ello reduce la dependencia hacia otros agro insumos tóxicos. Está ampliamente demostrado que la combinación adecuada de prácticas MEIA es económicamente viable (CONAHCYT, 2021).

En los trabajos compilatorios de alternativas al glifosato realizados por la Universidad de Costa Rica (Ramírez, 2021) y Greenpeace (Escalona-Aguilar *et al.*, 2021) se clasifican las prácticas mencionadas en 7 grupos:

- 1) Prácticas preventivas
- 2) Prácticas culturales
- 3) Prácticas físicas
- 4) Prácticas mecánicas
- 5) Coberturas vegetales
- 6) Prácticas de control biológico
- 7) Herbicidas naturales y bio-herbicidas.

Control de arvenses

Una de las razones por la que se obtienen rendimientos bajos y costos de producción altos en este cultivo, es la elevada infestación por arvenses, causando severos daños; además su control requiere de gastos elevados debido al uso de productos químicos sintéticos. Las arvenses constituyen una amenaza para el buen desarrollo del maíz, compitiendo por CO_2 , luz, nutrientes, agua y espacio, comportándose además como hospederas de plagas y enfermedades. Se reporta que el rendimiento, calidad de cosechas, así como los costos de control de arvenses puede ser del 10 al 15 por ciento del valor de la producción. Algunos autores reportan que las pérdidas anuales de los rendimientos en maíz debido a las arvenses son de un 30 % y **la competencia por arvenses en los cultivos es el mayor reto para la producción en la agricultura en todo el mundo**, excluyendo las variables medioambientales las pérdidas en rendimientos por cosechas en maíz son causadas principalmente por competencia de las arvenses. (Valdés *et al.*, 2014).

La implementación del control de arvenses requiere del conocimiento previo de aspectos particulares de estas especies y de las interacciones con el cultivo y su manejo. Conocer el momento de mayor incidencia de las arvenses en el cultivo y las pérdidas causadas por ellas es de suma importancia. Cuando la competencia es ejercida por una comunidad vegetal integrada por especies gramíneas y latifoliadas, el máximo período de interferencia tolerado por el cultivo, sin afectar su rendimiento, se produce antes de la sexta u octava hoja (etapa V6 y V8). En caso de predominar gramíneas, el proceso de competencia para especies anuales se produce con mayor intensidad previamente al desarrollo completo de la cuarta hoja (etapa V4) y en el caso de las perennes puede manifestarse con anterioridad. Por lo tanto, es de suma importancia realizar las prácticas de control de arvenses en el momento adecuado, de lo contrario los daños que se producen en la productividad del cultivo son irreversibles. (Valdés *et al.*, 2014).

Alternativas mecánicas para el control de arveses

El manejo mecánico utiliza herramientas y equipos mecánicos para el control de arveses. Estas pueden ir desde herramientas básicas manuales, como machete y azadón, hasta tractores equipados con rastras (CONAHCYT, 2021)

De manera tradicional, las arveses se han controlado con cuchillo, azadón y pala desde mucho antes de la aparición de los herbicidas químicos como el glifosato. Los y las campesinas, así como los grandes productores agrícolas, continúan usando e innovando estas herramientas para controlar las arveses (CONAHCYT, 2021). Por tanto, la herramienta más utilizada para el control de arveses dentro de la pequeña producción en nuestro país es el machete.

El control mecánico es una opción viable cuando con las medidas preventivas no se logra tener control sobre las malezas, sobre todo durante el período crítico, algunas máquinas, métodos y herramientas se describen a continuación:

- 1. Escardas.** Eficaz contra casi todo el espectro de malezas que compiten con los cultivos. Esta debe realizarse de manera dirigida y precisa a las áreas donde crecen las malezas cuando el cultivo está establecido, evitando alterar el cultivo. Escardas superficiales son mejores porque evita traer mayor cantidad de semillas de malezas a la superficie. El momento de realizarlas dependerá de la velocidad de crecimiento de las malezas. (INTAGRI, 2017).
- 2. Deshierbe manual.** Es un método que requiere de mucha mano de obra, y que actualmente se deja como última medida debido al alto costo que representa en algunos casos. El uso de herramientas adecuadas incrementa la efectividad del control. Asimismo, es más fácil eliminar las malezas cuando están pequeñas. (INTAGRI, 2017).
- 3. Desbrozadora o chapeadora.** Es una herramienta pequeña que resulta muy útil para el control postemergente de las malezas, en la presiembra de cultivos anuales y de manera continua en cultivos perennes. De acuerdo con el tipo de equipo, las chapeadoras pueden estimular la germinación de semillas de malezas y seleccionar malezas de porte rastreiro o perennes. Esta herramienta facilita el trabajo, permite limpiar los predios en mucho menor tiempo y la materia orgánica se incorpora al suelo, en el caso de los árboles se han acoplado aros mecánicos.
- 4. Motocultores,** la maquinaria ligera, así como los tractores tienen la capacidad de cubrir grandes extensiones de terreno en poco tiempo y no son tan contaminantes al medio como los herbicidas. (Gómez-Calderón *et al.*, 2017). Están dotados básicamente de un implemento o apero para desarrollar la labor deseada. Su potencia no suele superar los 19hp (ver Figura 2.4) (CONAHCYT, 2022).

Las herramientas mecánicas suelen convocar trabajo colectivo (tequios o faenas) y son más eficientes cuando se conoce y entiende la comunidad de arvenses que se está controlando. Al utilizar estas herramientas en el período crítico de competencia entre las arvenses y los cultivos, es decir, el tiempo en el que la presencia de las arvenses ocasiona una pérdida de rendimiento y también en el momento en que es más fácil la intervención, se consigue una gran eficiencia en el deshierbe. (Ramírez Muñoz, 2021; Escalona Aguilar *et al.*, 2021).



Figura 2.4 Control mecánico de arvenses con motocultor

El motocultor como equipo para el control de arvenses

En Australia, para 1912, Arthur Clifford Howard impulsado por el deseo de ayudar a su padre en las labores de la granja creó un invento a partir de un tractor de vapor y cuchillas rotativas que funcionaban al empujarse. En 1919 consolidó su sistema bajo el nombre de motocultor y finalmente en 1920 lo patentó. (Chavanel, 2024).

Por su parte, en el año 1942 en Italia, Luigi Castoldi, un ingeniero profesional, creó la primera segadora de barra para un tractor de 2 ruedas, dando paso a lo que hoy se conoce como el motocultor. Con este invento se pudo reducir la necesidad de trabajo manual en la agricultura, principalmente en lo que a henificación y la cosecha de granos se refiere. Con el tiempo ganó popularidad en Italia, logrando expandirse su uso al resto de Europa y finalmente al mundo entero. (BCS, 2024).

Esto hizo que Castoldi se dedicara a diseñar y crear variedad de accesorios y componentes para estos tractores de dos ruedas. A partir de allí, BCS es la empresa líder en fabricación de motocultores a nivel mundial, con más de 75 años de trayectoria y experiencia. (BCS,2024).

Los motocultores son máquinas motrices concebidas para conducirse a pie y destinadas a accionar y/o arrastrar diferentes equipos de trabajo agrícola elaboración del terreno, además son un gran aliado de los cultivos ecológicos, puesto que permiten un trabajo profesional y efectivo al tiempo que se cuida la producción y el cultivo. Los múltiples aperos que pueden acoplarse los convierte en herramientas útiles durante todo el año. (Clara, 2020). Su principal función es trabajar la capa superficial del suelo en parcelas, huertos, jardines y similares (CONAHCYT, 2022).

El motocultor le permite a pequeños y medianos productores reducir el tiempo de trabajo y el esfuerzo de las actividades, y también pueden disminuir los costos a mediano y largo plazo. Estas modificaciones son importantes pues aumentan la rentabilidad de la agricultura familiar y posibilita que pequeños productores accedan a mercados con mejores precios de venta. Además, esta herramienta permite reducir o eliminar el uso de productos químicos en el manejo de arvenses (CONAHCYT, 2022).

Los principales elementos de este equipo son: El Bastidor o carrocería que contiene los componentes de la maquinaria, motor, embrague, caja de velocidades, toma de fuerza, mancera (Cuadro 1), aquí se encuentran los controles del motocultor, rodaje con dos ruedas especiales, entre otros (ILGA, 2022).

Según el CONAHCYT (2022) en la gaceta informativa número 13 con respecto al “manejo ecológico integral de arvenses en México” nos da las siguientes recomendaciones para elegir un motocultor.

Las principales características para tener en cuenta al momento de elegir un modelo son:

- █ tipo de motor,
- █ ancho y profundidad del trabajo que se va a realizar,
- █ tipo de implemento que se quiere usar (no todos los implementos se ajustan a todos los modelos),
- █ disponibilidad de refacciones y posibilidad de realizar reparaciones de forma local.

En términos económicos, la inversión inicial que requiere un motocultor nuevo y equipado con los aperos más comunes para afrontar toda una campaña es inferior a la que deberíamos afrontar para la compra de un tractor pequeño de ocasión, al que además deberíamos añadir aperos más costosos que los de un motocultor.

Por otro lado, el consumo de combustible también es menor para un motocultor, siendo, por consiguiente, menos contaminante y más coherente con los requisitos de las certificaciones de agricultura ecológica. (BCS,2024).

Marca	Descripción	Precio	Imagen
HYUNDAI TORO 900	Potencia: 9 hp Combustible: Gasolina Ancho De Trabajo: 1 metro Arranque: manual Dimensiones: 135 x 88 x 83 cm Peso (kilogramos): 177	\$49,115	
DUCATI DTL7000	Potencia: 7 hp Combustible: Gasolina Ancho De Trabajo: 50, 60, 80 cm Arranque: manual Dimensiones: 90 x 85 x 55 cm Peso (kilogramos): 82	\$22,990	
HONDA FJ500	Potencia: 5.5hp Combustible: Gasolina Ancho De Trabajo: 0.96 metros Arranque: manual Dimensiones: 139.5 x64 x 90 cm Peso (kilogramos): 58	\$29,344	
HYUNDAI RAM 750xt	Potencia:7 hp Combustible: Gasolina Ancho De Trabajo: 1 metro Arranque: manual Dimensiones: 83 x 79 x 46 cm Peso (kilogramos): 85.6	\$14,990	

Cuadro 1. Ejemplos de motocultores comercializados en México

La desbrozadora en el control de arvenses

La desbrozadora, también conocida como desmalezadora y bordeadora, es una herramienta eficaz utilizada para cortar el césped, eliminar las malezas a lo largo de los bordes y alrededor de los árboles, además de áreas donde una podadora no puede llegar. El propósito de esta máquina es cortar la hierba que se encuentra en la parte superior del suelo. (Valencia, 2024).



Figura 2.5 Desbrozadora, una alternativa para el control de arvenses

Estas máquinas son fáciles de maniobrar, además de ser livianas, ayudando a reducir el cansancio producido en quien opera las mismas (ver Figura 2.5). Son utilizadas para recortar los bordes carreteros y caminos, ya que pueden presentar un diseño curvo, permitiendo una mayor maniobrabilidad y control sobre las mismas (Valencia, 2024).

Por otro lado, hay otras que ofrecen un mejor balance del peso y son más seguras para el usuario, ya que el cabezal (o disco) se encuentra más alejado del operario y al tener una barra recta, son ideales para alcanzar lugares complicados como, por ejemplo, debajo de alambrados, cercos, etc. Este tipo de equipos pueden tener algunas variaciones en sus características, por lo tanto, es más fácil adaptarse a las necesidades de cada trabajo a realizar. (Valencia, 2024).

En marzo del 2022, el CONAHCYT en la gaceta informativa número 12 con respecto al "manejo ecológico integral de arvenses en México" nos dice los principales criterios a considerar para elegir una desbrozadora. Por un lado, está la cuestión funcional y por otro la elección del sistema de comercio que se desea apoyar, nacional o transnacional.

En cuanto a su funcionalidad se busca que las máquinas tengan las siguientes características:

1. Las refacciones sean de fácil acceso.
2. Tengan alta potencia.
3. Poco gasto de gasolina.
4. Resistan el manejo duro.
5. Permanezcan en funcionamiento mucho tiempo (duración de 5 años, 6 horas por día aproximadamente).

Muchas veces las máquinas que cumplen con estos lineamientos son máquinas que pertenecen al sistema transnacional de venta. Existen alternativas que se desarrollan en México o en otras zonas de América Latina que no cumplen con todos los requerimientos pero que son más baratas y ofrecen un sistema de compra/venta más justo para el productor.

Hay reportes del uso exitoso de la desbrozadora para el control de arvenses en el cultivo de naranja, aguacate, control forestal y huertas de frutas en general (Duarte y Martins, 2005; Godínez, 2022; Gómez Tovar y Gómez Cruz, 2022). La desbrozadora se puede combinar con facilidad con otras estrategias de manejo ecológico integral de arvenses como las coberturas vivas. Así, las desbrozadoras permiten mantener el suelo protegido con vegetación entre las filas y controlar su desarrollo para que no representen un problema para el cultivo.

El uso de esta herramienta ayuda a disminuir la erosión del suelo y facilita el desplazamiento de maquinaria dentro de los huertos (Duarte y Martins, 2005; Gómez *et al.*, 2017).

Alternativas químicas para el control de arvenses

Los sistemas agrícolas modernos, de alta productividad y consumo energético, hacen un uso intensivo de los herbicidas como el método preferido para el control de malezas, pero esto ha traído algunas consecuencias de dependencia e insostenibilidad. (Ramírez, 2021).

“La evolución tecnológica en la fabricación de plaguicidas, entre otras innovaciones en materia de agricultura, ha contribuido sin duda a que la producción agrícola haya logrado mantenerse al nivel de los incrementos sin precedentes en la demanda de alimentos. Sin embargo, ello se ha logrado a costa de la salud humana y el medio ambiente, y al mismo tiempo el aumento de la producción de alimentos no ha logrado eliminar el hambre en todo el mundo. La dependencia de plaguicidas peligrosos es una solución a corto plazo que menoscaba el derecho a una alimentación adecuada y el derecho a la salud de las generaciones presentes y futuras”. (ONU, 2017).

Uno de los grupos de mayor uso a nivel mundial son los herbicidas, plaguicidas utilizados para el control de plantas, principalmente aquellas que crecen asociadas a los cultivos agrícolas o arvenses. (Ramírez, 2021).

¿Qué son los herbicidas?

Los herbicidas son productos químicos que se utilizan para inhibir o interrumpir el desarrollo de hierbas indeseables. Por su etimología, del latín “herba” (hierba) y “cida” (exterminador), es un producto que mata a las hierbas consideradas malas, que son de fácil dispersión, ya que sus semillas se esparcen por el viento; son de muy alta resistencia y consumen los recursos de las cosechas: agua, luz, nutrientes y espacio.

Las formulaciones de herbicidas para la industria agroquímica se enfocan en el desarrollo de productos cuyos principios activos sean absorbidos por las membranas y se depositen al interior de las plantas. (Seo simple, 2023)

Tipos de herbicidas

Existen diferentes formas de clasificarlos: con base en sus propiedades, su uso y su modo de acción (Figura 2.6).

Herbicidas totales

Los herbicidas totales son productos fitosanitarios que se aplican para controlar el total de las hierbas existentes, ya que no discriminan entre el tipo de cultivos. Estos herbicidas suelen utilizarse para la limpieza y preparación de terrenos, controlando todas las especies de malezas perennes y anuales.

Herbicidas selectivos

Los herbicidas selectivos se utilizan para eliminar un tipo de hierba en especial, sin afectar al resto de plantas. Por ejemplo, en caso de dicotiledóneas, que es un tipo maleza de hojas anchas, se utiliza un producto en los meses de primavera y otoño, que es cuando proliferan.

Herbicidas residuales

Los herbicidas residuales se utilizan para eliminar las malas hierbas del pie de los árboles. Son utilizados especialmente en aplicaciones en fruticultura, en particular en olivares. Se aplican directamente sobre el suelo para crear una película que les provoca la muerte a las malas hierbas cuando crecen, pero no afecta a las que ya existen.

Herbicidas remanentes

Los herbicidas remanentes, crean una película sobre el suelo de forma que evita la emergencia de malas hierbas o bien las elimina en estadios precoces, pueden tener una persistencia más o menos prolongada. No afectan a las malas hierbas desarrolladas, sino fundamentalmente a las que vayan a germinar, es decir, actúan sobre todo en las especies que nacen de semillas. (Unicom, 2022).

Herbicidas foliares

Son herbicidas que se aplican a la superficie foliar de las hierbas. Pueden ser de contacto no sistémicos, que solo actúan sobre la superficie foliar que está en contacto con el herbicida; o bien, pueden ser herbicidas de contacto sistémicos que ingresan al sistema vascular de la planta y distribuirse hasta la raíz y tienen una acción más lenta, pero son muy efectivos para especies vegetales que son difíciles de destruir.

Herbicidas de presiembra, preemergencia y post emergencia

Los herbicidas de presiembra se aplican sobre terrenos desnudos para preparar el suelo y destruir la maleza, al menos un mes antes de comenzar la siembra. Por su parte, los herbicidas de preemergencia se aplican antes de tener una emergencia por plaga de malas hierbas, aunque ya haya cultivos sembrados. Por ejemplo, se recomiendan en parcelas donde ya haya antecedentes de plagas. Los herbicidas de post emergencia se aplican después de que ya se haya dado una emergencia por una mala hierba. Suelen ser de acción foliar, por contacto sistémico y con acción residual. (Seo simple, 2023).

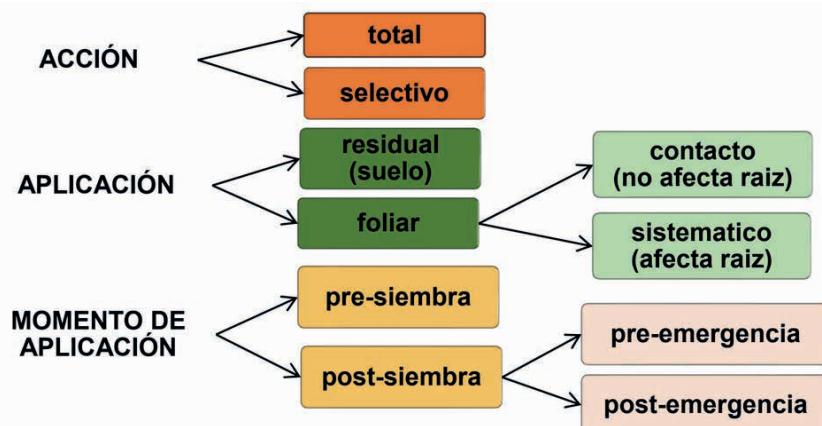


Figura 2.6 Clasificación de los herbicidas. (en línea: InfoAgronomo)

Aplicación de herbicidas

Los herbicidas generalmente se aplican en solución o suspensión acuosa, como una nube de górtulas dirigida hacia el objetivo de la aplicación. La concentración del ingrediente activo en la solución de aspersión varía típicamente desde 0.1 a 10% y el volumen de aplicación desde 100 hasta 400 lha⁻¹, dependiendo del producto y del método de aplicación. Sin embargo, con la aplicación mediante discos giratorios, a veces se usan volúmenes de hasta 10 lha⁻¹ y concentraciones de hasta 50%. (FAO,1996).

Una buena aspersión garantiza mejor protección para el cultivo, buen control de malezas, menor desgaste de los equipos y ahorro de tiempo y combustible, lo que se traduce en reducción de costos en la operación y menor costo de producción del cultivo. (Camacho *et al.*, 2003).

Dos de los factores más importantes que determinan la efectividad de la aspersión son el rango o espectro de tamaño de las górtulas y la cobertura del objetivo por el asperjado. (FAO,1996).

Asperjadoras de tipo mochila. El equipo más extensamente usado para aplicar herbicidas es la asperjadora de tipo mochila, accionada por palanca. Está consiste en un tanque plástico, o menos comúnmente de metal, que se situará de forma erecta sobre el suelo para su llenado y que se ajusta cómodamente sobre la espalda del operador (Figura 2.7). La capacidad del tanque típicamente varía de 10 a 20 litros, pero el peso total de la mochila llena no debe exceder de 20 kg. (FAO,1996).



Figura 2.7 Partes de un equipo de espalda manual con sistema interno (autor: guías BPA).

Dentro de sus limitantes tenemos su baja capacidad y la uniformidad en la aplicación del producto depende de la destreza del operador. Por otra parte, el operador está más expuesto al producto, por lo cual es indispensable seguir de manera estricta las recomendaciones de manejo y aplicación que aparece en la etiqueta. (Camacho et al., 2003).

Boquillas

Es el instrumento que finalmente lleva el plaguicida a su objetivo (hojas, fruto, insectos, etc.). Ayuda a que el líquido asperjado tenga una cobertura adecuada y se pueda cuantificar por el número de gotas/cm², o bien por el porcentaje cubierto de la superficie total, por lo que es importante el volumen de caldo aplicado. (BPA, 2024)

Tipos de boquillas

De acuerdo con la guía de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA, 2024) el uso de las boquillas adecuadas y en buen estado es de la mayor importancia, pues de ellas depende la cantidad de líquido, el tamaño de las gotas y la forma en que sale el producto. Por eso diferentes productos necesitan distintas boquillas. A continuación, se pueden ver los tipos más comunes.

Boquillas de cono

Son también llamadas de turbulencia. Se caracterizan porque entregan una aspersión en forma de cono hueco o lleno. Para lograr la forma de cono, la boquilla tiene una cámara de turbulencia formada por una placa con canales tangenciales y una placa de salida con un orificio redondo calibrado (ver Figura 2.8), de modo que la salida del líquido sea en forma pareja. La altura de la cámara de turbulencia, el tipo de deflector y la presión configuran el ángulo de salida y el tamaño de las gotas. (BPA, 2024).

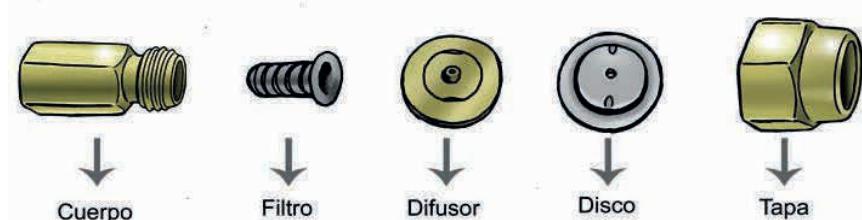


Figura 2.8 Partes de la boquilla de cono (autor: buenas prácticas agrícolas)

Boquillas de abanico

Esta boquilla es la más comúnmente empleada en aplicaciones de herbicidas. También son conocidas como boquillas de raya, ojo chino o palmilla (Figura 2.9). El perfil de aspersión tiene forma oblonga, con una distribución menor en sus extremos de un 25%, por lo que es necesaria una sobre posición o traslape de los abanicos para obtener una cobertura uniforme. Se pueden seleccionar desde 60 a 110 grados, pero las más usadas son las de 80 y 110 grados. Su separación en la barra, el ángulo y la altura sobre el suelo, determinan la cobertura uniforme. (BPA,2024).



Figura 2.9 Partes de la boquilla de abanico (autor: buenas prácticas agrícolas)



C A P Í T U L O 3

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para la presente investigación se utilizaron las siguientes máquinas y materiales:

- a. Motocultor Parazzini
- b. Desbrozadora
- c. Bomba manual de fumigar
- d. Estacas
- e. Cinta métrica
- f. Cinco herbicidas de diferentes marcas comerciales
- g. Rafia o cuerda
- h. Flexómetro
- i. Gasolina
- j. Probetas graduadas

Métodos

Generalidades

Esta investigación fue realizada en el programa de Mecanización perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Cotaxtla, ubicado en las coordenadas $(18^{\circ} 56' 24'' \text{ N} \text{ y } 96^{\circ} 11' 52'' \text{ W})$, en la zona centro del Estado de Veracruz. El clima tiene una clasificación AW1: Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (68.67%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (31.33%) y con una precipitación media anual de 1,417.8 mm. La temperatura media anual es de 25.3°C y una altitud media de 20 msnm. En la zona de evaluación predominaron las malezas angostas o zacates tipo gramíneas, especialmente *Dichantium annulatum*, la cual cubre casi un 60% del

terreno. Otras malezas presentes fueron *Tridax procumbens*, *Megathyrsus maximus*, *Ruellia blechum*, *Emilia sonchifolia*, *Lagascea mollis*, *Commelina erecta*, *Digitaria eriantha*, *Melochia pyramidata*, *Priva lappulacea*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Heliotropium indicum*, *Malvastrum coromandelianum* y *Euphorbia heterophylla*.

Evaluación 1

El objetivo de esta prueba fue evaluar el funcionamiento en campo de un motocultor con segadora para el corte de arveses, analizando diferentes parámetros como son velocidad de trabajo, consumo de combustible, altura de corte, tiempo efectivo de operación y rendimiento efectivo.

Motocultor

Se realizaron diversas pruebas para evaluar el motocultor como una alternativa para el control de arvenses y determinar el rendimiento efectivo de trabajo, con base en la norma mexicana NMX-O-233-SCFI-2019 tractores, implementos y maquinaria agrícola – motocultores, motoazadas – especificaciones y métodos de prueba.

Ficha descriptiva

Motocultor marca Parazzini, modelo MCP7HP, con dos velocidades de avance y una de reversa, accionado por dos ruedas motrices, un motor a gasolina de 7 caballos de fuerza con una clasificación categoría III, con un tanque de combustible con capacidad de 3.5 litros y un peso de 57 kg. Al cual se le acopló una segadora agrícola con una altura de corte entre 2 - 6 cm y un ancho de trabajo de 0.97 y un peso de 30kg, (ver Figura 3.1).



Figura 3.1 Motocultor marca Parazzini (en línea): <https://www.todopartes.mx/articulos/tp-14973-kmpsk-motocultor-parazzini-7-hp-con-segadora-agricola>).

Velocidad

a. Velocidad de avance

Esta prueba se realizó en una parcela con una distancia de 50 m de largo por 1 m de ancho teniendo como punto de partida y finalización cada extremo (ver Figura 3.2), se midió el tiempo de recorrido, para lo cual se realizaron tres repeticiones por velocidad de avance: alta, media y baja; y con dos velocidades de trabajo primera y segunda.



Figura 3.2 Prueba de velocidad con motocultor Parazzini.

b. Velocidad de reversa

Esta prueba se realizó en una parcela con una distancia de 25 m de largo por 1 m de ancho teniendo como punto de partida y finalización cada extremo, se midió el tiempo de recorrido, para lo cual se realizaron tres repeticiones por velocidad de reversa: alta y baja; y con dos velocidades de trabajo primera y segunda.

Para el cálculo de la velocidad se utilizó la fórmula distancia sobre tiempo, representada matemáticamente:

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde:

d: distancia en metros o kilómetros

t: tiempo en segundos o horas.

Consumo de combustible en ralentí

Esta prueba consistió en evaluar el gasto de combustible producido en un periodo de tiempo en sus diferentes velocidades de avance (alta, media y baja), para esto, se agregó 500 ml de gasolina al tanque y se arrancó el motor manteniendo el motocultor trabajando en ralentí (sin ninguna velocidad de trabajo), hasta que este se detuviera por sí solo, después se restó el combustible sobrante en el tanque para obtener el gasto del equipo en un tiempo determinado.

Dónde: consumo de combustible l/h o ml/s

Consumo de combustible en operación

Esta prueba consistió en evaluar el gasto de combustible cuando el equipo se puso en operación con sus diferentes velocidades de avance (alta, media y baja) en su primera y segunda velocidad de trabajo. Para esto, se agregó al tanque dos litros de gasolina y se arrancó el motor con sus respectivas velocidades. Se realizaron tres repeticiones por cada una de las dos posiciones de avance del motocultor y con tres velocidades de operación haciendo un total de 18 repeticiones para esta evaluación. El área utilizada por repetición fue de 2 x 20 m. (Figura 3.3)

Primera velocidad						Segunda velocidad						Media			Alta			Baja		
Alta			Media			Baja			Media			Alta			Baja					
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3			

Figura 3.3 Esquema de recorridos para consumo de combustible en operación.

Tiempo efectivo de operación

Es el tiempo necesario para terminar el trabajo que se realiza con el equipo, sin tomar en cuenta el tiempo para dar vueltas en las caberas ni el tiempo de suspensión por fallas.

Altura de corte

Para esta evaluación utilizó una parcela de 25 m de largo por 1 m de ancho en un área identificada con maleza alta y abundante. Para esto se estiro un lazo en una de las zonas con mayor abundancia de cada repetición y con ayuda de un flexómetro se midió la altura promedio inicial y final de las arvenses, desde la base del tallo hasta el extremo superior de la planta erecta, aquí con el motocultor conectado a la segadora realizamos tres repeticiones por velocidad de avance (alta, media, baja) y velocidad de trabajo (primer y segunda), además en cada repetición medimos el tiempo de recorrido.

Rendimiento teórico

Es la superficie trabajada por unida de tiempo (hectáreas por hora) se obtiene por el acho de trabajo indicado por el fabricante y la velocidad recomendada.

$$R_t = 0.1(B_f * V_{mt})$$

Donde:

R_t = Rendimiento teórico, ha/h

B_f = Ancho teórico, m

V_{mt} = Velocidad promedio de trabajo recomendada por el fabricante, km/h

0.1: Factor de conversión de dimensiones

Rendimiento efectivo

También se conoce como cantidad de trabajo en campo, se expresa en hectáreas por hora se obtiene con la superficie real de trabajo entre el tiempo efectivo de trabajo.

$$R_e = \frac{S_r}{t_e * 10^4}$$

Donde:

R_e = Rendimiento efectivo, ha/h

S_r = Superficie real de trabajo m²

t_e = Tiempo efectivo de trabajo, h

1*10⁴ = Conversión de m² a ha

Evaluación 2

El objetivo de esta prueba fué comprobar que la desbrozadora es una alternativa para el control de arvenses, evaluando su funcionamiento y facilidad de trabajo.

Desbrozadora

Se realizaron diversas pruebas para evaluar la desbrozadora como una alternativa para el control de arvense y determinar el rendimiento efectivo de trabajo, con base en la norma mexicana NMX-O-226-SCFI-2015 maquinaria agrícola y forestal – ensayos para desbrozadoras portátiles, manuales y motorizadas- maquinas equipadas con motor de combustión interna.

Ficha descriptiva

Desbrozadora marca STIHL, modelo FS 55 R (ver Figura 3.4), con un motor a gasolina con capacidad de 0.33 litros, un peso de 4.4 kg implementada con un cabezal de corte con hilo.



Figura 3.4 Desbrozadora marca STIHL (autor: distribuidor STIHL).

Consumo de combustible en ralenti

La evaluación consistió en llenar el tanque de combustible y mantener en ralenti (encendido del equipo, pero sin velocidad) la desbrozadora durante un intervalo de tiempo de 10 min, donde transcurrido el tiempo, se medía la cantidad de combustible consumido por la desbrozadora. Para esta prueba se realizaron tres repeticiones con el mismo procedimiento para cada una.

Consumo de combustible en operación

Para la evaluación de esta máquina se realizaron nueve repeticiones de corte de maleza en áreas de 20 m²; en donde tres personas de diferentes edades y géneros trabajaron con el equipo para medir el tiempo utilizado en realizar la labor de eliminar las arveses de esa superficie y registrar el consumo de combustible por el trabajo realizado.

Tiempo efectivo de operación

Es el tiempo necesario para terminar el trabajo que se realiza con el equipo, sin tomar en cuenta el tiempo para dar vueltas en las caberas ni el tiempo de suspensión por fallas.

Rendimiento teórico

Es la superficie trabajada por unidad de tiempo (hectáreas por hora) se obtiene por el ancho de trabajo indicado por el fabricante y la velocidad recomendada.

$$R_t = 0.1(B_f * V_{mt})$$

Donde:

R_t = Rendimiento teórico, ha/h

B_f = Ancho teórico, m

V_{mt} = Velocidad promedio de trabajo recomendada por el fabricante, km/h

0.1: Factor de conversión de dimensiones

Rendimiento efectivo

También se conoce como cantidad de trabajo en campo, se expresa en hectáreas por hora se obtiene con la superficie real de trabajo entre el tiempo efectivo de trabajo.

$$R_e = \frac{S_r}{t_e * 10^4}$$

Donde:

R_e = Rendimiento efectivo, ha/h

S_r = Superficie real de trabajo, m²

t_e = Tiempo efectivo de trabajo, h

$1 * 10^4$ = Conversión de m² a ha

Evaluación 3

El objetivo de la prueba fue evaluar cinco productos químicos de marcas comerciales para evaluar la eficacia en el control de los arvenses representativos del trópico húmedo (zona centro del estado de Veracruz).

Ficha técnica de la bomba de aspersión

Bomba manual de fumigación marca Jacto modelo PHJ con doble pistón que alcanza 100 psi (6,8 bar) con un depósito de 20 litros de capacidad, ver Figura 3.5)



Figura 3.5 Bomba manual para fumigación (autor: distribuidor Jacto).

Descripción de las boquillas

Se evaluaron cuatro boquillas de abanico con nomenclatura 8001, 8002, 8003, 8004, (Figura 3.6). Donde el significado de los dos primeros números es el ángulo de la boquilla y los últimos dos el volumen de flujo en galones por minuto.



Figura 3.6 Boquilla de abanico.

(en línea <https://www.tipsytemasagronomicos.com/que-boquillas-utilizar-para-las/>)

Evaluación de Herbicidas

En esta actividad se evaluó la eficacia de cinco diferentes herbicidas de marcas comerciales libres de glifosato, los cuales se aplicaron en una superficie que presentara la existencia de arvenses y que además tuviese la combinación de hojas angostas y anchas que representaran el tipo de arvenses de la zona centro de Veracruz y de un área productiva en maíz.

Cuadro 2. Descripción de tratamientos y para la aplicación de herbicidas

Tratamientos	Producto comercial
0	Testigo glifosato (no se aplicó el testigo, dado que ya no puede utilizarse por decreto)
1	Paraquat 1 (200g. de i.a./L)
2	Paraquat 2 (200g. de i.a./L)
3	Paraquat + diuron (200 + 100g. de i.a./L)
4	Glufosinato de amonio 1 (200g. de i.a./L)
5	Glufosinato de amonio 2 (150g. de i.a./L)

Para la aplicación en campo se acondicionó un área de 10 m², utilizando una bomba manual (ver Figura 3.7) para fumigar el herbicida con boquilla de apertura tipo 8002 en su dosis alta y baja recomendadas por el fabricante. Para ello, se realizaron los cálculos de las dosis a utilizar en una capacidad de 200 litros por hectárea, para posteriormente aplicar de manera aleatorizada en cada una de las parcelas. Otra actividad fue mantener un monitoreo constante durante 7 días del espectro de respuesta del efecto o eficacia del producto químico, dado que este periodo es el que de manera cultural usan los productores específicamente para maíz.



Figura 3.7 Aplicación de herbicidas con bomba manual

Evaluación de boquillas con bomba mecánica para fumigar

Se evaluaron 4 diferentes boquillas con la finalidad de seleccionar un gasto promedio de 200 litros por hectárea, para esto, se agregó 1 litro de agua en una bomba manual de aspersión con capacidad de 20 litros con cada una de las boquillas. La superficie de prueba para medir el gasto de agua fue en un área de 10 m² y la velocidad de calibración fue determinada por el paso de avance del aplicador.

Para determinar el gasto del líquido se utilizaron las siguientes formulas:

$$Q = \frac{V}{t}, \quad Q = \frac{A}{v}, \quad v = \frac{d}{t}$$

Donde:

Q= Gasto en m³/s o L/s

t = tiempo en s

V= volumen en m³

d= distancia en m

v= velocidad en m/s.

Determinación del porcentaje de eficacia del control de arvenses.

Para la determinación del porcentaje de eficacia del control de arvenses se inició con la toma de imágenes fotográficas en cada una de las parcelas (10 m^2) todos los días durante un período de siete días (tiempo requerido para su efecto máximo de control). Se tomó una fotografía por cada uno de los cinco diferentes tratamientos y cada una de las dos dosis (baja y alta).

Posteriormente, a los 13 días después de la aplicación se evaluó la eficacia máxima del control de arvenses a través del análisis de imágenes, para ello se realizó la toma de seis fotografías correspondientes a seis repeticiones por cada uno de los cinco diferentes tratamientos y cada una de las dosis (baja y alta), para un total de 60 fotografías; para esta actividad se utilizó una base o cuadro de un metro cuadrado dividido en ocho partes iguales por evaluar en la computadora de manera visual cada una de las fotografías. La imagen quedó seccionada en ocho espacios, donde el máximo valor de eficacia sería de 12.5%, a partir de esta consideración (ver Figura 3.8), se evaluó cada área para después sumar y promediar los porcentajes y determinar la eficacia.

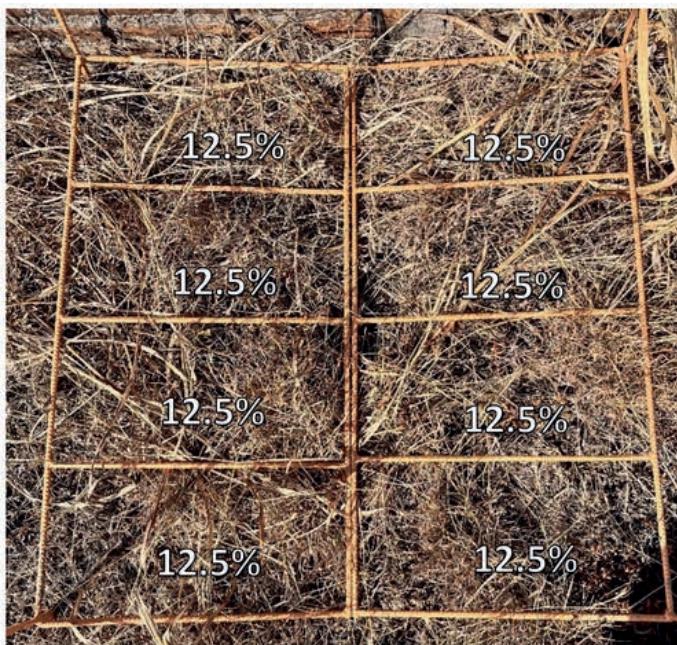


Figura 3.8 Ejemplo de imagen para determinación de eficacia de herbicidas.

Posteriormente, los resultados obtenidos de la evaluación fueron comparados (ver Cuadro 3) con la escala utilizada por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM,1974) y así poder determinar el porcentaje de control de acuerdo al índice de eficacia.

Cuadro 3. Grado de control de malezas según (ALAM,1974).

Índice	<i>% de control</i>
0 - 40	Ninguno o pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Suficiente
71 - 80	Bueno
81 - 90	Muy bueno
90 - 100	Excelente



C A P Í T U L O 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la evaluación 1. Motocultor

Evaluación de velocidad en motocultor Parazzini.

Cuadro 4. Valores promedio de velocidad de avance en operación con las diferentes velocidades de trabajo y velocidades de transmisión en el motocultor evaluados con el ancho de trabajo del implemento por 50 m de recorrido en tres repeticiones

Avance								
Velocidad de trabajo	Velocidad de transmisión	Tiempo de recorrido (min)	Tiempo de recorrido (s)	Tiempo promedio de recorrido (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad Promedio (km/h)	
Baja	Primera velocidad	02:48	168	167	0.2976	0.29	1.07	
		02:47	166		0.3012			
		02:47	167		0.2994			
	Segunda velocidad	01:24	84	86.67	0.5952	0.57	2.07	
		01:28	88		0.5682			
		01:28	88		0.5682			
Media	Primera velocidad	02:18	138	135.67	0.3623	0.36	1.32	
		02:15	135		0.3704			
		02:14	134		0.3731			
	Segunda velocidad	01:11	71	70.33	0.7042	0.71	2.55	
		01:10	70		0.7143			
		01:10	70		0.7143			
Alta	Primera velocidad	02:02	122	121.67	0.4098	0.41	1.47	
		02:02	122		0.4098			
		02:01	121		0.4132			
	Segunda velocidad	01:04	64	64.33	0.7813	0.77	2.79	
		01:04	64		0.7813			
		01:05	65		0.7692			

En el cuadro 4, podemos observar que la velocidad de trabajo en alta y en segunda velocidad de transmisión se registró la mayor velocidad con 2.79 km/h, seguida por la velocidad de trabajo media en segunda y velocidad de trabajo baja en segunda con 2.55 y 2.07 km/h, respectivamente. También se observa que todas las velocidades de transmisión en segunda velocidad fueron superiores a la primera velocidad en sus posiciones de baja, media y alta.

Cuadro 5. Valores promedio de velocidad de reversa en operación con las diferentes velocidades de trabajo y velocidades de transmisión en el motocultor evaluadas con el ancho de trabajo del implemento por 10 m de recorrido en tres repeticiones

Velocidad en reversa							
Velocidad de trabajo	Velocidad de transmisión	Repeticiones	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad Promedio (km/h)
Baja	Primera velocidad	R1	10	42.87	0.2333	0.2260	0.8135
		R2	10	45.7	0.2188		
		R3	10	44.29	0.2258		
	Segunda velocidad	R1	10	22.37	0.4470	0.4369	1.5729
		R2	10	23.42	0.4270		
		R3	10	22.90	0.4368		
Alta	Primera velocidad	R1	10	29.56	0.3383	0.3468	1.2483
		R2	10	28.14	0.3554		
		R3	10	28.85	0.3466		
	Segunda velocidad	R1	10	16.73	0.5977	0.6226	2.2412
		R2	10	15.43	0.6481		
		R3	10	16.08	0.6219		

Nota: La velocidad de reversa solo fue necesaria para posicionarse antes de operar el equipo

Evaluación del consumo de combustible en motocultor Parazzini

Cuadro 6. Valores promedio del tiempo de operación del motocultor en ralentí

Ralentí	Repeticiones	Tiempo de motor encendido (min)	Tiempo promedio de motor encendido (min)	Combustible de inicio (ml)	Combustible al final (ml)
Velocidad Alta	R1	17.38	17.44	500	250
	R2	17.50		500	250
	R3	17.43		500	250
Velocidad media	R1	25.48	24.28	500	250
	R2	23.08		500	250
	R3	24.28		500	250

Velocidad Baja	R1	48.12	48.64	500	250
	R2	49.17		500	250
	R3	48.64		500	250

Observaciones de prueba en ralentí: el volumen de combustible mínimo para operar el motocultor debe ser mayor a 250 ml, de lo contrario el equipo se apagará

En el cuadro 6, se puede observar que el combustible de gasolina de 250 ml se consume en un tiempo promedio de operación de 17.44 min en la velocidad alta de avance, de 24.28 min en la velocidad media y de 48.64 min en la velocidad baja, respectivamente. Podemos afirmar que a mayor velocidad de trabajo menor el tiempo de operación, en consecuencia, menor consumo de combustible.

Cuadro 7. Valores de consumo de combustible en operación de corte de arveses del motocultor en un recorrido ida y vuelta de 20 m de longitud por el ancho de trabajo del equipo.

Velocidad de transmisión	Velocidad de trabajo	Consumo promedio en (ml) en 40 m ²	Consumo promedio en (l / ha)
Primera velocidad	Alta	33.33	8.33
	Media	50	12.5
	Baja	63.33	15.83
Segunda velocidad	Alta	33.33	8.33
	Media	93.33	23.33
	Baja	100	25

En el cuadro 7, se observan los valores promedio del consumo de combustible en operación del motocultor en el corte de arveses, donde el menor consumo de combustible por hectárea fue en primera y segunda velocidad de transmisión y en la misma velocidad alta de trabajo. En la variable consumo de combustible promedio en litros por hectárea, el mayor registro de consumo de combustible fue de 8.33 litros por hectárea. Podemos considerar que a mayor velocidad de operación menor consumo de combustible. La velocidad óptima para el corte de arveses en campo fue SEGUNDA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN Y VELOCIDAD DE TRABAJO EN ALTA.

Tiempo efectivo de operación

Cuadro 8. Valores de tiempo promedio en la operación de corte de arveses del motocultor en un recorrido ida y vuelta de 20 m de longitud por el ancho de trabajo del equipo

Velocidad de transmisión	Velocidad de trabajo	Tiempo promedio de prueba (s)	Tiempo promedio (hrs/ha)
Primera velocidad	Alta	90.33	6.27
	Media	96.66	6.71
	Baja	104.66	7.26
Segunda velocidad	Alta	47.77	3.31
	Media	66	4.58
	Baja	76.66	5.32

En el cuadro 8, se observan los valores promedio del tiempo en operación del motocultor en el corte de arveses, donde el menor tiempo promedio por hectárea fue de 3.31 horas por hectárea en segunda velocidad de transmisión y en la velocidad alta de trabajo. La velocidad óptima para el corte de arveses en campo con respecto a la variable tiempo fue SEGUNDA VELOCIDAD DE TRANSMISION Y VELOCIDAD DE TRABAJO EN ALTA. Es importante mencionar que debe existir un paro- descanso del motocultor para evitar la falla o daño por sobrecalentamiento, por lo tanto, el tiempo real por hectárea puede duplicar el tiempo efectivo evaluado.

Evaluación de la altura de corte con el motocultor Parazzini

Cuadro 9. Valores promedio de altura de corte de arveses con segadora mecánica en primera velocidad de transmisión y velocidades de trabajo.

Velocidad de trabajo	Repeticiones	Distancia recorrida (m)	Altura promedio de arv- se (m)	Tiempo de recorrido (s)	Altura de corte (cm)	Altura promedio de corte (cm)
Primera velocidad de transmisión	R1	25	0.52	90.01	4	4.33
	R2	25	0.67	95.35	4	
	R3	25	0.56	87.74	5	
	R1	25	0.65	73.94	6	4.33
	R2	25	0.50	69.27	3	
	R3	25	0.54	73.09	4	
Alta	R1	25	0.40	56.49	4	4.0
	R2	25	0.55	52.21	5	
	R3	25	0.45	56.31	3	

Cuadro 10. Valores promedio de altura de corte de arvenses con segadora mecánica en segunda velocidad de transmisión y velocidades de trabajo.

Segunda Velocidad de transmisión	Velocidad	Repeticiones	Distancia recorrida (m)	Altura promedio de maleza (cm)	Tiempo de recorrido (s)	Altura de corte (cm)	Altura promedio de corte (cm)
	Baja	R1	25	45	44.07	5	4.66
		R2	25	30	43.64	3	
		R3	25	40	42.71	6	
	Media	R1	25	90	39.94	6	4.66
		R2	25	45	38.62	4	
		R3	25	40	40.19	4	
	Alta	R1	25	45	28.57	3	4.0
		R2	25	50	29.05	3	
		R3	25	55	28.80	6	

En el cuadro 9 y 10, podemos observar la altura de corte promedio, la segadora acoplada al motocultor de acuerdo con las especificaciones técnicas del proveedor tiene una altura de corte de entre 2 – 6 cm, los datos presentados de la evaluación muestran que para la primera velocidad de transmisión, las velocidades de trabajo baja y media fueron iguales con una altura de corte de 4.33 cm, no así, para la velocidad de trabajo alta con un registro de 4 cm. Misma tendencia registró la evaluación, donde las velocidades baja y media registraron 4.66 cm y para la velocidad de trabajo alta 4 cm, dicha variación para ambas velocidades de transmisión es posible sean debidas a las condiciones del relieve del terreno y también puede obedecer a las vibraciones ocasionadas por la máquina, lo que obligaba al operador a levantar por inercia la parte frontal al apoyarse en las manceras del equipo, además en la velocidad alta tanto en segunda como en primera velocidad de transmisión se aplicaba mayor fuerza de apoyo por las vibraciones producidas por el motocultor. Es importante mencionar que toda la materia en verde o residuos de los arvenses cortados, queda como una cubierta y que el volumen de esta cubierta depende de la altura y del número de arvenses en la superficie a trabajar.

Comparación de área sin trabajar vs trabajada con motocultor Parazzini a diferentes velocidades de transmisión



Figura 4.1 Control de arvenses a) antes de labor y b) después de labor con motocultor en primera velocidad de transmisión.



Figura 4.2 Control de arvenses a) antes de labor y b) después de labor con motocultor en segunda velocidad de transmisión.

En las figuras 4.1 y 4.2, se observa la comparación de las áreas antes y después del corte de arvenses con el motocultor, el equipo deja una cobertura en el suelo después del corte por lo que es necesario removerlas de forma manual.

Rendimiento teórico del motocultor

Cuadro 11. Valores de rendimiento teórico en hectáreas por hora con las diferentes velocidades de trabajo y velocidades de transmisión

Velocidad de trabajo	Velocidad de transmisión	Velocidad promedio (km/h)	Ancho teórico (m)	Rendimiento teórico (ha/h)
Baja	Primera velocidad	1.0779	0.97	0.1046
	Segunda velocidad	2.0779		0.2016
Media	Primera velocidad	1.327	0.97	0.1287
	Segunda velocidad	2.5594		0.2483
Alta	Primera velocidad	1.4795		0.1435
	Segunda velocidad	2.7981		0.2714

Rendimiento efectivo del motocultor

Cuadro 12. Valores de rendimiento efectivo en hectáreas por hora en las diferentes velocidades de trabajo y velocidades de transmisión

Velocidad de trabajo	Velocidad de transmisión	Superficie real de trabajo (m ²)	Tiempo efectivo de trabajo (h)	Rendimiento efectivo (ha/h)
Baja	Primera velocidad	50	0.0464	0.1078
	Segunda velocidad		0.0241	0.2077
Media	Primera velocidad		0.0377	0.1327
	Segunda velocidad		0.0195	0.2559
Alta	Primera velocidad		0.0338	0.1479
	Segunda velocidad		0.0179	0.2798

Resultados de la evaluación 2. Desbrozadora

Evaluación de consumo de combustible en ralentí de la desbrozadora

Cuadro 13. Valores de consumo de combustible en ralentí de la desbrozadora en un tiempo de 10 min

Repeticiones	Consumo de combustible (ml)
R1	50
R2	50
R3	50

En el cuadro 13, se observan los valores de consumo de combustible de la desbrozadora después de 10 min encendida en ralentí.

Evaluación del consumo de combustible en operación

Cuadro 14. Valores del consumo de combustible de la desbrozadora

Personas	Área (m ²)	Consumo de combustible (ml)
Hombre adulto mayor	20	50
Mujer joven	20	100
Hombre joven	20	80

En el cuadro 14, podemos observar el consumo de combustible en la desbrozadora realizado por tres diferentes personas de ambos géneros (masculino, femenino). La persona que tuvo el menor consumo de combustible fue el hombre adulto mayor, puesto que ya contaba con una capacitación y conocimiento del equipo, las otras dos personas no habían trabajado con un equipo de este tipo, por lo cual tardaron más en su operación.

Tiempo efectivo de operación

Cuadro 15. Valores del tiempo de operación de la desbrozadora

Personas	Área (m ²)	Tiempo de operación (s)
Hombre adulto mayor	20	127.07
Mujer joven	20	246.56
Hombre joven	20	235.04

En el cuadro 15, podemos observar el tiempo de operación en la desbrozadora realizado por tres diferentes personas de ambos géneros (masculino, femenino).

La persona que tuvo el menor tiempo de operación fue el hombre adulto mayor, puesto que ya contaba con una capacitación y conocimiento del equipo, las otras dos personas no habían trabajado con un equipo de este tipo, por lo cual tardaron más en su operación. Podemos afirmar que a mayor tiempo de trabajo mayor el consumo de combustible.

Rendimiento teórico de la desbrozadora

No se consideró la determinación de este parámetro al no tener un ancho de trabajo específico por parte del fabricante y también se sabe que el ancho de trabajo depende de la habilidad del operador y del largo del hilo de corte que seleccione también el operador.

Rendimiento efectivo de la desbrozadora

Cuadro 16. Valores del rendimiento efectivo de trabajo determinados en la superficie de prueba y del rendimiento efectivo de trabajo proyectados a horas por hectárea

Operador	Superficie efectiva de trabajo (m ²)	Superficie efectiva de trabajo proyectado (ha)	Tiempo efectivo de trabajo (h)	Rendimiento efectivo de trabajo (ha/h)	Rendimiento efectivo de trabajo proyectado (h/ha)
Hombre adulto mayor	20	1	0.0353	0.0567	17.65
Mujer joven			0.0685	0.0292	34.25
Hombre joven			0.0653	0.0306	32.65

En el cuadro 15, podemos observar los valores del rendimiento efectivo de trabajo proyectado a partir del cálculo del tiempo de operación de la desbrozadora en un área determinada de prueba. Podemos discutir que el rendimiento efectivo de trabajo proyectado de la operación de la desbrozadora fue superior en 85 y 94%, al ser utilizado por el hombre adulto mayor en comparación con el hombre y mujer joven, respectivamente. Este diferencial puede ser debido a que el operador hombre adulto mayor es una persona que habitualmente realiza ese trabajo, a diferencia de los dos operadores restantes, los cuales no realizan ese trabajo.

Comparación de área sin trabajar vs trabajada con desbrozadora



Figura 4.3 Control de arvenses a) antes de labor y b) después de labor con desbrozadora.

En la Figura 4.3, se observa la comparación del área antes y después de la labor de corte de arvenses con la desbrozadora, este equipo troza las arvenses en pedazos pequeños y no deja una cobertura vegetal tan densa en el área trabajada.

Resultados de la evaluación 3. Herbicidas

Evaluación de boquillas en bomba de fumigar

Cuadro 17. Valores de gasto de las diferentes boquillas

Número de boquilla	Área (m ²)	Cantidad inicial (L)	Cantidad final (L)	Cantidad gastada (L)	Gasto L/ha
8001	10	1	0.770	0.230	230
8002	10	1	0.785	0.215	215
8003	10	1	0.550	0.450	450
8004	10	1	0.645	0.355	355

En el cuadro 17, se puede observar la diferencia en el gasto en litros por hectárea de cada boquilla, siendo la 8003 la de mayor gasto y la 8002 la de menor gasto, respectivamente. Posteriormente después de la calibración, la boquilla seleccionada para la evaluación fue la 8002, ya que esta fue la que más se aproximó a los 200 litros que de manera cultural se aplican como dosis de productos químicos en campo.

Dosis de herbicidas

Cuadro 18. Dosis mínimas y máximas de herbicidas aplicados en campo

No	Producto comercial	Dosis mínima recomendada (200 L agua)	Dosis mínima aplicada (1.5 L agua)	Dosis máxima recomendada (200 L agua)	Dosis máxima aplicada (1.5 L agua)
1	Paraquat 1	1.5 L	11.25 ml	2 L	15 ml
2	Paraquat 2	1.5 L	11.25 ml	3 L	22.5 ml
3	Paraquat + diuron	1.5 L	11.25 ml	3 L	22.5 ml
4	Glufosinato de amonio 1	1.125 L	8.5 ml	1.5 L	11.25 ml
5	Glufosinato de amonio 2	1 L	7.5 ml	3L	22.5 ml

En el cuadro 18, se muestran las dosis mínimas y máximas recomendadas por el proveedor, así mismo, las dosis mínimas y máximas calculadas y aplicadas para la evaluación de herbicidas bajo condiciones en campo.

Consumo de herbicida por aplicación

Cuadro 19. Cantidad de herbicida aplicado en dosis baja en la parcela de prueba.

Producto comercial	Áreas con dosis baja	Cantidad inicial (L)	Cantidad final (L)	Consumo (L)
Paraquat 1	T1B	1.5	1.140	0.360
Paraquat 2	T2B	1.5	1.030	0.470
Paraquat + diuron	T3B	1.5	1.140	0.360
Glufosinato de amonio 1	T4B	1.5	1.100	0.400
Glufosinato de amonio 2	T5B	1.5	1.080	0.420

En el cuadro 19, podemos observar los valores de dosis aplicada en cada uno de los tratamientos en dosis baja, la variación en las cantidades fue debida al error del operador en el tiempo de aplicación en las parcelas; se supone que el consumo debería ser el mismo dado que las condiciones de prueba son iguales.

Cuadro 20. Cantidad de herbicida aplicado en dosis alta en la parcela de prueba

Producto comercial	Áreas con dosis alta	Cantidad inicial (L)	Cantidad final (L)	Consumo (L)
Paraquat 1	T1A	1.5	1.100	0.400
Paraquat 2	T2A	1.5	1.050	0.450
Paraquat + diuron	T3A	1.5	1.150	0.350
Glufosinato de amonio 1	T4A	1.5	0.860	0.640
Glufosinato de amonio 2	T5A	1.5	1.150	0.350

En el cuadro 20, podemos observar los valores de dosis aplicada en cada uno de los tratamientos en dosis alta, la variación en las cantidades fue debida al error del operador en el tiempo de aplicación en las parcelas; se supone que el consumo debería ser el mismo dado que las condiciones de prueba son iguales.

Evaluación del porcentaje de eficacia de herbicidas en dosis baja

Cuadro 21. Valores promedio en la evaluación visual de la eficiencia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis baja del primer producto comercial.

Paraquat 1 en dosis baja										Promedio (%)
	C1*	C2*	C3*	C4*	C5*	C6*	C7*	C8*	Suma	Promedio (%)
R1	5	10	6	10	11	10	7	7	66	72.50
R2	10	11	7	9	6	10	10	10	73	
R3	10	6	10	10	10	6	11	11	74	
R4	11	11	10	11	11	8	8	11	81	
R5	6	10	10	10	5	10	12	11	74	
R6	5	5	11	12	5	7	10	12	67	

C1*-C8*: Representa cada una de las 8 divisiones para evaluar visualmente la eficacia del producto en la fotografía.

En el cuadro 21, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis baja: Paraquat 1 (200g. de i.a./L) = 72.50 %

Cuadro 22. Valor promedio en la evaluación visual de la eficiencia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis baja del segundo producto comercial

Paraquat 2 en dosis baja										Promedio (%)
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	Promedio (%)
R1	8	6	10	10	8	8	10	10	70	76.17
R2	6	6	10	12	8	10	12	10	74	
R3	10	10	10	8	10	6	10	10	74	
R4	10	10	10	12	12	8	10	10	82	
R5	10	10	10	10	12	10	10	10	82	
R6	11	8	8	8	10	10	10	10	75	

En el cuadro 22, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis baja: Paraquat 2 (200g. de i.a./L) = 76.17 %

Cuadro 23. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis baja del tercer producto comercial

Pardy (Paraquat + diuron) dosis baja										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	Promedio (%)
R1	8	5	8	5	8	5	8	8	55	60.67
R2	10	6	8	8	8	8	10	10	68	
R3	6	6	8	8	8	6	6	6	54	
R4	8	5	8	8	5	5	8	8	55	
R5	10	8	8	10	10	8	10	10	74	
R6	8	5	8	8	8	5	8	8	58	

En el cuadro 23, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis baja: Paraquat + diuron (200+100 g. de i.a./L) =60.67 %.

Cuadro 24. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis baja del cuarto producto comercial

Glufosinato de amonio 1 en dosis baja										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	Promedio (%)
R1	10	10	8	8	10	11	8	5	70	58.00
R2	11	11	11	8	8	10	11	8	78	
R3	11	11	11	10	11	11	11	8	84	
R4	5	5	2	8	8	2	2	8	40	
R5	5	2	2	8	8	2	2	8	37	
R6	8	2	2	5	10	2	2	8	39	

En el cuadro 24, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis baja: Glufosinato de amonio 1 (200g. de i.a./L) =58.00 %.

Cuadro 25. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis baja del quinto producto comercial

Glufosinato de amonio 2 en dosis baja										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	Promedio (%)
R1	6	6	6	11	11	6	6	8	60	58.83
R2	11	8	8	8	8	8	3	8	62	
R3	5	3	3	5	8	3	3	5	35	
R4	10	5	5	2	10	8	5	5	50	
R5	10	6	10	10	10	10	8	6	70	
R6	8	10	10	10	10	10	10	8	76	

En el cuadro 25, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis baja: Glufosinato de amonio 2 (150g. de i.a./L) =58.83 %.

Cuadro 26. Comparación del porcentaje de eficacia de los productos comerciales en dosis baja.

Herbicida	Porcentaje de eficiencia (%)	índice	% de control de arveses
Paraquat 1	72.50	71-80	BUENO
Paraquat 2	76.17	71-80	BUENO
Paraquat + diuron	60.67	41-60	REGULAR
Glufosinato de amonio 1	58.00	41-60	REGULAR
Glufosinato de amonio 2	58.53	41-60	REGULAR

En el cuadro 26, observamos que en el porcentaje del control de arveses los dos herbicidas paraquat 1 y paraquat 2 pueden considerarse como una buena opción en la aplicación de dosis baja.

Evaluación del porcentaje de eficacia de herbicidas en dosis alta

Cuadro 27. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis alta del primer producto comercial

Paraquat 1 en dosis alta										Promedio (%)
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	
R1	6	6	2	6	6	6	2	10	44	65.67
R2	8	8	8	10	8	10	6	8	66	
R3	10	6	6	8	10	6	6	8	60	
R4	10	8	6	8	10	8	6	10	66	
R5	10	10	10	10	10	10	10	10	80	
R6	10	10	10	10	10	8	10	10	78	

En el cuadro 27, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis alta: Paraquat 1 (200g. de i.a./L) =65.67 %

Cuadro 28. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis alta del segundo producto comercial

Paraquat 2 dosis alta										93.67
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	93.67
R1	12	12	12	12	10	12	10	12	92	
R2	12	12	12	12	12	12	12	12	96	
R3	12	12	12	12	12	12	12	12	96	
R4	10	12	12	12	12	10	12	12	92	
R5	10	12	12	12	12	12	12	12	94	
R6	12	10	12	12	10	12	12	12	92	

En el cuadro 28, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis alta: Paraquat 2 (200g. de i.a./L) =93.67%.

Cuadro 29. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis alta del tercer producto comercial

Paraquat + diuron en dosis alta										74.67
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	74.67
R1	10	10	10	10	8	10	8	10	76	
R2	10	10	6	6	10	10	6	6	64	
R3	10	10	10	10	10	10	10	10	80	
R4	10	10	10	6	10	10	6	8	70	
R5	10	10	10	10	10	10	10	10	80	
R6	10	10	10	10	10	10	8	10	78	

En el cuadro 29, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA dosis alta: Paraquat + diuron (200+100g. de i.a./L) =74.67 %

Cuadro 30. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis alta del cuarto producto comercial

Glufosinato de amonio 1 en dosis alta										85.00
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	85.00
R1	12	12	10	12	12	12	10	12	92	
R2	10	12	12	10	10	12	12	12	90	
R3	10	12	10	12	10	12	12	10	88	
R4	8	10	12	10	10	10	12	12	84	
R5	8	10	10	10	10	10	10	10	78	
R6	10	10	10	10	10	10	8	10	78	

En el cuadro 30, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis alta: Glufosinato de amonio 1 (200g. de i.a./L) =85.00 %

Cuadro 31. Valor promedio en la evaluación visual de la eficacia a los 13 días después de la aplicación (DDA) en dosis alta del quinto producto comercial

Glufosinato de amonio 2 dosis alta										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Suma	Promedio (%)
R1	12	12	10	12	10	12	12	12	92	92.33
R2	12	12	10	12	12	12	10	10	90	
R3	12	12	10	12	12	12	12	12	94	
R4	12	12	12	10	12	10	12	12	92	
R5	12	10	12	12	12	12	12	12	94	
R6	12	12	12	12	12	10	12	10	92	

En el cuadro 31, se muestra el resultado de los valores promedio de la eficacia del producto a los 13 DDA en dosis alta: Glufosinato de amonio 2 (150g. de i.a./L) =92.33 %

Cuadro 32. Comparación del porcentaje de eficacia de los productos comerciales en dosis alta de acuerdo a la escala de (ALAM,1974).

Herbicida	Porcentaje de eficacia (%)	índice	% de control de arvenses
Paraquat 1	65.67	61-70	SUFICIENTE
Paraquat 2	93.67	90-100	EXCELENTE
Paraquat + diuron	74.67	71-80	BUENO
Glufosinato de amonio 1	85	81-90	MUY BUENO
Glufosinato de amonio 2	92.33	90-100	EXCELENTE

En el cuadro 32, observamos que en el porcentaje del control de arvenses los dos herbicidas paraquat 2 y glufosinato de amonio 2 pueden considerarse como la mejor opción en la aplicación de dosis alta y baja. Otra consideración importante es el tiempo de control de los herbicidas, para el caso de los tratamientos T1, T2, T3, T4 presentaron un tiempo de control de 22 días después de la aplicación, siendo el glufosinato de amonio 2 (T5) el único herbicida que logró un tiempo de control de 27 días después de la aplicación.

Cuadro 33. Precios de los herbicidas comerciales

Producto comercial	Precio por litro
Paraquat 1	\$102.8
Paraquat 2	\$66.36
Paraquat + diuron	\$119.63
Glufosinato de amonio 1	\$224.53
Glufosinato de amonio 2	\$160.00

En el cuadro 33, se presentan los precios por litro de cada producto, observando que el herbicida de mayor costo es el “Glufosinato de amonio 2” con un precio al mercado de \$160 y el producto de menor precio es “Paraquat 2” con un valor de \$66.36 por cada litro.

Dada las condiciones del precio y los resultados de la evaluación la opción 1: para el control de arvenses es glufosinato de amonio 2 (T5) y la opción 2: paraquat 2 (T2).

Monitoreo de la eficacia de los herbicidas comerciales en dosis baja

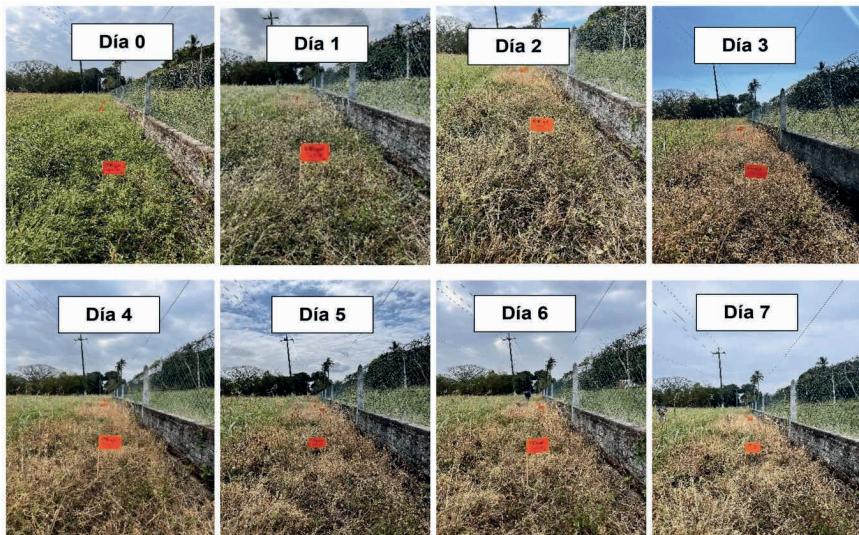


Figura 4. 4 Eficacia en dosis baja del primer producto comercial “Paraquat 1” monitoreado en un período de 7 días.

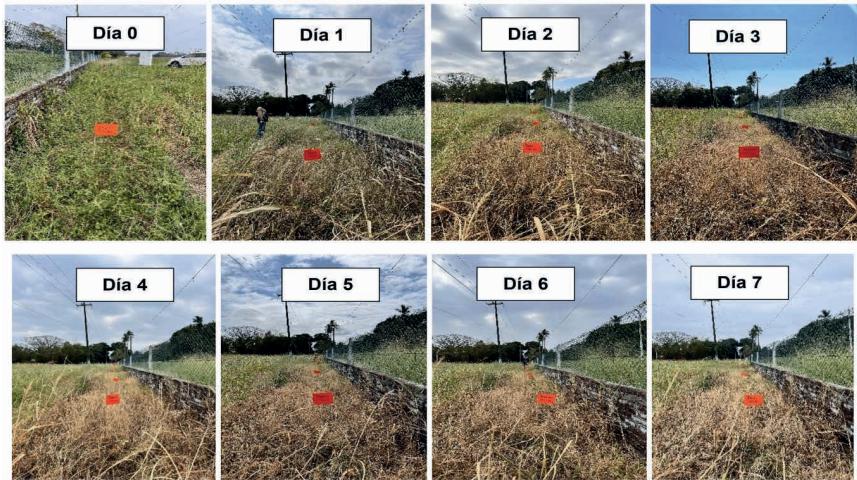


Figura 4.5 Eficacia en dosis baja del segundo producto comercial "Paraquat 2" monitoreado en un periodo de 7 días.

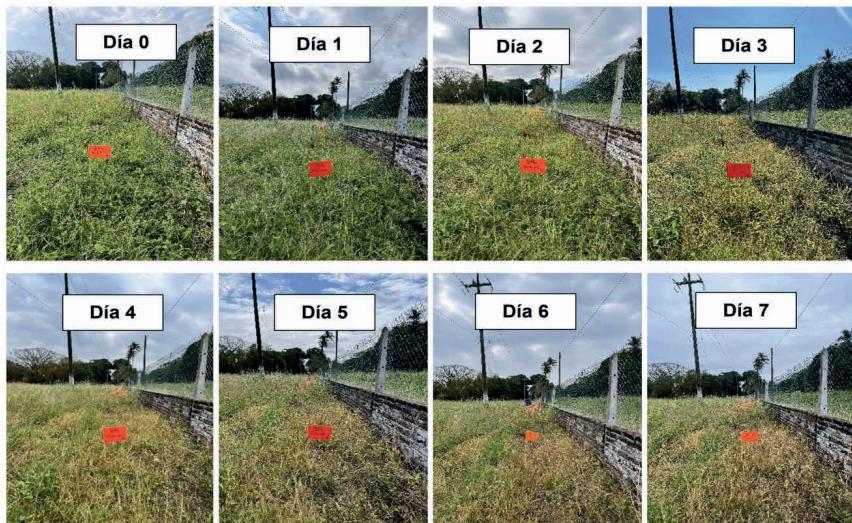


Figura 4.6 Eficacia en dosis baja del tercer producto comercial "Paraquat + diuron" monitoreado en un periodo de 7 días.

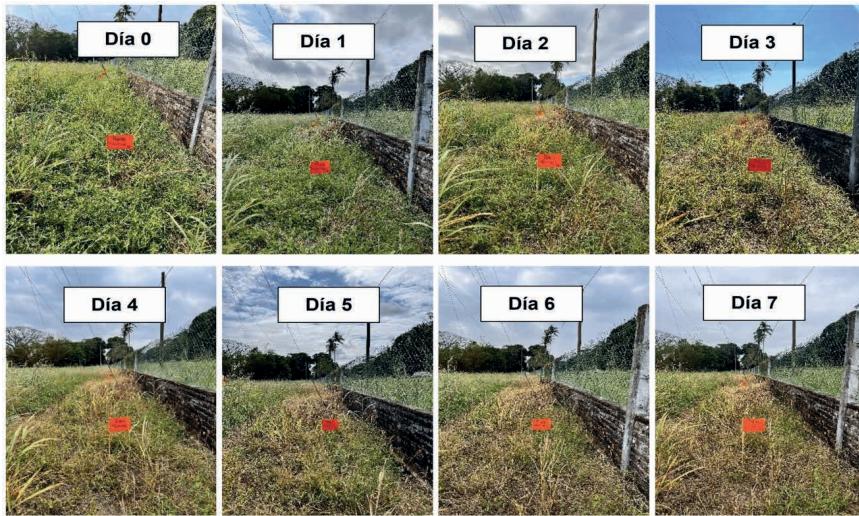


Figura 4.7 Eficacia en dosis baja del cuarto producto comercial "Glufosinato de amonio 1" monitoreado en un periodo de 7 días.

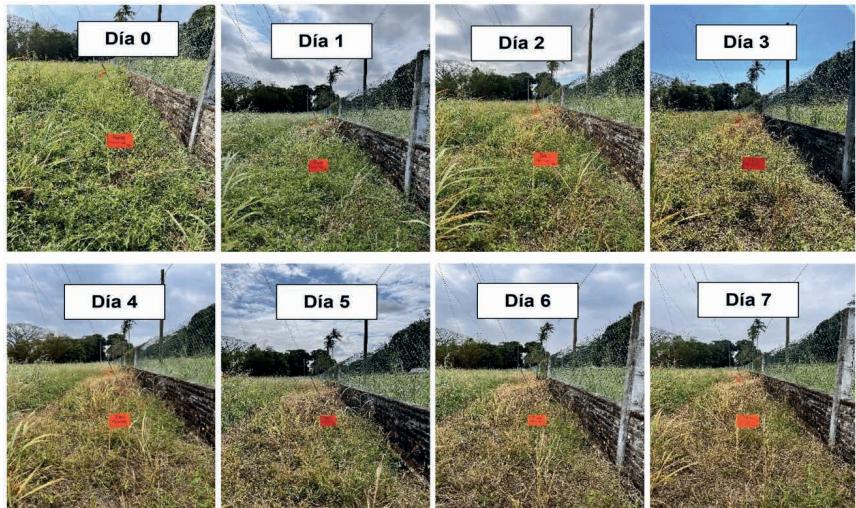


Figura 4.8 Eficacia en dosis baja del quinto producto comercial "Glufosinato de amonio 2" monitoreado en un período de 7 días.

En las figuras 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8, se observan las diferentes etapas de control de los cinco herbicidas comerciales monitoreados en un periodo de 7 días con una aplicación de dosis baja recomendada por el fabricante. El producto “Paraquat 2” presentó cambios notables en las arvenses al siguiente día de la aplicación, mientras que los productos “Paraquat 1” y “Paraquat + diuron” empezaron a presentar cambios después del segundo día, por último, los productos “Glufosinato de amonio 1 y 2” comenzaron a actuar después del cuarto día.

Evaluación visual del porcentaje de eficacia de los herbicidas comerciales en dosis baja a los 13 DDA

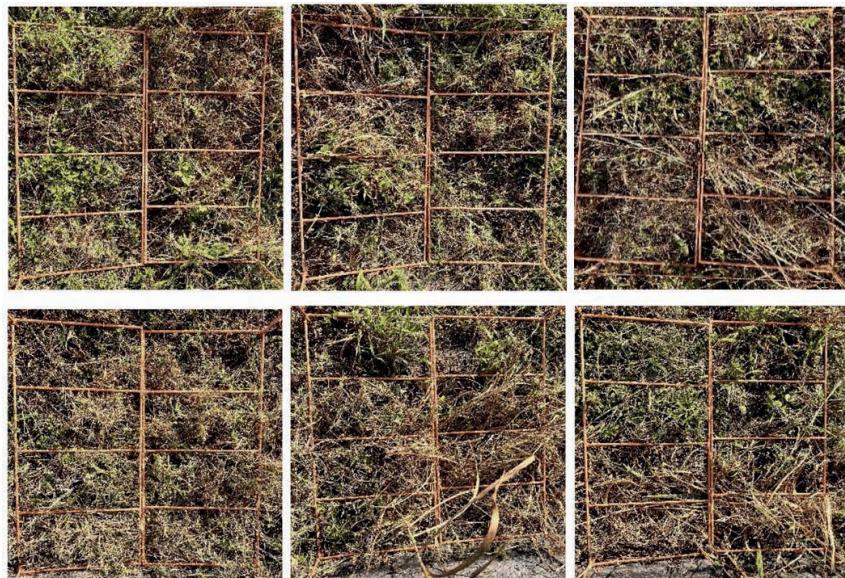


Figura 4. 9 Evaluación visual de la eficacia en dosis baja del primer producto comercial “Paraquat 1”,13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados “secos o muertos”.

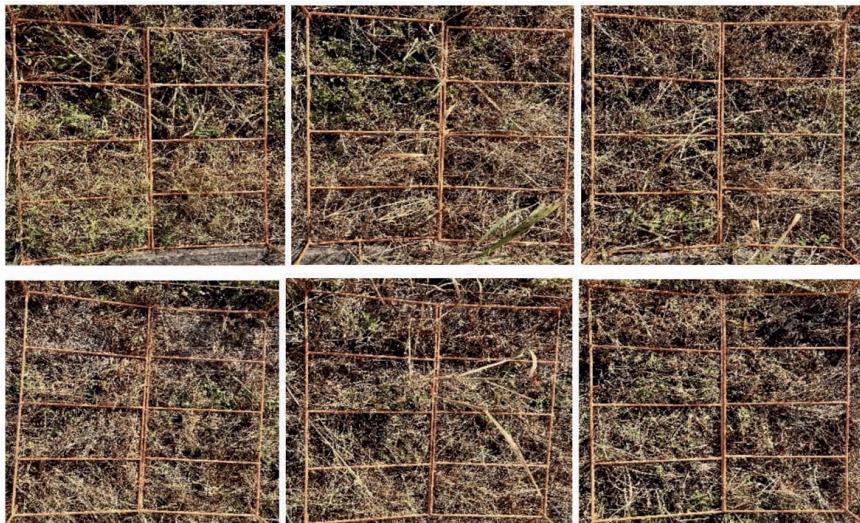


Figura 4. 10 Evaluación visual de la eficacia en dosis baja del segundo herbicida comercial “Paraquat 2”,13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados “secos o muertos”.

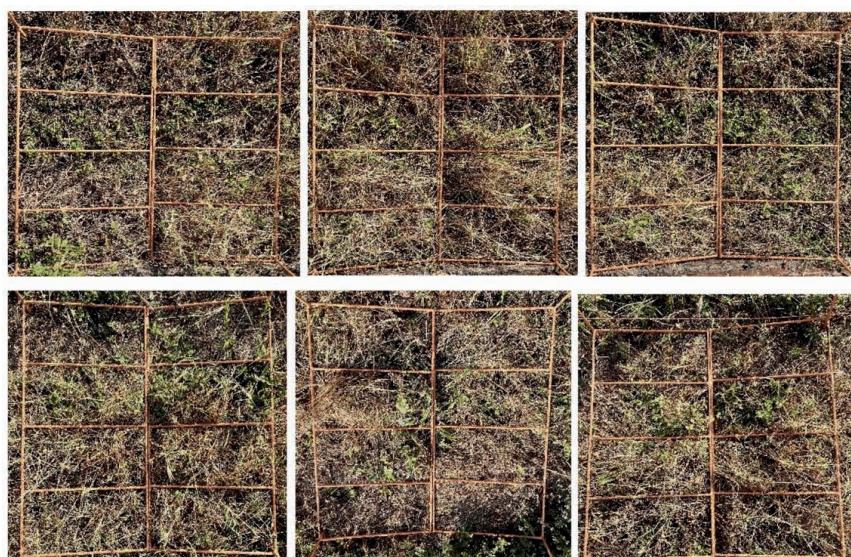


Figura 4. 11 Evaluación visual de la eficacia en dosis baja del tercer herbicida comercial “Paraquat + diuron”,13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados “secos o muertos”.

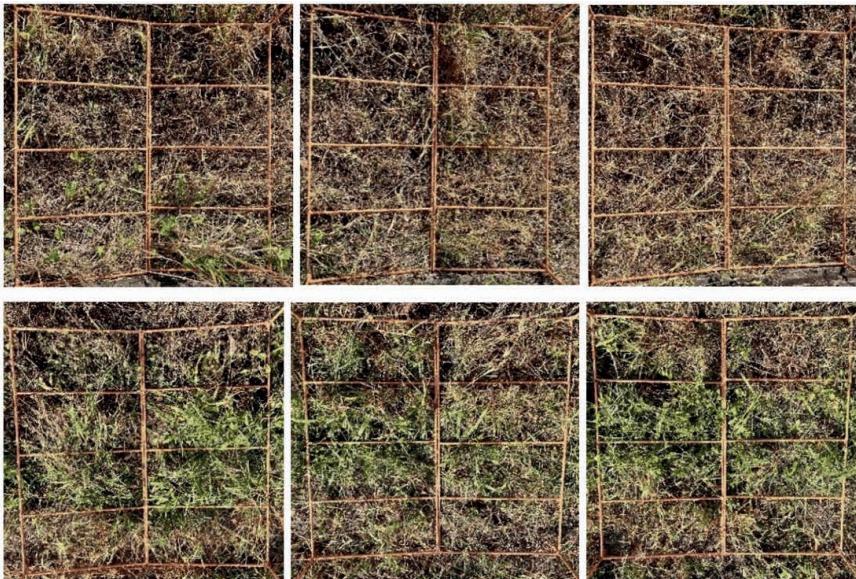


Figura 4.12 Evaluación visual de la eficacia en dosis baja del cuarto herbicida comercial "Glufosinato de amonio 1", 13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados "secos o muertos".

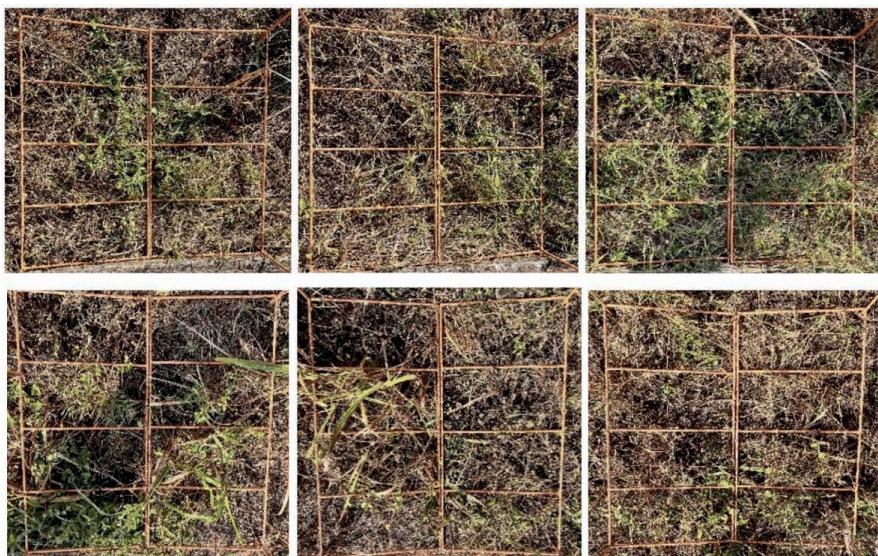


Figura 4.13 Evaluación visual de la eficacia en dosis baja del quinto herbicida comercial "Glufosinato de amonio 2", 13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados "secos o muertos".

Monitoreo a los 27 días despues de la aplicación en dosis baja para el control de arvenses de los cinco diferentes tratamientos de herbicidas



Figura 4. 14 Monitoreo a los 27 DDA de la eficacia de los cinco herbicidas comerciales en dosis baja: 1) "Paraquat 1", 2) "Paraquat 2", 3) "Paraquat + diuron", 4) "Glufosinato de amonio 1", 5) "Glufosinato de amonio 2".

En la Figura 4.14, Se puede apreciar que ya no existe efecto de daño en las arvenses, al contrario, se puede observar que ya empezó el brote de arvenses nuevas, por lo que se asume que los productos aplicados en dosis baja no tienen un control muy duradero.

Monitoreo de la eficacia de los herbicidas comerciales en dosis alta



Figura 4. 15 Eficacia en dosis alta del primer producto comercial “Paraquat 1” monitoreado en un periodo de 7 días.

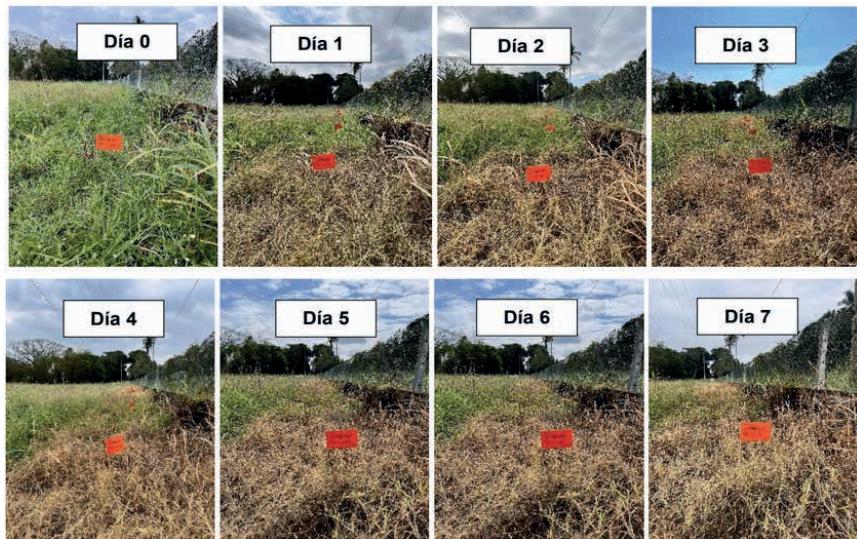


Figura 4. 16 Eficacia en dosis alta del segundo producto comercial “Paraquat 2” monitoreado en un periodo de 7 días.

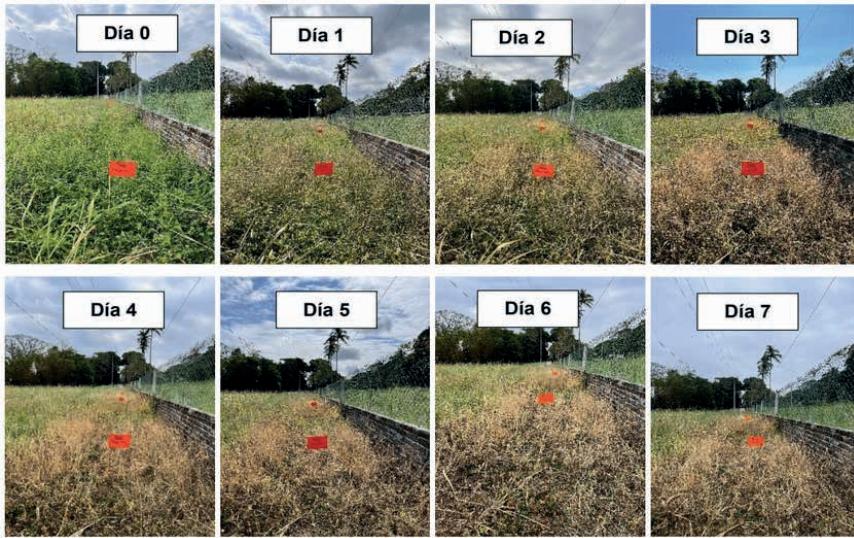


Figura 4.17 Eficacia en dosis alta del tercer producto comercial “Paraquat + diuron” monitoreado en un periodo de 7 días.

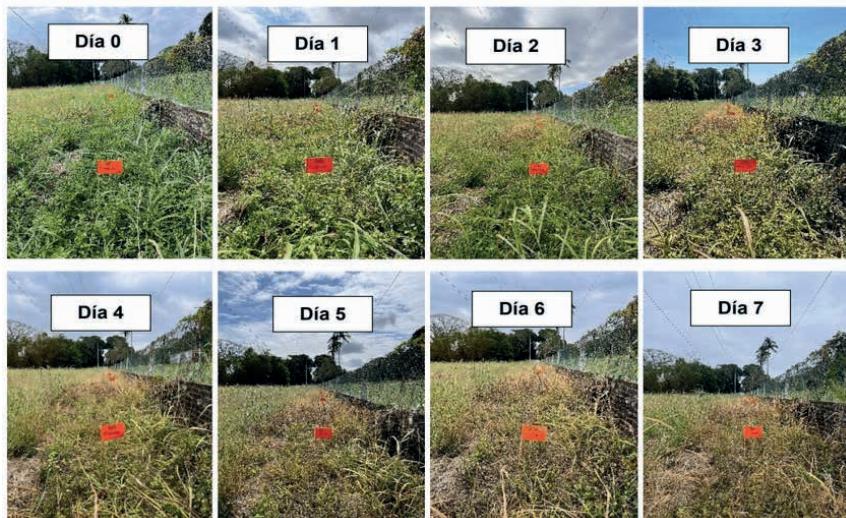


Figura 4.18 Eficacia en dosis alta del cuarto producto comercial “Glufosinato de amonio” monitoreado en un periodo de 7 días.

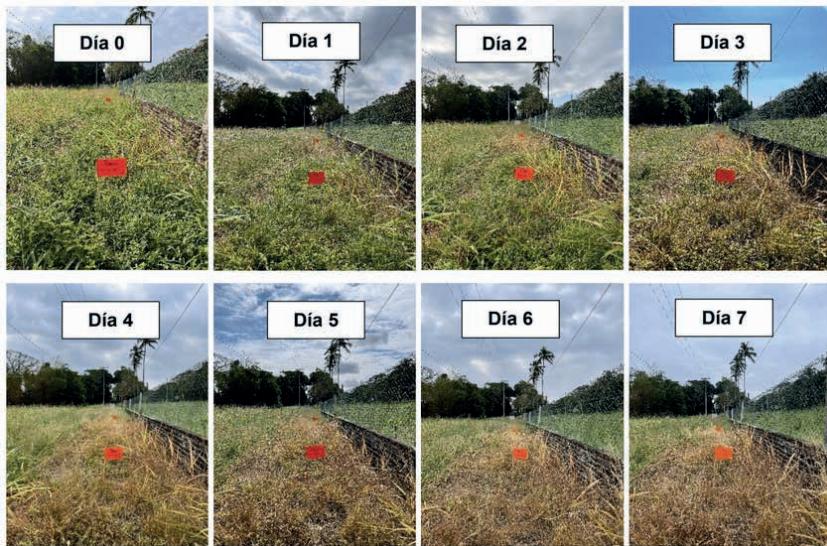


Figura 4.19 Eficacia en dosis alta del quinto producto comercial “Glufosinato de amonio 2” monitoreado en un periodo de 7 días.

En las figuras 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 y 4.19, se observan las diferentes etapas de control de los cinco herbicidas comerciales en un período de 7 días en su dosis alta recomendada por el fabricante. El producto “Paraquat 2” presentó cambios notables en las arveses al siguiente día de la aplicación, mientras que los productos “Paraquat 1” y “Paraquat + diuron” empezaron a presentar cambios visibles durante el segundo y tercer día respectivamente, por último, los herbicidas Glufosinato de amonio 1 y 2 comenzaron a actuar en el cuarto día.

Evaluación visual del porcentaje de eficacia de los herbicidas comerciales en dosis alta a los 13 DDA.

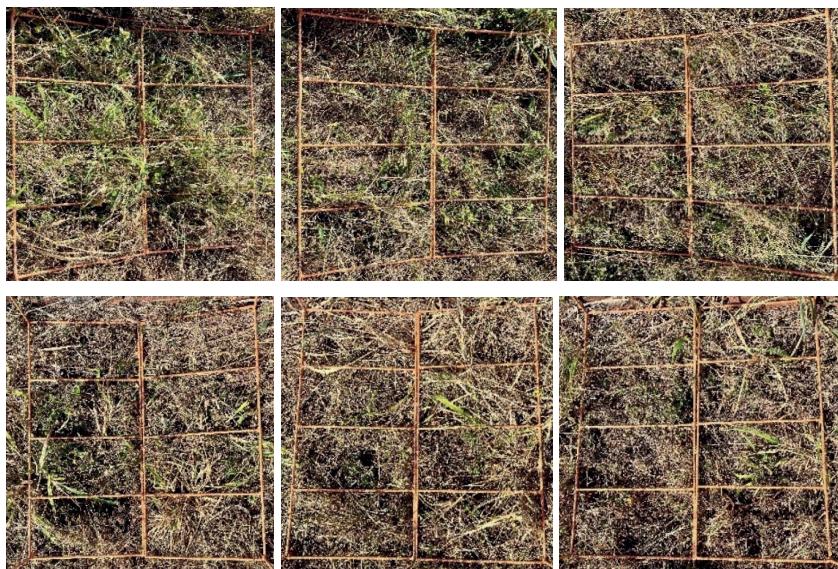


Figura 4. 20 Evaluación visual de la eficacia en dosis alta del primer producto comercial “Paraquat 1”, 13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados “secos o muertos”.

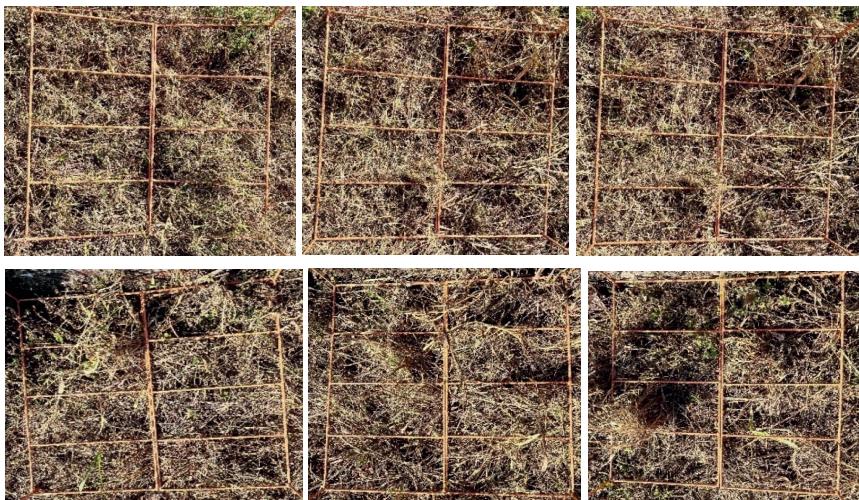


Figura 4. 21 Evaluación visual de la eficacia en dosis alta del primer producto comercial “Paraquat 2”, 13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados “secos o muertos”.

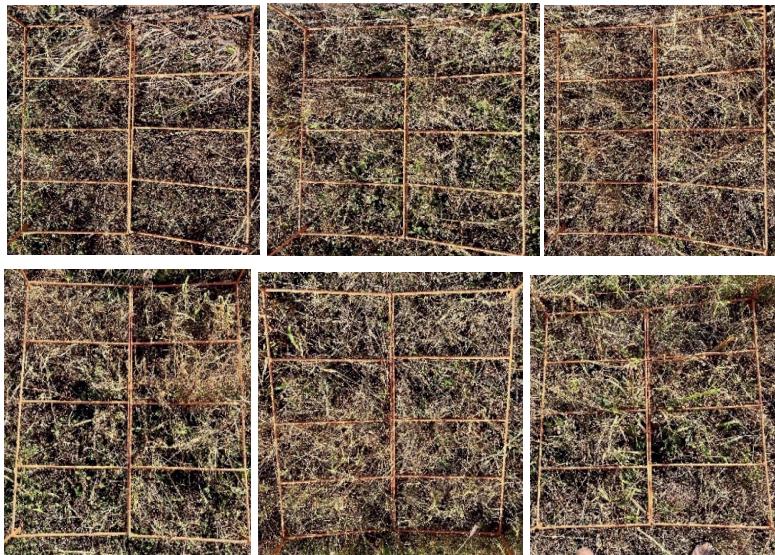


Figura 4. 22 Evaluación visual de la eficacia en dosis alta del primer producto comercial “Paraquat + diuron”, 13-DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados “secos o muertos”.



Figura 4. 23 Evaluación visual de la eficacia en dosis alta del cuarto herbicida comercial “Glufosinato de amonio 1”, 13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados “secos o muertos”.

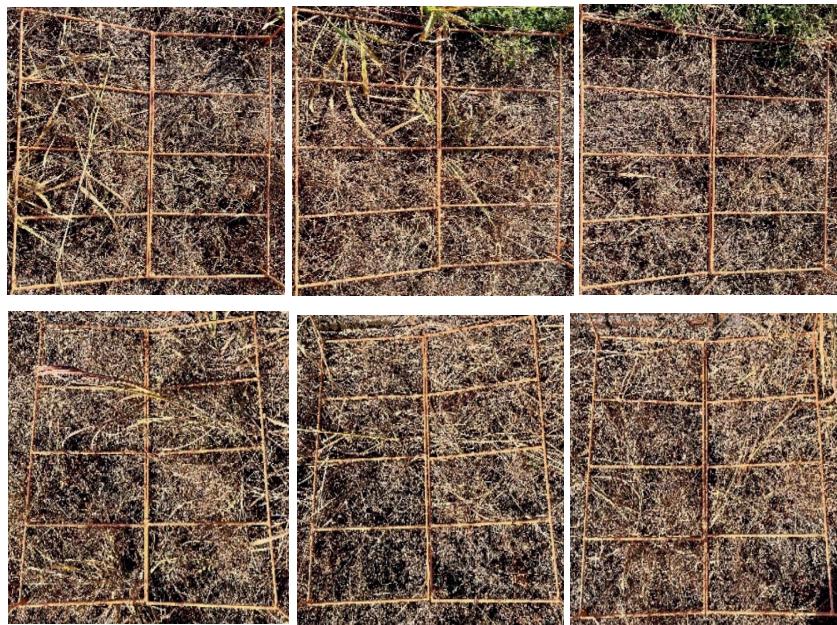


Figura 4. 24 Evaluación visual de la eficacia en dosis alta del cuarto herbicida comercial "Glufosinato de amonio 2", 13 DDA, dado que ya los arvenses estaban completamente eliminados "secos o muertos".

Monitoreo a los 27 días después de la aplicación en dosis alta para el control de arvenses de los cinco diferentes tratamientos de herbicidas

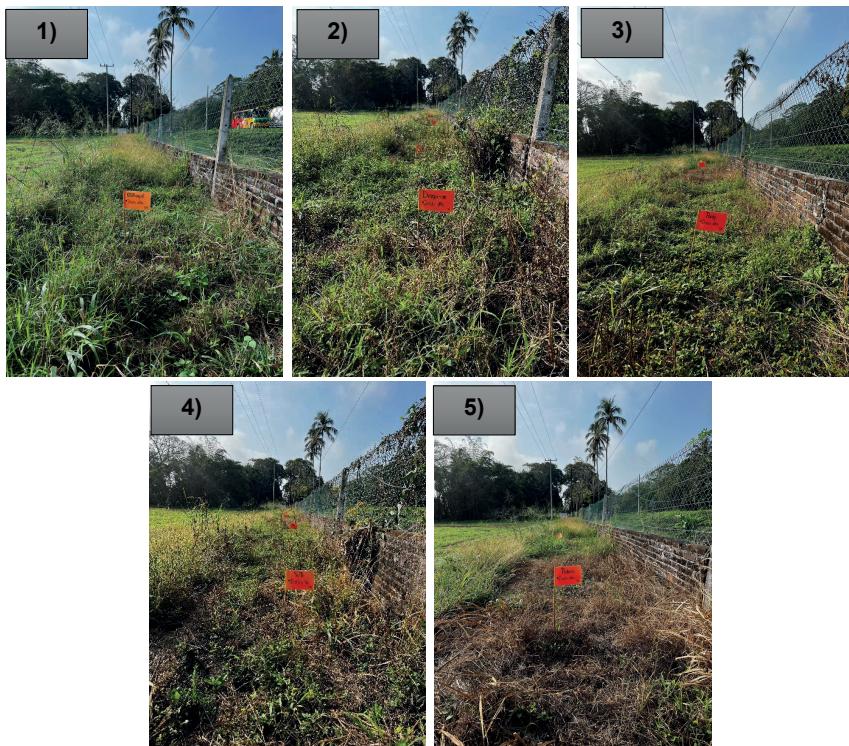


Figura 4.25 Monitoreo de eficacia al día 27 de los cinco herbicidas comerciales en dosis alta: 1) "Paraquat 1", 2) "Paraquat 2", 3) "Paraquat + diuron", 4) "Glufosinato de amonio 1", 5) "Glufosinato de amonio 2".

En la Figura 4.25, se observan los cinco diferentes herbicidas comerciales en dosis alta, 27 días después de su aplicación en campo y se aprecia que el herbicida con mayor control de las arvenses fue el 5) "Glufosinato de amonio 2", ya que los productos 1) "Paraquat 1", 2) "Paraquat 2", 3) "Paraquat + diuron" se aprecian los rebrotes de arvenses nuevas.

Resultado del desarrollo del Prototipo multiherramientas manual para el control de arvenses del pequeño productor

Se muestran los resultados a través de imágenes ya que por los códigos de secrecía de la propiedad intelectual no se permite detallar ninguna información, cálculo, plano o descripción del prototipo.

Solo se describe brevemente como una multi-herramienta manual de cinco picos para el control de arveses (ver Figura 4.26) en superficie sin cultivo en pre siembra o para la eliminación de malezas en el entresurco como cultivo (15-20 días después de la siembra). También esta herramienta integra dos funciones más: la primera como un doble azadón (dos azadones montados en la barra) para cortar las arveses en el entresurco y una función más de traila de carga (equipo tipo "diablo de carga"), con capacidad de hasta 50 kilogramos.



Figura 4.26. Imágenes fotográficas del prototipo Multiherramientas

Por otra parte, se realizaron algunas modificaciones al diseño de azadón manual tipo tradicional como: el incremento al doble del ancho de trabajo, cambio de la longitud y material del timón, en las formas de corte en plana y dentada; todo ello para la mejora de la eficiencia de trabajo.



Figura 4.27 Azadones con modificaciones (longitud de timón, doble ancho de trabajo y base de corte en dentada y plana).



Figura 4.28 Azadones con modificaciones (longitud de timón, doble ancho de trabajo y base de corte en dentada y plana).



C A P Í T U L O 5

CONCLUSIONES

En la evaluación del control mecánico:

- El motocultor Parazzini es una alternativa eficiente para los pequeños productores en el control de arvenses en áreas de una a tres hectáreas, mostrando un rendimiento efectivo por hectárea de 3 horas con 18 minutos, un consumo de combustible de 8.33 litros y una altura del corte a partir del relieve del suelo de 4 centímetros.
- La desbrozadora STILH resultó ser otra alternativa eficiente para los pequeños productores en el control de arvenses, pero con áreas menores a una hectárea. Este equipo tiene un rendimiento efectivo de 17.65 horas por hectárea cuando la persona está capacitada.

En la evaluación de los herbicidas comerciales:

- El tratamiento 5 **glufosinato de amonio 2** (150g. de i.a./L) en dosis de tres litros por hectárea de producto comercial, es la mejor alternativa para sustituir el uso del glifosato en el sistema milpa en las condiciones que prevalecen para la zona centro del estado de Veracruz, con una eficiencia del 92.33% y un periodo de control de 27 días después de la aplicación.
- El tratamiento 2 **paraquat 2** (200g. de i.a./L) en dosis de tres litros por hectárea de producto comercial, es la segunda alternativa para sustituir el uso del glifosato en el sistema milpa en las condiciones que prevalecen para la zona centro del estado de Veracruz, con una eficiencia del 93.67% y un periodo de control de 22 días después de la aplicación.

Se recomienda para futuras investigaciones elaborar pruebas toxicológicas de los productos aquí propuestos, puesto que la norma mexicana NOM-232-SSAI-2009 solo reglamenta o regula las características del producto en la etiqueta. Se recomienda también que la norma exija la evaluación toxicológica. Estos productos evaluados son de categoría en peligro cuatro con banda azul y categoría tres con banda amarilla.

- Se describe el desarrollo del prototipo como una multi-herramienta manual de cinco picos para el control de arves (ver figura 4.1) en superficie sin cultivo en pre siembra o para la eliminación de malezas en el entresuelo como cultivo (15-20 días después de la siembra). También esta herramienta integra dos funciones más: la primera como un doble azadón (dos azadones montados en la barra) para cortar las arves en el entresuelo y una función más de traila de carga (equipo tipo "diablo de carga"), con capacidad de hasta 50 kilogramos.
- Por otra parte, se realizaron algunas modificaciones al diseño de azadón manual tipo tradicional como: el incremento al doble del ancho de trabajo, cambio de la longitud y material del timón, en las formas de corte plana y dentada; todo ello para la mejora de la eficiencia de trabajo.

REFERENCIAS

- 1.Auravant., 2024. Control de malezas: ¿Cómo evitar las malezas difíciles? <https://www.auravant.com/blog/agricultura-de-precision/control-de-malezas-como-evitar-las-malezas-dificiles/> (marzo, 2025).
- 2.Baumann Paul A., 2013. Como identificar malezas, comunicaciones agrícolas <https://www.co.cowlitz.wa.us/DocumentCenter/View/1329/Como-identificar-malezas> (10 marzo de 2025)
- 3.BCS IBERICA, 2024; El aliado de la agricultura ecológica: el motocultor, <https://www.bcsagricola.com/blog/post/el-aliado-de-la-agricultura-ecolica-el-motocultor> (27, febrero, 2025).
- 4.BCS IBERICA, 2024; Así comenzó todo. <https://www.bcsagricola.com/asi-comienza-todo> (27 febrero 2025).
- 5.Bienestar, S. de. (2020, octubre 8). Sembrando Vida es el programa agroforestal productivo más grande del mundo y el más importante generador de empleos en el país. <http://www.gob.mx/bienestar/prensa/sembrando-vida-es-el-programa-agroforestal-productivo-mas-grande-del-mundo-y-el-mas-importante-generador-de-empleos-en-el-pais>
- 6.Bienestar. S. de. (2024, enero). Sembrando vida <https://programasparaelbienestar.gob.mx/sembrando-vida/>
- 7.Blanco Valdés, Yaisys; Leyva Galán, Ángel; Castro Lizazo, Iván. 2014. Determinación del período crítico de competencia de arvenses en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) Cultivos Tropicales, vol. 35, núm. 3, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba pp. 62-69.
- 8.BPA, 2024. Equipos y técnicas de aplicación terrestre. Ministerio de agricultura de Costa Rica. Pp 12-15
- 9.Buenrostro, M. (2009). Las bondades de la milpa—Revista Ciencias. 30-32. <https://www.revistacienciasunam.com/es/41-revistas/revista-ciencias-92-93/213-las-bondades-de-la-milpa.html>
- 10.Camacho T.J.H., Herrera V.P.P y Montenegro R.O. 2003. Manejo y calibración de aspersoras para la aplicación de agroquímicos, primera Edición. Colombia. P 9.

- 11.Castillo-López E, Marín-Collí EE, López-Tolentino G, Jiménez-Chi JA, Muñoz-Osorio GA. 2021. Perspectivas del sistema milpa en Yucatán. Bioagrociencias 14(2): 13-22.
- 12.CEDRSSA. 2020, La orientación agroecológica de los programas de producción para el bienestar y sembrando vida, http://intra.cedrssa.gob.mx/post_la_n-orientacionin_agroecologica-n_de_los_programas_de_produccin_in_para_el_n-bienestar-n_y_n-sembrando_vida-n.htm (febrero, 2025)
- 13.CESAVEM. (2015). Campaña Contra Malezas Reglamentadas. <https://www.cesavem.mx/malezasreglamentadas.html> (22 febrero de 2025)
- 14.Clara P.A y Quiroz R.A 2020. Motocultor uso y beneficios primera Edición, México, P.4
- 15.CONAHCYT. (2021, junio 5). Glifosato y los cultivos GM. SECIHTI. <https://secihti.mx/exponente-cientifico-sobre-el-glifosato-y-los-cultivos-gm/>
- 16.CONAHCYT, 2022. Como aplicar las practicas MEIA.motocultor Primera Edición, México P.
- 17.Chavanel, 2024; Guía sobre motocultores. <https://www.chavanel.es/cms/guia-sobre-motocultores?srsltid> (27, febrero, 2025)
- 18.CONAHCYT, 2021. Manejo ecológico integral de arveses en México. Primera Edición, México P. 1.
- 19.CONABIO. (2016). La milpa. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/sistemas-productivos/milpa> (15 febrero 2025)
- 20.Cortés, J., Turrent, A., Hernández, E., Francisco, N., Torres, J., Zambada, A. y Díaz, P. (2014). Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF). Ciudad de México, México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). Recuperado de MilpaIntercaladaconFrutales.pdf. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=DC-LaR1IAvQC&oi=fnd&pg=PA100&ots=GN9O5hZC1g&sig=7n3yOaJPbniBGkMTIFpbgxG-33JY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- 21.Cortés, J. I. y Turrent A. (2012). Una tecnología multiobjetivo para pequeñas unidades de producción. En J. L. Calva (Ed.), Análisis estratégico para el desarrollo, políticas agropecuarias y pesqueras, vol. 9, México: Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 162-178.

- 22.Cortes, J. y Turrent, A (2018) MIAF: una tecnología multiobjetivo sustentable para la agricultura tradicional. En Calva J. I. (Ed.) Soberanía alimentaria para el desarrollo del campo pp. 189-206. Ciudad de México, México. Juan Pablos, Editor S.A. Consejo Nacional de Universitarios por una Nueva Estrategia de Desarrollo. recuperado de https://issuu.com/consejonacionaldeuniversitarios/docs/volumen_9-soberania_alimentaria-ent/198
- 23.Davoren M.J. y Schiestl R.H. (2018). Glyphosate-based herbicides and cancer risk: A post-IARC decision review of potential mechanisms, policy and avenues of research. *Carcinogenesis* 39 (10), 1207-1215. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgy105>
- 24.Defarge N., Spiroux de Vendômois J. y Séralini G.E. (2018). Toxicity of formulants and heavy metals in glyphosate-based herbicides and other pesticides. *Toxicology Reports* 5, 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2017.12.025>
- 25.Duarte, A. M. y Martins, A. (2005). Uso de desbrozadora como alternativa a los herbicidas en el control de malas hierbas en naranjo "Rhode." Congreso 2005 de La Sociedad Española de Malherbología USO, (March), 5.
- 26.Escalona Aguilar, M. A., Becerra, M., Noriega Armella, M. I., Cerdán Fernández, C., Tercero Pérez, A. y Vilis Hernández, M. I. (2021). Agricultura sin glifosato: alternativas para una transición agroecológica. Greenpeace.
- 27.FAO,1996. Capítulo 10. Herbicidas. <https://www.fao.org/4/t1147s/t1147s0e.htm> (27, febrero, 2025).
- 28.FAO. (2025). Agroecología. <https://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/> (21, febrero, 2025)
- 29.Godínez, G. (2022). Agricultura orgánica: un faro que guía hacia una producción de alimentos libres de glifosato. dos Casos de éxito. Universidad Autónoma de Chapingo.
- 30.Gómez-Calderón N., Villagra-Mendoza, K. y Solorzano-Quintana, M (2017). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Tecnología en Marcha*, 31(1), 170-180. DOI: 10.18845/tm. v31i1.3506
- 31.Gómez Tovar, L. y Gómez Cruz, M. Á. (2022). Sustitución de glifosato en la producción de naranja orgánica en el Norte de Veracruz, México. *Studies in Environmental and Animal Sciences*, 3(1), 103–117.

- 32.González A., María Inés, Céspedes L., María Cecilia (eds.) (2010). Manual de producción de frambuesa orgánica [en línea]. Chillán, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 208. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7345> (Consultado: 11 de marzo de 2025).
- 33.González Ortega, E., Fuentes Ponce, M. H., González Ortega, E., & Fuentes Ponce, M. H., 2022. Dinámica del glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota. Revista internacional de contaminación ambiental, 38. <https://doi.org/10.20937/rica.54197>
- 34.Gliessman S., R., and C. Francis A. 1986. Plant interactions in multiple cropping systems. In: Francis C.A. (ed). Multiple cropping systems. EE.UU. pp: 82-95.
- 35.Hernández-Ríos, I., Osuna-Ceja, E. S., Pimentel-López J., & García-Saucedo, P. (2022). Control de malezas en maíz, frijol, girasol y sorgo: Efecto de métodos de control bajo dos sistemas de siembra. Agro-Divulgación, 2(6). <https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.137>
- 36.Hove-Jensen B., Zechel D.L. y Jochimsen B. (2014). Utilization of glyphosate as phosphate source: Biochemistry and genetics of bacterial carbon-phosphorus lyase. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 78 (1), 176-197. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00040-13>
- 37.ILGA importadora, 2022; funciones y características de un motocultor. <https://ilgaimportadora.com/funciones-y-caracteristicas-de-un-motocultor/> (27 febrero 20205)
- 38.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-la-agricultura-organica> (25 febrero 2025)
- 39.Juárez, D. (2012). Efecto de la Biota Edáfica en la Fertilidad del Suelo en el Sistema Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF). (Tesis de Doctorado). Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados.
- 40.Latournerie ML, Yupiter MEC, Tuxill J, Mendoza EM, Arias RLM, Castañón NG, y Chávez SJL. 2005. Sistema tradicional de almacenamiento de semilla de Frijol y Calabaza en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 28(1):47-53.
- 41.Lara PE, Caso BL, y Aliphant FM. (2012). El sistema milpa roza, tumba y quema de los Maya Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximhai*. 8(2):71-92.
- 42.Malézieux E., Y. Crozat., C. Dupraz., M. Lawrans., D. Makowski., H. Ozier-Lafontaine., B. Rapidel., S. de Tourdonnet, and M. Valantin. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29: 43–62 Pp.

43. Martínez. 2017. MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México? Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Volumen (8): 1170-1171 Pp.
44. Mayorga Juan, 2024., Glifosato en México: ¿por qué el gobierno pospuso su prohibición? <https://es.mongabay.com/2024/04/glifosato-mexico-gobierno-pospuso-su-prohibicion/> (febrero, 2025)
45. Morales Garcilazo, F. (2022, octubre 17). Milpa, un sistema fundamental para la seguridad alimentaria. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/milpa-un-sistema-fundamental-para-la-seguridad-alimentaria/>
46. Mortimer A. M. 1990. The biology of weeds. En: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), Weed control handhook: Principles, pp 14-15. 8va edn. Blackwell Scientific Publications.
47. Ndakidemi P, A. 2006. Manipulating legume/cereal mixtures to optimize the above and below ground interactions in the traditional African cropping systems. Afr. J. Biotechnol. 5: 2526- 2533.
48. ONU, 2017., Informe de la Relatora Especial sobre el Derecho a la Alimentación. Asamblea General. Consejo de Derechos Humanos 34º período de sesiones, <https://www.refworld.org/cgi-bin/texis/rwmain/opendocpdf.pdf?reldoc=y&docid=58ad94864> (10 enero 2025)
49. Pedreros Ledesma A., s.f. Manejo de las malezas. Manual de producción de frambuesa orgánica, INIA Quilamapu, Chillán, Chile Pp 44-45.
50. RAE, 2024. Definición de arvense. <https://dle.rae.es/arvense> (18 febrero de 2025)
51. Ramírez Muñoz, F. (2021). El herbicida glifosato y sus alternativas. (Serie Informes Técnicos IRET no. 44). Universidad Nacional de Costa Rica.
52. Rao J. 1968. Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different soil depths. Madras Agricultural Journal 55:19-23.
53. Reynolds CHMA, Capetillo BA, Zetina LR, et al. Characterization of the typology of producers in the "sembrando vida" program in Oaxaca, Mexico. Open Access J Sci. 2024;7(1):152-157. DOI: 10.15406/oajs.2024.07.00228

54.Rocio A.G. 2014. El sistema agroforestal Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF): productividad y optimización económica del maíz y frijol. Tesis de Doctorado. Colegio de postgraduados. Texcoco, Edo. México. 48 p.

55.R., Rodríguez, O., Reyes, R. y Villatoro, M., 2017. Guía agroecológica para la producción de naranja orgánica (R. Miranda Pérez & A. Barrera González, eds.). Universidad Autónoma de Chapingo

56.Rural, S. de A. y D. (s. f.). Sistema de Milpa Intercalada con Árboles Frutales, ¿qué es, ¿cómo funciona y cuáles son sus beneficios? gob.mx. <http://www.gob.mx/agricultura/articulos/sistema-de-milpa-intercalada-con-arboles-frutales-que-es-como-funciona-y-cuales-son-sus-beneficios> (25 de febrero2025).

57.SeoSimple. (2023, agosto 31). Herbicidas, qué son y su empleo en la producción agrícola. <https://colombia.pochteca.net/herbicidas-que-son-y-su-empleo-en-la-produccion-agricola/>

58.Terrones Roquillo, P. (2022, mayo 9). Sistemas agroalimentarios productivos contribuyen a consolidar la paz social. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/sistemas-agroalimentarios-productivos-contribuyen-a-consolidar-la-paz-social/>

59.Unicom. (2022, febrero 10). Diferentes tipos de herbicidas y cuándo aplicarlos. Unicom-trol. <https://unicomtrol.com/diferentes-tipos-de-herbicidas-y-cuando-aplicarlos/>

60.Uribelarrea M., S. MooseP., F. Below E. 2007. Divergent selection for grain protein affects nitrogen use in maize hybrids. *Field Crops Res.* 100: 82–90 Pp.

61.Valencia, M. (2024). Guía de uso de Desbrozadoras: Corta Césped y Elimina Malezas. Hydro Environment - Inovación Agricola en un click. <https://hydroenv.com.mx/id464/>

62.Villarreal Q.J. (1983). Malezas de Buenavista, Coahuila. 1o Edición, Saltillo, Coahuila, México.1 p.

63.Wilkinson, R.E and H.E. Jaques 1972. How to know the weeds. Third edition. The picture key. Nature Series. Wm. C. Brown C. Publ. Dubuque, Iowa.

ANEXOS

APENDICE A

Ficha técnica proporcionada por el proveedor de la maquina utilizada en las pruebas de motocultor.

Nombre de los parámetros	Valores de los parámetros
Marca del motor	PARAZZINI
Tipo de gasolina para motor	Motor a gasolina 4 tiempos
Potencia de motor / velocidad (Hp / rpm)	6.5 / 3600
Desplazamiento (cc)	196
Sonido (dB)	96
Capacidad del tanque de gasolina (l)	3.6
Capacidad de succión (l)	0.6
Capacidad de salida (rpm)	920
Transmisión	2 adelante / 2 reversa
Distancia entre las ruedas (cm)	40
Método de encendido	Arranque de tracción
Peso neto (Kg)	57

APÉNDICE B

Instrucciones de uso de los productos químicos comerciales utilizados en la investigación.



KOOROQUAT; PARAQUAT		
CULTIVO	DOSIS L/Ha	OBSERVACIONES
Tropicales: Plátano, cafeto, papayo, guayabo. Otros cultivos: Aguacatero, manzano, peral, durazno, cítricos, nogal	1.5 - 3.0	La solución de KOOROQUAT no debe alcanzar la parte vegetativa de los cultivos durante la aplicación ya que eso perjudicaría al cultivo
Papa, pepino, lechuga, melón, col, soya, jitomate, caña de azúcar, maíz, piña, cártamo, girasol, chícharo, cebolla, espárrago, frijol, brócoli, zanahoria, coliflor, calabacita, sandía.	1.5 - 2.0	Aplicaciones entre los surcos sin tocar el cultivo. Hacer aplicaciones dirigidas a la maleza cuando ésta haya alcanzado una altura de 5 a 15 cm. Aplique con equipo protector (campana).
Desecación de: Sorgo, maíz, trigo y cebada	1.5 - 2.0	Aplicar cuando el grano esté maduro y tenga una humedad del 15 al 27 %
Frijol y soya	0.5 - 2.0	Cuando la semilla de la soya esté madura
Caña de azúcar	1.5 - 2.0	La caña tratada podrá ser quemada y cosechada durante un periodo que varía de 4 a 7 días después de la aplicación
Algodonero	1.0 - 2.0	Aplicar cuando un 80 - 95 % de las bellotas estén abiertas y el resto maduras.
Papa	3.0 - 5.0	Aplicar cuando el cultivo haya alcanzado su punto máximo de vegetación. No tratar cuando el terreno esté muy seco, es precisamente cuando las hojas presentan síntomas de marchitez durante el día.
Cártamo y girasol	2.0 - 4.0	Aplicar cuando las semillas estén maduras.



DRAGOCSON; PARAQUAT		
CULTIVO	DOSIS L/Ha	OBSERVACIONES
Tropicales: Plátano, cafeto, papaya, guayabo. Otros cultivos: Aguacatero, manzano, peral, durazno, cítricos, nogal	1.5 - 3.0	La solución de DRAGOCSON no debe alcanzar la parte vegetativa de los cultivos durante la aplicación ya que eso perjudicaría al cultivo.
Papa, pepino, lechuga, melón, col, soya, jitomate, caña de azúcar, maíz, piña, cártamo, girasol, chícharo, cebolla, espárrago, frijol, brócoli, zanahoria, coliflor, calabacita, sandía	1.5 - 2.0	Aplicaciones entre los surcos sin tocar el cultivo. Hacer aplicaciones dirigidas a la maleza cuando ésta haya alcanzado una altura de 5 a 15 cm. Aplique con equipo protector (campana).
Desecación de: Sorgo, maíz, trigo y cebada	1.5 - 2.0	Aplicar cuando el grano esté maduro y tenga una humedad del 15 al 27 %
Frijol y soya	0.5 - 2.0	Cuando la semilla de la soya esté madura
Caña de azúcar	1.5 - 2.0	La caña tratada podrá ser quemada y cosechada durante un periodo que varía de 4 a 7 días después de la aplicación
Algodonero	1.0 - 2.0	Aplicar cuando un 80 - 95 % de las bellotas estén abiertas y el resto maduras.
Papa	3.0 - 5.0	Aplicar cuando el cultivo haya alcanzado su punto máximo de vegetación. No tratar cuando el terreno esté muy seco, es precisamente cuando las hojas presentan síntomas de marchitez durante el día.
Cártamo y girasol	2.0 - 4.0	Aplicar cuando las semillas estén maduras.



BIFFO; GLUFOSINATO DE AMONIO				
CULTIVO	MALEZA		DOSIS (L/ha)	OBSERVACIONES
	Nombre común	Nombre científico		
Maíz, Sorgo (SL)	Coquillo Cyperus rotundus Lechosa Euphorbia heterophyla Flor Amarilla Baltimora recta Tomatillo Physalis engulata Zacate de agua Echinochloa colonum		1.125 - 1.5	Realizar una aplicación foliar en post-emergencia dirigida a la maleza, cuando ésta se encuentra en crecimiento activo no mayor a 15 cm de altura, volumen de aplicación 150-250 L / ha
Cidro, Lima, Limón, Naranja, Pomelo, Tangerino, Toronja, Mandarina	Platanillo Heliconia schiedeana Guinar Sida mombifolia Quintonil Amaranthus hybridus Campanilla Ipomoea purpurea Pata de gallo Eleusine indita Caminadora Rottboellia cochinchinensis		2.5 - 3.0	Realizar una aplicación foliar en post-emergencia dirigida a la maleza, cuando ésta tenga una altura menor de 15 cm; volumen de aplicación sugerido 196-296 L de mezcla / ha

Aguacatero (SL)	Alache <i>Anoda cristata</i> Lentejilla <i>Lepidium virginicum</i> Ojo de perico <i>Melampodium perfoliatum</i> Comfitillo <i>Parthenium bipinnatifidum</i> Zacate cola de zorra <i>Eragrostis mexicana</i> Zacate bahía <i>Paspalum notatum</i> Lengua de Vaca <i>Rumex mexicana</i> Trébol <i>Trifolium repens</i>	1.5 - 2.0	Realizar una aplicación al follaje en post-emergencia dirigida a la maleza cuando ésta tenga una altura menor de 15 cm; volumen de aplicación sugerido 220-320 L de agua/ ha
Agave (No aplicar en plantaciones mayores a 5 años)	Quintonil <i>Amaranthus hybridus</i> Pata de gallo <i>Eleusine indica</i> Platanillo <i>Heliconia schiedeana</i> Campanilla <i>Ipomoea purpurea</i> Esodbillla <i>Sida mombifolia</i> Caminadora <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	2.0 - 2.5	Realizar una aplicación al follaje en post-emergencia dirigida a la maleza cuando ésta tenga una altura menor de 15 cm; volumen de aplicación sugerido 214-310 l de mezcla / ha



PODERIO; GLUSOFINATO DE AMONIO			
CULTIVOS	MALEZAS NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	DOSIS (L/ha)	OBSERVACIONES
Maíz Sorgo Avena Centeno Trigo Triticale Arroz (SL)	Malezas de hoja ancha: Escobille Sida acuto Agritos Oxanis coniculata Acahual Simsia amplexiaulis Cav Hierba de pollo Commelina diffusa Burnm Correhuela Ipomea purpurea	Malezas de hoja angosta: Coquillo amarillo Cyperus esculentus Zacate bermuda Cynodon dactylon Zacate pata de gallo Echinochloa crus galli	Realizar una aplicación en post-emergencia a la maleza. Volumen de aplicación 200-300 L/ha
		1.0-3.0	
Cidro Limón Lima Mandarina Naranja Pomelo Tangerina Toronja (SL)	Hierba amarga Parthenium hysterophorus Escobilla Sida rhombifolia Zacate amargo Eleusine indica Hierba conejo Digitaria sanguinalis Zacate panza de burro Cynodon dactylon	0.75 - 1.5 % /100 L de agua	Realizar aplicaciones en post-emergencia a la maleza y al cultivo. Volumen de aplicación sugerido 350 - 450 L/ha
Aguacate (SL)	Zacate peludo Rottboellia exaltata Cien nudos, lengua de pájaro Polygonum aviculare Estrellita Galinsoga parviflora Quintonil, quelite Amaranthus hybridus Lengua de vaca Rumex crispus	1.00-1.50 L / 100 L de agua	Realizar una aplicación en post-emergencia temprana a la maleza y al cultivo; volumen de aplicación sugerido 350- 450 L / ha



PARDY; PARAQUAT + DIURON			
CULTIVO	MALEZA	DOSIS L / ha	OBSERVACIONES
	NOMBRE COMUN		
Maíz	Verdolaga Portulaca oleracea Mostacilla Sisimbrium irio Zacate carricillo Panicum reptans Golondrina Euphorbia sp	1.5-3.0	Aplicación dirigida a la maleza

Categoría de peligro	ORAL (Símbolo y frase de peligro)	DERMAL (Símbolo y frase de peligro)	INHALACION (Símbolo y frase de peligro)
1 PELIGRO	 Mortal en caso de ingestión	 Mortal por el contacto con la piel	 Mortal si se inhala
2 PELIGRO	 Mortal en caso de ingestión	 Mortal por el contacto con la piel	 Mortal si se inhala
3 PELIGRO	 Tóxico en caso de ingestión	 Tóxico por el contacto con la piel	 Tóxico si se inhala
4 PRECAUCION	 Nocivo en caso de ingestión	 Nocivo por el contacto con la piel	 Nocivo si se inhala
5 PRECAUCION	Puede ser nocivo en caso de ingestión	Puede ser nocivo en contacto con la piel	Puede ser nocivo si se inhala

Colores de banda como señalética e identificador del grado de peligro del herbicida y de acuerdo a la norma mexicana NOM-232-SSAI-2009.

AUTOR Y ORGANIZADOR

DOCTOR MARCO ANTONIO REYNOLDS CHÁVEZ

EL AUTOR Y ORGANIZADOR DE ESTE LIBRO TIENE UNA TRAYECTORIA MUY IMPORTANTE Y DESTACADA COMO DESARROLLADOR E IMPULSOR DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO.

LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INNOVACIONES TECNOLÓGICAS A TRAVÉS DEL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE PROTOTIPOS HAN SIDO SU PRINCIPAL ESTRATEGIA DE DESARROLLO.

LA LINEAS DE INVESTIGACIÓN DE ESTE PROFESIONAL DE LA MECANIZACIÓN SE HAN FOCALIZADO EN EL DESARROLLO DE EQUIPOS DE SIEMBRA-FERTILIZACIÓN, IMPLEMENTOS PARA LA PREPARACIÓN DEL SUELO, AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y LABRANZA DEL SUELO A PEQUEÑA ESCALA; TODO ELLO, EN UNA CONFIGURACIÓN DE ARREGLOS DENTRO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN GRANOS BÁSICOS PARA LA PEQUEÑA Y MEDIANA PROPIEDAD.

ACTUALMENTE ES INVESTIGADOR TITULAR POR EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS DE MÉXICO.



autor y organizador

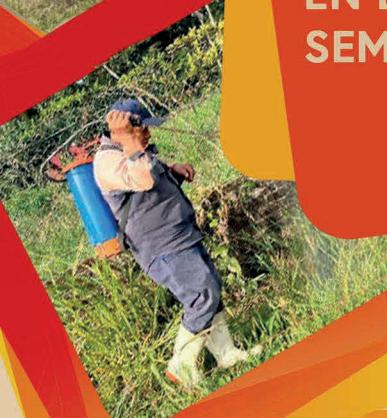


ALTERNATIVAS MECÁNICAS Y QUÍMICAS EN EL CONTROL DE ARVENSES PARA SUSTITUIR EL USO DEL GLIFOSATO EN EL SISTEMA MIAF DEL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA DE MÉXICO

- 
- 🌐 www.atenaeditora.com.br
 - ✉ contato@atenaeditora.com.br
 - ⌚ [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 - ⌚ www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ALTERNATIVAS MECÁNICAS Y QUÍMICAS EN EL CONTROL DE ARVENSES PARA SUSTITUIR EL USO DEL GLIFOSATO EN EL SISTEMA MIAF DEL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA DE MÉXICO



- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- ⌚ [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- ⌚ www.facebook.com/atenaeditora.com.br