

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Y CONSERVACION BIOLOGICA

EVALUACION DE DOSIS Y METODOS DE APLICACION
DE GLIFOSATO PARA CONTROL DEL CARBON

(Mimosa tenuiflora (Willd.) Pour)

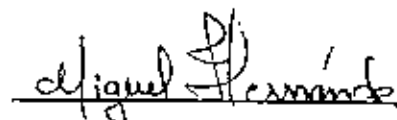
Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura

por

Miguel Ernesto Hernández Corrales

HONDURAS, 22 de Abril de 1996

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.


Miguel Ernesto Hernández Corrales

Zamorano, Honduras, Abril de 1996.

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por iluminarme y darme perseverancia para alcanzar esta meta.

A mis padres Abel y Nubia, por todo el apoyo que me han dado en mis estudios y en todas las facetas de mi vida.

A mis hermanos Abel y Dalila por el apoyo y comprensión que siempre me han tenido.

A mi tierra Nicaragua y a mi segunda patria El Salvador.

A todos aquellos que diariamente luchan por un mañana mejor.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Abelino Pitty por su asesoría y recomendaciones para obtener el financiamiento de Monsanto.

Al Ms.C. Roni Muñoz por sus valiosos aportes en la ejecución de esta tesis y en la elaboración del documento.

Al Ms.C. Timothy R. Longwell por su asesoría y apoyo logístico.

A todo el personal de la sección de malezas del Departamento de Protección Vegetal, por la ayuda brindada en los trabajos de campo.

Al Ms.C. Ernesto Palacios y al Dr. George Pilz, por toda la ayuda brindada para la obtención de los fondos de Monsanto.

A Monsanto por el financiamiento para la continuación de mis estudios de ingeniería.

Al Dr. Francisco Gomez, Ms.C. Miguel Avedillo y Dr. Michael Zeiss por sus valiosos aportes en el análisis estadístico.

Al Ing. Hector Banegas por toda la ayuda brindada en el análisis estadístico de los datos.

A todo el personal de Recursos Naturales por la ayuda brindada durante este año de estudios.

A Silvia Chalukian por su ayuda en la solución de muchos inconvenientes.

A mis amigos de siempre Hno. Carlos Lainez, Ing. Manuel González e Ing. Adolfo Fonseca por una amistad para siempre.

Al Ing. Francisco Moreno por esa amistad que perdurará bajo cualquier circunstancia.

A mis amigos Ing. Victor Gutiérrez, Ing. Johnson Zeledón, Ing. Felix Cardoza e Ing. Diana Osorto, por la amistad y buenos momentos compartidos, que hicieron mas agradable este año de Ingeniería.

RESUMEN

Se evaluaron los herbicidas glifosato (sal isopropilamina del N-fosfonometil glicina) y picloram + 2,4-D (sal triisopropanolamina del ácido 4-amino-3,5,6 tricloropicolínico + sal triisopropanolamina del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético) en el control del carbón (*Mimosa tenuiflora*). El objetivo principal fue determinar la dosis y el método de aplicación de glifosato más eficiente, para el control del carbón en los rangos de diámetros basales de 2-4 y 5-9 cm. Con glifosato se evaluaron las dosis de 7 y 14 cc en el rango de 2-4 cm y las dosis de 14 y 28 cc en el rango de 5-9 cm. Se evaluaron los métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrotes. Se comparó glifosato contra picloram + 2,4-D, en los dos rangos y se realizó una evaluación económica del control químico con el mecánico, el cálculo fue en base al costo de control de 100 plantas de carbón. El diseño fue bloques completamente al azar con seis repeticiones. Las variables independientes fueron dosis y métodos de aplicación, la variable dependiente fue porcentaje de control del carbón. Para analizar los datos se hicieron ANDEVAS, contrastes ortogonales y la prueba SNK. Para glifosato no hubo diferencias estadísticas entre usar la dosis de 7 ó 14 cc en plantas de 2-4 cm, fue mas económico usar la dosis de 7 cc con un costo de US\$ 12.82; no hubo diferencias entre planta entera y tocón con rebrotes. En el rango de 5-9 cm, la mejor dosis de glifosato fue de 28 cc, con un costo de US\$ 43.71 y el mejor método fue planta entera. En la comparación entre glifosato y picloram + 2,4-D, no hubo diferencias estadísticas entre éstos en plantas de 2-4 cm. En las de 5-9 cm fue mejor el glifosato. El costo de control mecánico fue de US\$ 10.29, la eficacia de control de éste no fue comparada a nivel experimental contra el control químico.

TABLA DE CONTENIDO

Portadilla	i
Derechos de autor	ii
hoja de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.	v
Resumen	vi
Tabla de contenido.	vii
Indice de cuadros	x
Indice de figuras	xii
Indice de anexos	xiii
 I. INTRODUCCION	 1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 JUSTIFICACION	3
1.3 OBJETIVOS.	3
1.3.1 General.	3
1.3.2 Específicos	3
1.4 FORMULACION DE HIPOTESIS.	4
1.4.1 Dosis	4
1.4.2 Métodos de aplicación	4
1.4.3 Herbicidas.	4
 II. REVISION DE LITERATURA	 5
2.1 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS MALEZAS PERENNES	5
2.2 BIOLOGIA Y DESCRIPCION BOTANICA DEL CARBON.	5
2.3 ESTRATEGIAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS	6
2.3.1 Prevención.	6
2.3.2 Control.	8
2.3.3 Erradicación	8
2.4 TACTICAS DE CONTROL DE MALEZAS.	8
2.5 CONTROL QUIMICO DE MALEZAS	10
2.6 CRITERIOS PARA LA SELECCION DEL HERBICIDA Y EL METODO DE APLICARLO	11
2.6.1 Características de la planta.	11
2.6.2 Características del herbicida	11
2.6.3 Accesibilidad del área a aplicar	11
2.7 LOS HERBICIDAS Y EL MEDIO AMBIENTE	11
2.8 HISTORIA DEL GLIFOSATO	12
2.8.1 Características químicas generales.	12
2.8.2 Selectividad, absorción y translocación	12
2.8.3 Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad	13
2.9 DEGRADACION DE GLIFOSATO EN EL MEDIO AMBIENTE.	14
2.10 HISTORIA DEL PICLORAM	15
2.10.1 Características químicas generales	15
2.10.2 Usos y relación con otros herbicidas.	15
2.10.3 Absorción y translocación	16

2.10.4 Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad.	16
2.11 DEGRADACION DEL PICLORAM + 2,4-D EN EL MEDIO AMBIENTE	17
2.12 METODOS DE APLICACION DE HERBICIDAS EN MALEZAS ARBUSTIVAS	19
2.12.1 Aplicación a cortes basales.	19
2.12.2 Aplicación al tocón recién cortado	19
2.12.3 Aplicación a la planta entera	19
2.12.4 Aplicación al tocón con rebrotes	20
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 SELECCION DEL SITIO DE ESTUDIO Y PLANTAS	21
3.2 METODOS DE APLICACION.	22
3.3 HERBICIDAS, DOSIS, EQUIPO DE APLICACION UTILIZADO Y CALIBRACION	22
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y VARIABLES	23
3.5 TRATAMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	23
3.6 EVALUACIONES REALIZADAS	24
3.6.1 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato	24
3.6.2 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato	24
3.6.3 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D	24
3.6.4 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D.	24
3.7 APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS Y TOMA DE DATOS	25
3.8 ANALISIS ESTADISTICO	28
3.9 EVALUACION ECONOMICA	28
IV. RESULTADOS	29
4.1 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato	29
4.2 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato	30
4.3 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D	32
4.4 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D	33
4.5 CONTROL BIOLOGICO	34

V. DISCUSION	36
5.1 DOSIS	36
5.2 METODO DE APLICACION A CORTES BASALES	37
5.3 METODO DE APLICACION AL TOCON	37
5.3 METODO DE APLICACION A PLANTA ENTERA.	38
5.4 METODO DE APLICACION TOCON CON REBROTES.	39
5.5 HERBICIDAS	39
5.6 TACTICA BIOLOGICA	41
VI. CONCLUSIONES	42
6.1 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato	42
6.2 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato	42
6.3 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D	43
6.4 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D.	43
VII. RECOMENDACIONES	44
VIII. BIBLIOGRAFIA.	45
IX. ANEXOS	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro	pag.
1 Volúmenes de agua en ml registrados por rango diamétrico durante la calibración de la bomba de CO ₂	23
2 Escala para determinar el porcentaje de control en los métodos de aplicación de cortes basales y planta entera	26
3 Escala para determinar el porcentaje de control en los métodos de aplicación de tocón y tocón con rebrotes	26
4 Contrastes ortogonales entre las dosis de 7 y 14 cc de glifosato y entre métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera, tocón con rebrote y testigo.	29
5 Control de carbón de 2-4 cm de diámetro con las dosis de 7 y 14 cc de glifosato y los métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrote	30
6 Contrastes ortogonales entre las dosis de 14 y 28 cc de glifosato y entre métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera, tocón con rebrote y testigo.	31
7 Control de carbón de 5-9 cm de diámetro con las dosis de 28 y 14 cc de glifosato y los métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrote.	32
8 Control del carbón de 2-4 cm de diámetro utilizando los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D	33
9 Control del carbón de 2-4 cm de diámetro utilizando los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D	34
10 Evaluación en dólares de los costos de aplicación de control químico usando los herbicidas glifosato, picloram + 2,4-D y costos del control mecánico.	35
11 Porcentaje de control de dosis 7 y 14 cc de glifosato sobre el control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro	36

12	Porcentaje de control sobre carbón con el método de aplicación de cortes basales en plantas de 2-4 y 5-9 cm de diámetro basal	37
13	Porcentajes de control sobre el carbón con los métodos de aplicación de tocón y cortes basales en plantas de carbón de 2-4 y 5-9 cm de diámetro basal.	38
14	Porcentaje de control sobre el carbón con el método de aplicación de planta entera en plantas de 2-4 y 5-9 cm de diámetro basal	39

INDICE DE FIGURAS

Figura	pag.
1 Principales partes vegetativas del carbón (<i>Mimosa tenuiflora</i>)	7
2 Principales procesos que determinan la degradación y destino de los herbicidas glifosato y picloram 2,4-D en el medio ambiente	18

INDICE DE ANEXOS

Anexo		pag.
1	Tabla de distribución diamétrica de las unidades experimentales rango 2-4 cms.	48
2	Tabla de distribución diamétrica de las unidades experimen- tales rango 5-9 cms	49
3	Tabla para la transformación angular de datos de porcentajes a grados	50
4	Costos de los insumos utilizados en las evaluaciones de glifosato, picloram + 2,4-D y del control mecánico	51
5	Costos de las dosis por planta de los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D.	51
6	Cálculos de la depreciación del equipo de aplicación tomando como referencia una bomba marca SOLO de 12 lt	51
7	ANDEVA de las variables independientes métodos de aplicación y dosis de la evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal con glifosato	52
8	ANDEVA de las variables independientes métodos de aplicación y dosis de la evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal con glifosato	52
9	ANDEVA de los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D en la evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal.	53
10	ANDEVA de los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D en la evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal.	53

I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

En muchas secciones de producción de El Zamorano se tienen serios problemas por la presencia de malezas, ya que éstas son un factor limitante en el aspecto técnico, económico y productivo. Una de estas maleza es el carbón (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Pour), la cual se encuentra bien dispersa en todo el valle del Yeguaré.

El carbón es una maleza perenne difícil de eliminar y muy persistente en áreas donde está bien establecida. En El Zamorano se han probado métodos químicos y mecánicos para tratar de eliminarla sin obtener resultados satisfactorios, ya que se controla por un período limitado y debido a las reservas alimenticias acumuladas en sus raíces logra rebrotar. Este control relativo desemboca en el incremento de los costos, ya que en cierto momento es necesaria una segunda y en algunos casos hasta una tercera aplicación de herbicida o la utilización de personal para un control mecánico.

El interés de este estudio fue probar la efectividad del glifosato (Sal isopropilamina del N-fosfonometil glicina) en el control del carbón. Dicho herbicida fue seleccionado por su efectivo control de las malezas de forma sistémica y sus características positivas dentro de un marco ecológico, por ejemplo tiene baja toxicidad a los peces y vida silvestre (Thomson, 1983), es de rápida degradación, sin causar efectos perjudiciales para el hombre y medio ambiente en general (Monsanto, 1995).

Boyall (1983) indica que la introducción de glifosato por Monsanto al mercado, fue un avance importante en el control de malezas perennes, por su amplio rango de actividad y acción ambientalmente segura.

En El Zamorano el picloram + 2,4-D (sal triisopropanolamina del ácido 4-amino-3,5,6 tricloropicolínico + sal triisopropanolamina del ácido 2,4-diclorofenoxiacético) se ha utilizado tradicionalmente para controlar el carbón.

Debido a esto, fue incluido en el estudio para comparar su eficacia de control y viabilidad económica contra la del glifosato.

El uso de picloram + 2,4-D, se ha generalizado en algunas secciones de El Zamorano, muchas veces sin tomar en cuenta las recomendaciones de las etiqueta, ni la investigación de otras alternativas que posiblemente pueden tener resultados iguales pero más económicos o con mayor eficiencia y ecológicamente viables.

El uso de herbicidas tiene como finalidad la protección vegetal y evitar el establecimiento de malezas en áreas de interés. Por lo tanto se debe hacer un manejo racional para alcanzar las finalidades establecidas, sin causar daño a la ecología (Brown, 1978).

En El Zamorano algunas secciones de producción han realizado controles mecánicos del carbón con machete, pero de antemano se sabe que las plantas cortadas rebrotarán tarde o temprano y se tendrá que repetir este proceso en un tiempo determinado.

El manejo de malezas debe incluir el estudio de la biología de éstas, para saber si vamos a utilizar procedimientos para destruirlas una vez que ya están presentes, o métodos culturales para evitar su introducción (Fryer, 1983).

Se debe estudiar el tipo de herbicida a utilizar y no se debe dejar aparte la posibilidad del uso de control biológico como parte de la escena natural (Fryer, 1983).

De todo lo anterior podemos concluir que ante todo problema que una maleza represente, se deben buscar alternativas de control ya sea con un método en particular o combinación de éstos. De lo contrario nos estancaremos en el uso de productos y recomendaciones que a lo largo del tiempo pierden validez.

La agricultura es un ente cambiante, por lo tanto los avances tecnológicos obtenidos mediante la investigación y la experimentación deben integrarse día a día a dicha ciencia.

1.2 JUSTIFICACION

El carbón está ampliamente distribuido en el valle del Yeguaré, a pesar del control químico y mecánico realizado para eliminarlo. Cuando el control resulta deficiente, rebrota y logra establecerse nuevamente por ser una maleza perenne con grandes reservas alimenticias en sus raíces.

En el Zamorano esta maleza está presente y los datos obtenidos, resultado del control químico de ésta ya sea con picloram + 2,4-D u otros productos, realizado por algunas secciones, no han sido recopilados de una manera formal; además la investigación sobre el uso de glifosato para controlar esta maleza, no se ha realizado y esta puede ser una alternativa que puede traernos resultados importantes, desde el punto de vista técnico y económico.

Glifosato tiene características ambientales favorables como rápida inactivación en el suelo y degradación a productos naturales no tóxicos (Kishore et al., 1992), lo cual lo hace un herbicida muy útil sin causar muchos problemas al ecosistema.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Determinar la dosis y método de aplicación de glifosato mas eficiente para controlar el carbón según dos rangos de diámetros basales en las plantas.

1.3.2 Específicos

Evaluar las dosis de 7 y 14 cc de glifosato en plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal.

Evaluar las dosis de 14 y 28 cc de glifosato en plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal.

Evaluar cuatro métodos de aplicación: cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrotes en los dos rangos de diámetro basal.

Evaluar la eficacia de control de glifosato contra la de picloram + 2,4-D en los dos rangos de diámetro basal.

Hacer una evaluación económica sobre el uso de glifosato, picloram + 2,4-D y control mecánico en el control del carbón.

1.4 FORMULACION DE HIPOTESIS

Se plantearon tres hipótesis en cuanto a dosis, métodos de aplicación y herbicidas.

1.4.1 Dosis

Ho: El porcentaje de control del carbón es independiente de la dosis.

Ha: El porcentaje de control del carbón depende de la dosis.

1.4.2 Métodos de aplicación

Ho: El porcentaje de control del carbón es independiente del método de aplicación.

Ha: El porcentaje de control del carbón depende del método de aplicación.

1.4.3 Herbicidas

Ho: El porcentaje de control del carbón es independiente del tipo de herbicida.

Ha: El porcentaje de control del carbón depende del tipo de herbicida.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS MALEZAS PERENNES

La identificación de la maleza que representa un problema en nuestras áreas de interés, es de vital importancia, para conocer sus características botánicas, morfológicas, fisiológicas y agresividad. De esta manera podemos diseñar un control integrado de ésta (CIAT, 1980).

Según CIAT (1980) las malezas arbustivas son el grupo más difícil de controlar, en comparación con las malezas anuales tanto gramíneas como de hojas anchas.

Klingman et al. (1980) señalan que al inicio podemos tener problemas serios con malezas perennes en áreas pequeñas, es en ese momento donde es necesario la puesta en práctica de un control químico efectivo, para evitar que las malezas se diseminen. Sin embargo existen ciertos problemas con éstas que disminuyen la efectividad del uso de herbicidas.

La absorción del herbicida por las hojas es el principal problema en la reducción de la efectividad de éste, para controlar una maleza (Ashton y Monaco, 1991). Este problema se puede originar por las siguientes causas: Algunas plantas tienen hojas y cutículas gruesas por lo que la absorción del herbicida por éstas puede ser deficiente; una dosis alta de herbicida puede matar el floema de las plantas, por consiguiente habrá una inhibición en la translocación de éste por el simplasto, por lo que el herbicida no llegará hasta las raíces (Ashton y Monaco, 1991).

2.2 BIOLOGIA Y DESCRIPCION BOTANICA DEL CARBON

El carbón (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Pour), pertenece a la familia Fabaceae (antes Leguminosae), es una maleza perenne comúnmente dispersa en los trópicos, encontrándose en diversas áreas como ser orillas de carreteras, potreros, etc (Pitty y Muñoz, 1993). Se establece fácilmente en sistemas donde no hay labranza, ya que sus raíces profundas la ayudan a competir mejor contra malezas anuales (Holzner y Glauninger, 1985 citado por Monroy, 1991).

El género mimosa tiene una diversidad de especies a lo largo de Centro América, algunas de éstas son atractivas durante la floración, pero la mayoría son consideradas malezas (Williams, 1981).

El carbón es una maleza presente en los valles secos y calientes de Centro América. Es difícil de controlar y cubre densamente el suelo cuando está bien establecida (Williams, 1981). Es utilizada como leña siendo en Honduras una de las especies mas utilizada (Jones y Perez, 1981); también tiene usos como postes para cercos y su corteza tiene algunos usos como colorante (Williams, 1981; Pitty y Muñoz, 1993).

Es una planta perenne que puede alcanzar alturas de 3-8 m, tiene espinas a lo largo de los tallos y ramas que la hacen impenetrable al tratar de controlarla mecánicamente (Williams, 1981), tiene hojas pinadas, la inflorescencia es en forma de espiga de color blanco (figura 1) (Williams, 1981; Pitty y Muñoz, 1993).

2.3 ESTRATEGIAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS

Las estrategias que comunmente se ponen en práctica son prevención, control y erradicación.

2.3.1 Prevención

Es evitar la propagación de malezas de un sitio a otro y posterior infestación, esta estrategia es la más práctica en el control de malezas, para llevarla a cabo hay que asegurarse que semillas o partes vegetativas de malezas no sean acarreadas en semillas de cultivos, frutos, hortalizas o maquinaria agrícola; también se debe evitar que las malezas produzcan semillas y se diseminen especialmente el caso de malezas anuales; además se recomienda evitar que partes vegetativas de malezas perennes se diseminen (Klingman et al., 1980).

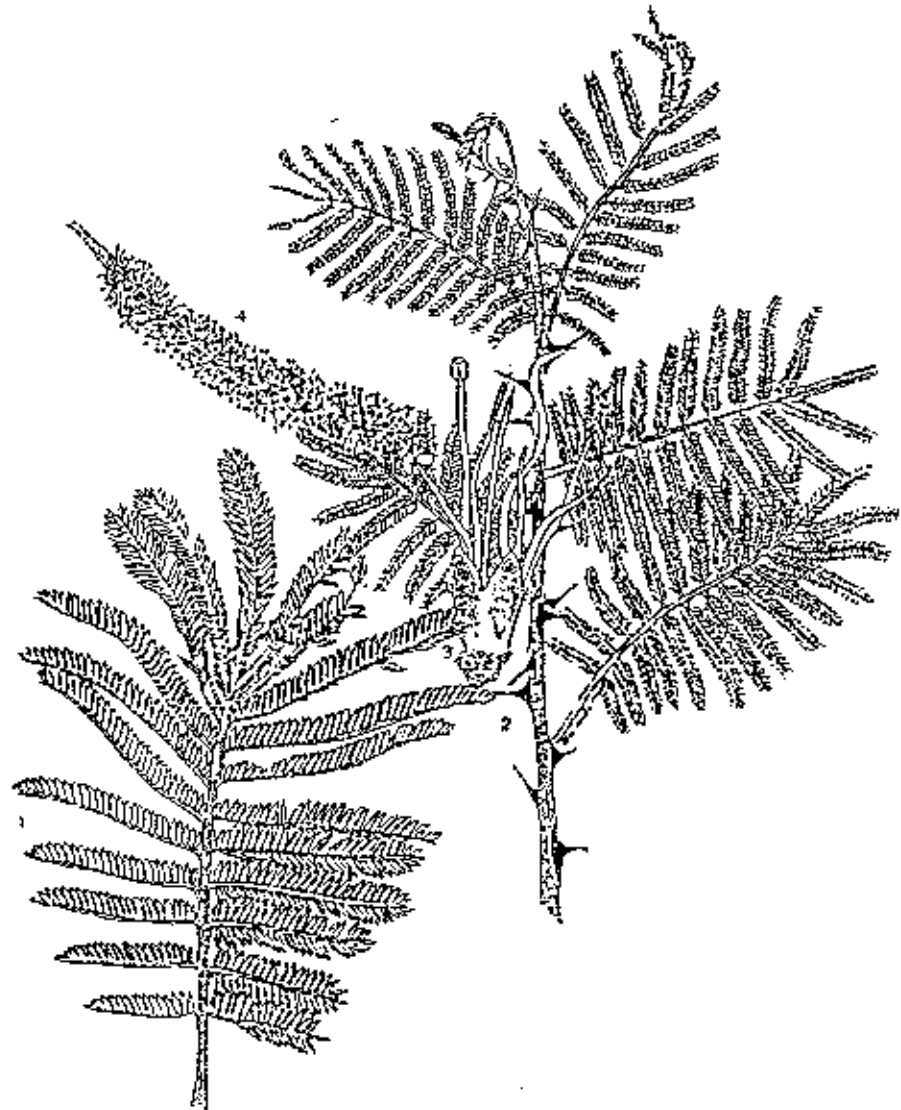


Figura 1. Principales partes vegetativas del Carbón (*Mimosa tenuiflora*), 1. hoja pinnada, 2. tallo espinoso, 3. flor, 4. inflorescencia (Tomado de Pitty, A. y R. Muñoz, 1993 con autorización de los autores. Dibujante Ana Acosta).

2.3.2 Control

Es tratar de manejar las malezas cuando ya están presentes en un sitio causando problemas, procurando limitar el crecimiento y establecimiento de éstas. Esta práctica es muy utilizada para reducir los problemas que causan la presencia de malezas anuales (Klingman y Ashton, 1989; Pitty y Muñoz, 1993).

2.3.3 Erradicación

Es la eliminación total de plantas, semillas o cualquier parte vegetativa que pueda servir de propágulo para las malezas. Para llevarla a la práctica hay que eliminar las plantas vivientes existentes en un área y exterminar las semillas de malezas en el suelo (Klingman et al., 1980).

2.4 TÁCTICAS DE CONTROL DE MALEZAS

Ashton y Monaco (1991) indican que las tácticas de control de malezas varían según la naturaleza de la planta. Las características de las malezas que determinan la táctica de control son: formas de reproducción, época de crecimiento y ciclo de vida (Klingman et al., 1980). Según estas características existen cinco tácticas mecánica, cultural, biológica y química (Pitty y Muñoz, 1993)

Táctica fitogenética

Es una táctica que requiere de mucha investigación para desarrollar cultivos que compitan eficientemente con las malezas o que emitan exudaciones, provocando efectos antagónicos a éstas (Pitty y Muñoz, 1993).

Táctica mecánica

Es el método mas utilizado y consiste en el uso de cualquier herramienta para controlar malezas, ya sean anuales o perennes.

En malezas perennes se pueden utilizar hachas o machetes, pero no siempre es un control satisfactorio ya que al eliminarse las partes aéreas y dejar el tronco, éste rebrota al poco tiempo y la maleza puede establecerse nuevamente (CIAT, 1981).

Muchas personas hacen uso de esta táctica con la creencia de que es económico, algo que no ciertamente es real, ya que a

largo plazo se tendrá que incurrir en más costos para controlar los rebrotes. Esta táctica puede resultar mas eficiente cuando el control de las malezas se hace en las áreas donde éstas no están ampliamente establecidas y cuando hay suficiente mano de obra (CIAT, 1981); en áreas grandes es mas factible el uso de implementos agrícolas (Pitty y Muñoz, 1993).

Táctica cultural

Es la implementación de cualquier práctica por ejemplo rotación de cultivos, preparación del suelo, uso de coberturas, etc; para favorecer un cultivo, pasto en potrero o plantación forestal y disminuir la presencia de malezas (CIAT, 1981; Pitty y Muñoz, 1993).

Táctica biológica

La literatura verifica que esta táctica no es realmente nueva, ya que se tienen experiencias sobre control biológico de malezas desde hace más de 70 años (CIAT, 1981).

CIAT (1981) define el control biológico enmarcado desde el punto de vista ecológico como la acción de parásitos, predadores o patógenos, que mantienen la densidad poblacional de otro organismo en un promedio mas bajo del que existiera en su ausencia. El control biológico de malezas es un procedimiento caro y difícil, por lo tanto debe ser considerado principalmente con malezas importantes o que realmente sean problemáticas (Wapshire, 1975 citado por Tothill et al., 1982).

En ciertos casos se han observado malezas severamente atacadas por insectos y el problema es cuando éstos no son específicos para controlar dicha maleza, sino que atacan a cultivos adyacentes (CIAT, 1981). Existen algunos ejemplos clásicos sobre control biológico de malezas, éstos han sido el resultado de la coacción del medio ambiente, aquí radica la importancia de estudiar cuales son estas posibles coacciones sobre la maleza (Tothill et al, 1982).

Es así que algunas especies como el carbón se han sumado hoy en día como candidatos potenciales para realizar investigaciones en el control biológico (Swarbrick, 1980 citado por Tothill et al., 1982).

Táctica química

Es el control de malezas mediante el uso de herbicidas (Pitty y Muñoz, 1993), sobre esta táctica se ha realizado mayor investigación y experimentación, no porque sea la mejor o más eficaz, sino porque es la más compleja y para llevarla a cabo se deben tomar en cuenta ciertos factores como ser malezas presentes, selección del herbicida, calibración del equipo de aplicación, condiciones climáticas antes y después de la aplicación (CIAT, 1981).

CIAT (1981) señala que debe hacerse un uso racional de esta táctica, no como un sustituto de las anteriores, sino como un complemento para aumentar la eficiencia en el control de malezas. Además el uso constante de herbicidas puede causar contaminación al ambiente, resistencia en las malezas o intoxicación en humanos (Pitty y Muñoz, 1993).

Hoy en día el hombre ha avanzado mucho en el proceso de control de malezas, partiendo del uso de tácticas mecánicas, químicas hasta llegar a la integración de la táctica biológica (Pitty y Muñoz, 1993). También ha aprendido a manejarlas mediante el uso de éstas, de forma independiente o con la integración de dos o más de ellas (Klingman et al. 1980).

2.5 CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS

En la agricultura de nuestro tiempo el control químico de malezas mediante el uso de herbicidas, ha sido un avance novedoso (Villarias, 1981). El objetivo principal es reducir o eliminar la presencia de malezas que pueden interferir con nuestros fines y aumentar la productividad (Kidd, 1987).

Klingman et al. (1980) indican que el uso generalizado de herbicidas selectivos empezó hasta mediados de los años cuarenta, después que se descubrió el 2,4-D (sal triisopropanolamina del ácido 2,4-diclorofenoxiacético).

El uso de herbicidas es seguro siempre y cuando se sigan las recomendaciones en la etiqueta, y el manejo durante la aplicación sea realizado por personas con preparación para dicha práctica (Ware, 1986). Además, para un manejo racional del uso de herbicidas en el control de malezas, se debe tener al menos un mínimo de conocimientos de las características de la maleza a controlar y del herbicida a utilizar (Villarias, 1981).

2.6 CRITERIOS PARA LA SELECCION DEL HERBICIDA Y EL METODO DE APLICACION

El uso de un herbicida no puede hacerse de forma deliberada, antes hay que tomar en cuenta ciertos factores para saber que producto necesitamos, estas características están determinadas según la planta, el herbicida y el área a aplicar (Matthews, 1987).

2.6.1 Características de la planta

El uso de herbicidas para el control de malezas puede estar orientado a diferentes puntos de aplicación, según las características y forma de reproducción de éstas, entre ellos tenemos aplicación a raíces y rizomas, aplicación al tallo, aplicación al follaje y aplicación a otras partes vegetativas (Matthews, 1987).

2.6.2 Características del herbicida

Es decir sus características químicas y modo de acción en la planta. Matthews (1987) indica que la selección de los métodos de aplicación del herbicida dependerá no sólo del objetivo que persigamos, sino también de la facilidad con que éste penetre y sea translocado en las plantas.

2.6.3 Accesibilidad del área a aplicar

Esto está determinado por las características topográficas, por ejemplo en áreas forestales las aplicaciones terrestres son más usadas que las aplicaciones aéreas ya que reduce la deriva del producto al momento de la aplicación, evitando con esto el daño en propiedades adyacentes. Además se puede realizar una aplicación directa sobre las especies que queremos controlar (Kidd, 1987).

2.7 LOS HERBICIDAS Y EL MEDIO AMBIENTE

Todos los herbicidas por sus características particulares son plaguicidas y en menor o mayor escala tienen efectos sobre el medio ambiente. De igual forma todos los plaguicidas por sus características químicas son venenos, pero su nivel de toxicidad y riesgo de contaminación al medio ambiente varían ampliamente según cada compuesto (Ware, 1986).

La toxicidad de un plaguicida está ligada a su composición química, es decir su toxicidad inherente, en cambio el

riesgo que los plaguicidas representan para el medio ambiente más que la toxicidad inherente, dependen del manejo que le den al momento de una aplicación (Ware, 1986). Por lo tanto, para una correcta selección del herbicida a utilizar, primero se debe hacer un estudio de las malezas presentes en un lote o cultivo de interés (Villarías, 1981).

2.8 HISTORIA DEL GLIFOSATO

El glifosato fue descubierto por Monsanto (Indelicato y Herrero, 1985) y lo introdujo al mercado mundial en 1974 (Monsanto, 1995), los primeros países que lo utilizaron en la agricultura y otros fines fueron Estados Unidos y Canadá (Weed Science Society of America, 1983). En 1986 la agencia ambiental para la protección del ambiente de los Estados Unidos, pidió a Monsanto un nuevo registro para glifosato, las pruebas fueron realizadas y los resultados obtenidos reafirmaron las características positivas que este producto presentó en el primero (Monsanto, 1995).

2.8.1 Características químicas generales

Nombre genérico: Glifosato

Nombre comercial: Roundup

Concentración: 480 g i.a./lt

Principio activo: Sal isopropilamina del N-fosfonometil glicina (Indelicato y Herrero 1985).

Grupo: Derivados metalorgánicos (Corbett y Wright, 1984).

2.8.2 Selectividad, absorción y translocación

Es un herbicida no selectivo, sin residualidad, de amplio espectro, es altamente efectivo utilizado en postemergencia para el control de malezas anuales, perennes de raíces

profundas, especies caducifolias y malezas leñosas (Weed Science Society of America, 1983; Ware, 1986).

No debe ser utilizado en aplicadores de metal excepto aquellos que sean inoxidables, no es recomendado mezclarlo con otros herbicidas por problemas de incompatibilidad por ejemplo ureas, triazinas, dalapon, paraquat y fenóxidos entre otros (Weed Science Society of America, 1983).

Cuando se aplica en presencia de un cultivo debe tenerse mucho cuidado, de lo contrario cualquier descuido repercutirá en la destrucción del mismo (Weed Science Society of America, 1983).

Aplicaciones foliares a plantas perennes han sido efectivas, matando primordios florales y meristemas apicales, este hecho sugiere que el herbicida es efectivamente absorbido por las hojas y translocado en el simplasto (Ashton y Crafts, 1981; Corbett y Wright, 1984).

2.8.3 Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad

Es inhibidor de la síntesis de los aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina y fenilalanina; su efecto final es secado y muerte de partes aéreas y subterráneas (Villarias, 1981).

Las plantas poseen la vía biosintética del Shikimato donde son producidos los tres aminoácidos aromáticos (Pitty, 1995). La molécula del glifosato se une dentro de esta vía justo en el lugar donde la enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa se acopla al grupo fosfato de fosfoenol piruvato (Kishore y Shah, 1988 citado por Pitty, 1995), por consiguiente se detiene la síntesis de los aminoácidos aromáticos, inhibiendo la vía biosintética por la inactivación de ésta enzima (Pitty, 1995).

La vía del Shikimato además de la síntesis de aminoácidos aromáticos es requerida por las plantas para la formación de un sinnúmero de vitaminas, fitohormonas y lignina por lo que no es de sorprenderse que la inhibición de ésta tiene efectos dramáticos en el metabolismo y crecimiento de las plantas (Kishore et al., 1992)

Los humanos y animales no fabrican los aminoácidos aromáticos, además tienen un metabolismo diferente al de las plantas, por lo que se puede aplicar glifosato sin que se presenten síntomas de intoxicación, siempre y cuando se sigan las recomendaciones de seguridad en la etiqueta (Monsanto, 1995).

Se ha reportado que existen otros efectos de este herbicida. Por ejemplo en las funciones de los cloroplastos, inhibe la formación del ácido 5-aminolevulínico que es un precursor de la formación de clorofila, este efecto no es el principal, pero no deja de tener importancia en la comprensión del modo de acción de este herbicida (Kitchen et al., 1981, citado por Corbett y Wright, 1984)

Glifosato tiene efecto sobre la inhibición del crecimiento de muchos órganos de las plantas, pero no se sabe con certeza si esta inhibición es un efecto directo del

herbicida o un efecto indirecto, debido a la inhibición de la fotosíntesis asociado con clorosis. Sin embargo cuando la inhibición del crecimiento está ligada a áreas de alta actividad metabólica como los meristemas, se sabe que es un efecto directo, ya que se ha comprobado que este herbicida se acumula en estas zonas (Ashton y Crafts, 1981).

Los síntomas de fitotoxicidad en las plantas debido al glifosato generalmente no son observados sino hasta dos o tres semanas después de la aplicación (Ashton y Crafts, 1981) y estos aparecen primero en tejidos jóvenes (Pitty, 1995).

Los principales síntomas que se pueden observar en general son clorosis seguido de una necrosis, síntomas de arrugamiento y malformaciones de las hojas también han sido reportado. En rebrotes es más común observar los síntomas de arrugamiento y malformaciones del follaje, éstos son menos comunes en aplicaciones al follaje de plantas en activo crecimiento. Los árboles jóvenes son más susceptibles al daño de glifosato que árboles viejos. En pastos perennes se ha observado la inhibición del crecimiento de rizomas y estolones (Ashton y Crafts, 1981).

En dosis bajas que pueden considerarse no letales, se da un amarillamiento y se detiene el crecimiento de las plantas (Pitty, 1995).

2.9 DEGRADACION DE GLIFOSATO EN EL MEDIO AMBIENTE

Esta es realizada principalmente por microorganismos del suelo, los cuales descomponen la molécula de glifosato en elementos naturales como CO_2 . Durante este proceso los microorganismos no son dañados por el herbicida, por el contrario se nutren de los elementos de la molécula (Monsanto, 1995; Villarias, 1981).

Este herbicida es desactivado al ponerse en contacto con el suelo, reduciendo el riesgo de que sea absorbido por las raíces de otras plantas o que permanezca en el suelo causando fitotoxicidad en cultivos y plantas beneficiosas, además los elementos del glifosato se adhieren fuertemente al suelo, por lo que las posibilidades de que se lixivie hasta llegar a aguas subterráneas son mínimas (Villarias, 1981; Monsanto, 1995).

La presión de vapor es extremadamente baja, por lo que al aplicarlo no se evapora y la posibilidad de ser arrastrado

por el viento e inhalado por hombres y animales es nula (Monsanto, 1995).

El glifosato no es bioacumulable por lo que no representa un riesgo siempre y cuando se tomen las medidas de precaución, aún si llegase a haber exposición de humanos o animales al producto, éste es rápidamente eliminado de los tejidos. En cultivos agrícolas se ha demostrado que la bioacumulación es insignificante (figura 2) (Monsanto, 1995).

2.10 HISTORIA DEL PICLORAM + 2,4-D

Picloram fue descubierto por DOW en 1963 (Indelicato y Herrero, 1982; Reicherd, 1985), éste aún en dosis muy pequeñas tiene efectividad, por lo que se debe tener mucho cuidado al aplicarlo, ya que la deriva puede causar fitotoxicidad en cultivos adyacentes (Indelicato y Herrero, 1982). Los primeros usos de la combinación de picloram + 2,4-D, fue por el ejército de los Estados Unidos durante la guerra de Vietnam. Esta combinación era llamada agente blanco y fue utilizada para la destrucción de miles de hectáreas de bosques y manglares.

2.10.1 Características químicas generales

Nombre genérico: Picloram + 2,4-D.

Nombre comercial: Tordon 101

Concentración: 64 g i.a./lt equivalente ácido de picloram; 240 g i.a./lt equivalente ácido.

Principio activo: Sal triisopropanolamina del ácido 4-amino-3,5,6 tricloropicolínico; + sal triisopropanolamina del ácido 2,4-diclorofenoxiacético (Indelicato y Herrero, 1982).

Grupo: Piridinas o derivados del ácido picolínico (Pitty, 1995).

2.10.2 Usos y relación con otros herbicidas

La presentación del picloram en combinación con 2,4-D, es ampliamente utilizada para controlar un sinnúmero de malezas de hojas anchas anuales, perennes y particularmente con especies leñosas que son difíciles de controlar con herbicidas del grupo de los fenóxidos (2,4-D) por si solos. Sin embargo pastos son tolerantes a este herbicida (Ashton y Monaco, 1991).

A pesar de que este herbicida tiene una estructura distinta a las de las auxinas, posee efectos parecidos por ejemplo

estimula la elongación celular de los tallos de ciertas plantas (Corbett y Wright, 1984). Además la familia de las piridinas tiene similitudes con el 2,4-D, particularmente en los síntomas de fitotoxicidad; al mismo tiempo tienen ciertas diferencias en persistencia, tanto en la planta como en el suelo y fitotoxicidad ya que ambas son mayores en las piridinas (Ashton y Monaco, 1991).

2.10.3 Absorción y translocación

Es fácilmente absorbido por hojas, tallos y raíces de las plantas aplicadas y es translocado en el apoplasto y simplasto (Ware, 1986; Ashton y Monaco, 1991).

Se acumula en zonas de rápido crecimiento y actividad metabólica baja. Debido al lento metabolismo de la planta la detoxificación es baja y el herbicida persiste en los tejidos (Ashton y Monaco 1991).

2.10.4 Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad

Este herbicida hace que la planta pierda el balance intracelular de auxinas que éstas mantienen normalmente (Devine et al., 1993, citado por Pitty, 1995), es decir trabaja como regulador del crecimiento, actuando en varios sitios de la planta, destruyendo el balance de las hormonas e inhibiendo la síntesis de proteínas (Gunsolus y Curran, 1992, citado por Pitty, 1995).

El mecanismo bioquímico de acción es similar al del 2,4-D es decir causa una interferencia en el metabolismo del ácido nucleico (Ashton y Monaco, 1991).

Entre los síntomas comunes podemos mencionar: epinastia, hojas en forma de copa, proliferación del tejido, torceduras de tallos, raíces adventicias y callos (Ashton y Crafts, 1981; Ashton y Monaco, 1991).

Tiene efectos promotores e inhibidores, según la etapa de crecimiento de la planta y dosis del herbicida. Entre los efectos promotores se puede mencionar la elongación de los tallos; entre los efectos inhibidores tenemos reducción del crecimiento de las raíces por lo tanto menos absorción de agua y evapotranspiración, pérdida de la pared celular y de la clorofila (Ashton y Crafts, 1981)

Numerosos efectos pueden ser observados en la estructura de la planta. Se ha observado cambio en la forma de las hojas,

arrugamiento de hojas jóvenes y proliferación del tejido a lo largo del tallo (Ashton y Crafts, 1981).

2.11 DEGRADACION DEL PICLORAM + 2,4-D EN EL MEDIO AMBIENTE

Picloram + 2,4-D es un herbicida con cargas negativas por lo que es difícil que sea absorbido por las partículas del suelo ya que éstas de igual forma están cargadas negativamente, sin embargo, pequeñas cantidades del herbicida pueden ser retenidas por suelos orgánicos y coloides cargados positivamente, como ser hierro e hidróxido de aluminio (Ashton y Monaco, 1991).

Puede ser adsorbido por ciertas arcillas, y dentro de las piridinas es considerado el herbicida más persistente (Manual de herbicidas, 1989, citado por Ashton y Monaco, 1991). Las sales derivadas del picloram se lixivian mas fácilmente que la forma ácida original (Ashton y Monaco, 1991).

La causa principal en la restricción del uso de este herbicida es su alta persistencia en el suelo una vez adsorbido. Se pueden encontrar residuos hasta un año después de su aplicación. Otra causa que se puede mencionar es su lenta degradación biológica (figura 2) (Ashton y Monaco, 1991).

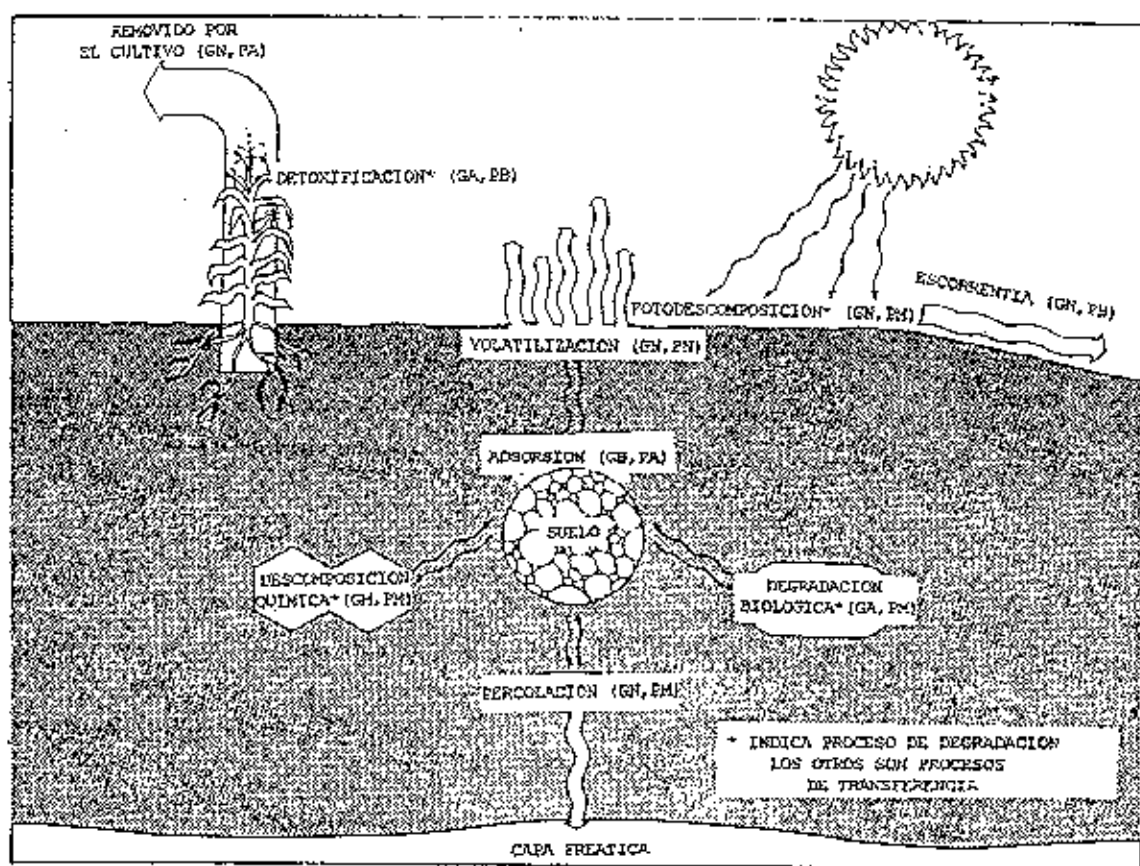


Figura 2. Principales procesos que determinan la degradación y destino de los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D en el medio ambiente. Características del glifosato: GA(Alta), GM(Media), GB(Baja), GN(Nula); Características del picloram + 2,4-D: PA(Alta), PM(Media), PB(Baja), PN(Nula) (Tomado de Brown, A. W. A. 1978.).

2.12 METODOS DE APLICACION DE HERBICIDAS EN MALEZAS ARBUSTIVAS

Los métodos son aplicación a cortes basales, al tocón recién cortado, a la planta entera (Kidd, 1987) y aplicación al tocón con rebrotes (Ashton y Monaco, 1991). Estos tienen como objetivo principal facilitar la penetración y translocación del herbicida.

2.12.1 Aplicación a cortes basales

Consiste en hacer cortes en la corteza de la maleza a controlar y aplicar el herbicida con bomba de mochila o un aplicador de brocha. Este método de aplicación de herbicida es ampliamente utilizado en áreas forestales acompañado de prácticas tales como preparación de sitios para plantaciones, siembra, etc.; remoción de malezas en general; raleo en plantaciones forestales (Kidd, 1987).

Con el método de cortes basales se han probado los herbicidas picloran + 2,4-D y glifosato, obteniendo resultados positivos en el control de una amplia diversidad de especies (Kidd, 1987).

2.12.2 Aplicación al tocón recién cortado

Este método está muy relacionado al tratamiento de cortes basales, ya que en ambos se deben realizar heridas para favorecer la penetración del herbicida.

Al hacer el corte total del arbusto se deja al descubierto el cambium. La aplicación del herbicida debe hacerse lo más pronto posible después del corte para conseguir un buen control de la maleza, evitando con esto hacer varias aplicaciones por la posibilidad de aparición de rebrotes (Kidd, 1987).

2.12.3 Aplicación a la planta entera

Aplicación realizada con bomba de mochila directamente sobre la maleza que deseamos controlar. Este método es utilizado en los casos en donde es imposible realizar una aplicación aérea o el terreno dificulta el acceso de maquinaria (Kidd, 1987). Este método tiene la ventaja de que se pueden hacer aplicaciones a todas las malezas, también las aplicaciones se pueden hacer a arbustos específicos y además se pueden hacer aplicaciones localizadas a ambos lados de un arbusto (Kidd, 1987).

Ashton y Monaco (1991) indican que el éxito de este método con especies leñosas, radica en la completa cobertura del follaje al momento de la aplicación, en muchos casos una mala cobertura desemboca en un control relativo de la maleza, ya que puede darse dos situaciones: No todo el follaje se seca después de la aplicación o sólo el follaje se seca y las raíces de la planta permanecen vivas, al poco tiempo la planta rebrota, esto debido a una mala translocación del producto, por lo que se debe incurrir en varias aplicaciones para controlar la maleza.

2.12.4 Aplicación al tocón con rebrotes

En muchas especies de malezas leñosas los tocones rebrotan al poco tiempo de haber sido cortados, debido a las reservas que acumulan en sus raíces; aún si el tocón fue aplicado inmediatamente después del corte y esta aplicación fue deficiente éste rebrotará, es aquí donde se debe aplicar un herbicida a dichos rebrotes, para impedir su crecimiento y controlar finalmente la maleza (Ashton y Monaco, 1991).

La aplicación se hace con una bomba de mochila, asperjando directamente los rebrotes. En algunos casos hay que incrementar la cantidad de herbicida en este tipo de tratamiento (Ashton y Monaco, 1991).

III. MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado entre agosto de 1995 y enero de 1996 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicada al sureste de Tegucigalpa a 800 msnm, precipitación anual de 1100 mm, temperatura mínima promedio 18°C y máxima de 29°C,

3.1 SELECCION DEL SITIO DE ESTUDIO Y PLANTAS

El lote seleccionado fue detrás del Centro Estudiantil (CEDA), frente a la báscula que está en la carretera hacia Tegucigalpa. Pertenece a la sección de ganado de carne. Esta área se utilizaba para pastorear novillos y caballos. La selección de este lote fué hecha en base al alto grado de infestación con carbón, características mas o menos homogéneas de dicha maleza, fácil acceso por la carretera y la topografía uniforme del terreno.

Se seleccionaron 120 plantas en base a dos rangos de diámetros basales, distribuyéndose 60 en el primer rango de 2-4 cm para plantas pequeñas (anexo 1) y 60 en el rango de 5-9 cm para plantas grandes (anexo 2). Se seleccionaron solo plantas monopódicas para obtener mayor homogeneidad en la población. A cada una se le midió el diámetro basal con una cinta diamétrica a una altura aproximada de 10 cm, luego se anotaron los respectivos diámetros. Cada planta se consideró como una réplica.

Una vez seleccionadas todas las réplicas, se procedió a marcarlas con una cinta anaranjada biodegradable amarrada a una de sus ramas para diferenciarlas del resto de plantas en el lote y ubicarlas fácilmente. Con una desbrozadora (chapodadora mecánica) se limpió el área alrededor de la base de cada planta y la cinta anaranjada fue reemplazada por una etiqueta de cartulina numerada y protegida por una bolsa plástica, que se amarró en la base del tallo donde no eran visibles a los transeúntes de la zona.

Todas las etiquetas se metieron en una bolsa y se iban sacando al azar a medida que se localizaban las plantas en el campo y se les amarraban con nylon a la base del tallo.

En las etiquetas se escribieron los números del 1 al 60 con color azul para plantas en el rango de 2-4 cm y del 61 al 120 con color negro para el rango de 5-9 cm, esto para diferenciar las plantas en cada rango.

3.2 METODOS DE APLICACION

Se evaluaron cuatro métodos de aplicación para favorecer la eficiencia de absorción y translocación del herbicida estos fueron: Cortes basales (Cb), aplicación al tocón recién cortado (To), aplicación directa al follaje de planta entera (Pe), aplicación al tocón con rebrotes (Tr).

3.3 HERBICIDAS, DOSIS, EQUIPO DE APLICACION UTILIZADO Y CALIBRACION

Los herbicidas utilizados fueron glifosato y picloram + 2,4-D, éste fue utilizado como recomendación comercial para efecto de comparación contra glifosato¹.

Se utilizaron las dosis de 7 y 14 cc (para glifosato y picloram + 2,4-D) en plantas de 2-4 cm; 14 y 28 cc (para glifosato y picloram + 2,4-D) en plantas de 5-9 cm.

Se utilizó una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 litros presurizada con CO₂, este tipo de bomba permitió hacer la aplicación más exacta en cuanto a la cantidad de agua a utilizar por planta y presión. Se utilizó una boquilla 8002.

La calibración fue a una presión de 30 psi, se tomaron cuatro plantas enteras del rango de 2-4 cm y cuatro de 5-9 cm, se aplicó con agua el follaje de cada una y se registró el consumo de agua por planta/minuto (cuadro 1). Los promedios de los volúmenes obtenidos en cada rango se ajustaron a un volumen determinado y en base a éstos se hicieron las aplicaciones.

¹GOMEZ, F. 1995. Diseños Experimentales. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. (Comunicación personal).

Cuadro 1. Volúmenes de agua en ml registrados por rango diamétrico durante la calibración de la bomba de CO₂.

Volúmenes agua en ml registrados en la calibración	Plantas Rango 2-4 cm	Plantas Rango 5-9 cm
Volumen 1	920	1300
Volumen 2	700	1470
Volumen 3	940	1180
Volumen 4	720	1680
Promedio	820	1408
Volumen ajustado	700	1400

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y VARIABLES

Se realizaron cuatro evaluaciones diferentes teniendo en cada uno un arreglo en el campo en Bloques Completos al Azar (BCA), con seis réplicas por bloque. Las Variables independientes fueron dosis y métodos de aplicación; la variable dependiente fue el porcentaje de control de las plantas de carbón.

3.5 TRATAMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Se aplicaron tres tipos de tratamientos para efecto de comparación. El primero involucró el uso de glifosato, el segundo fue tratamiento de control donde no se utilizó ningún herbicida y el tercer tipo de tratamiento involucró el uso de picloram + 2,4-D (CIBA-GEIGY, 1981) todos en los dos rangos de diámetros basales. Para la aplicación del último tipo de tratamiento se siguieron las recomendaciones de la etiqueta.

Una vez seleccionadas e identificadas las plantas y los tratamientos, se prepararon etiquetas con los números del 1 al 120 para las plantas; también etiquetas para los tratamientos. Estas se colocaron en dos bolsas plásticas negras y se sortearon, esta información se anotó en la libreta de campo, de manera que en el lote se hiciera fácil identificar que tratamiento se iba a aplicar a cada planta.

3.6 EVALUACIONES REALIZADAS

Se realizaron cuatro evaluaciones. En dos solo se incluyó glifosato en los dos rangos de diámetros basal para compararlo con el tratamiento control (cero aplicación de herbicida); en otras dos se incluyó glifosato y picloram + 2,4-D este último como tratamiento estándar de control, para hacer comparaciones de eficacia de control entre ambos.

3.6.1 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato

El herbicida utilizado fue glifosato, se evaluaron las dosis de 7 y 14 cc, también se evaluaron los métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrotes en plantas de 2-4 cm de diámetro basal. Se incluyó un testigo con cero aplicación de herbicida para efectos de comparación.

3.6.2 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato

El herbicida utilizado fue glifosato, se evaluaron las dosis de 14 y 28 cc, también se evaluaron los métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrotes en plantas de 5-9 cm de diámetro basal. Se incluyó un testigo con cero aplicación de herbicida para efectos de comparación.

3.6.3 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D

Aquí se comparó el glifosato con picloram + 2,4-D, este último como tratamiento estándar de control. Las recomendaciones de aplicación de picloram + 2,4-D coincidieron con las de glifosato, para ambos se evaluó las dosis de 7 cc y el método de aplicación de planta entera (Pe), en plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal.

3.6.4 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D

Aquí se comparó el glifosato con picloram + 2,4-D, este último como tratamiento estándar de control. Las recomendaciones de aplicación de picloram + 2,4-D coincidieron con las de glifosato, para ambos se evaluó las dosis de 14 cc y el método de aplicación de planta entera (Pe), en plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal.

3.7 APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS Y TOMA DE DATOS

Para aplicar los tratamientos se caminó en el campo localizando las plantas, una vez localizada se tomaba el número y en base a éste se identificaba el tratamiento que le correspondía procediendo a realizar la aplicación. Este procedimiento se realizó planta por planta, teniendo cuidado de lavar el equipo cada vez que se terminaba de aplicar un tratamiento y se procedía a aplicar otro.

La primera toma de datos se realizó 21 días después de la aplicación (DDA), se realizó una segunda toma de datos a los 28 DDA, una tercera y última a los 35 DDA. Los datos fueron tomados en base a una escala de 0% a 100%, en donde 0% significaba no control y 100% que la planta quedaba completamente muerta (Jhonson y Carrow, 1995).

En la determinación del porcentaje de control de los métodos de aplicación cortes basales y planta entera, se utilizó la escala del cuadro 2; para determinar el porcentaje de control en los métodos tocón y tocón con rebrotes se utilizó la escala del cuadro 3.

Cuadro 2. Escala para determinar el porcentaje de control en los métodos de aplicación de cortes basales y planta entera.

Características	Porcentaje de control
1) Planta con 100% follaje verde	0-20
Corteza parte superior verde claro	
Corteza parte inferior verde claro	
2) Planta con el 75% de follaje verde	30
Corteza parte superior verde claro	
Corteza parte inferior verde claro	
3) Planta con el 75% de follaje verde	40
Corteza parte superior verde oscuro	
Corteza parte inferior verde claro	
4) Planta 50% follaje	50
Corteza parte superior verde oscuro	
Corteza parte inferior verde oscuro	
5) Planta con 25% de follaje	60
Corteza parte superior marrón claro	
Corteza parte inferior verde oscuro	
6) Planta sin follaje	70
Corteza parte superior marrón oscuro	
Corteza parte inferior marrón claro	
7) Planta sin follaje	80
Corteza parte superior marrón oscuro	
Corteza parte inferior marrón oscuro	
8) Planta sin follaje	90-100
Corteza parte superior negro	
Corteza parte inferior negro	

Cuadro 3. Escala para determinar el porcentaje de control en los métodos de aplicación de tocón y tocón con rebrotes.

Características	Porcentaje de control
1) Corteza parte superior verde claro Corteza parte inferior verde claro Rebrotes	0-20
2) Corteza parte superior verde oscuro Corteza parte inferior verde claro No rebrotes	30
3) Corteza parte superior marrón claro Corteza parte inferior verde oscuro No rebrotes	40
4) Corteza parte superior marrón claro Corteza parte inferior marrón claro No rebrotes	50
5) Corteza parte superior marrón oscuro Corteza parte inferior marrón claro No rebrotes	60
6) Corteza parte superior marrón oscuro Corteza parte inferior marrón oscuro No rebrotes	70
7) Corteza parte superior negro Corteza parte superior marrón oscuro No rebrotes	80
8) Corteza parte superior negro Corteza parte inferior negro No rebrotes	90-100

3.8 ANALISIS ESTADISTICO

A los datos porcentuales obtenidos mediante las escalas de de los cuadros 2 y 3 se les hizo una transformación angular o arcoseno, para esto se utilizó una tabla de transformación angular² (anexo 3).

Little y Hills (1987) indican que los datos porcentuales obtenidos de un ensayo deben transformarse cuando el rango de porcentajes es mayor de 40, además la transformación de los datos le dan mayor validez a los análisis y a las conclusiones.

El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS) version 6.1 para Windows. Se utilizó la función PROC GLM, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), Contrastes Ortogonales y la prueba de separación de medias "Student-Newman-Keuls" (SNK), en cada evaluación.

3.9 EVALUACION ECONOMICA

Se hizo una evaluación económica en dólares de los tratamientos en cada estudio y del control mecánico. Los cálculos se basaron en el costo de control de 100 plantas, costo de las dosis/planta tanto para glifosato como para picloram + 2,4-D, costo de mano de obra, depreciación del machete y de la bomba tomando como referencia una bomba marca SOLO de 12 lt. En los anexos 4,5, y 6, se presentan los cálculos en detalle de dicha evaluación.

² AVEDILLO, M. 1996. Transformación de variables. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. (Comunicación Personal).

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato

En esta evaluación el modelo utilizado para probar las diferencias entre tratamientos fue altamente significativo ($Pr>F=0.0001$) y explica un 73% de la variabilidad de las diferencias observadas sobre el porcentaje de control del carbón de 2-4 cm de diámetro. El efecto de métodos de aplicación fue altamente significativo sobre el control del carbón ($Pr>F=0.0001$), pero el efecto de dosis no fue significativo ($Pr>F=0.3231$). El coeficiente de variación fue alto ($C.V=25$), esto indicó que hubo mucha variabilidad de los tratamientos entre las unidades experimentales (anexo 7).

Los contrastes ortogonales indicaron que la dosis de 14 no fue superior a la de 7 cc de glifosato. También indicaron que el método de aplicación de planta entera fue significativamente superior a los métodos de cortes basales, tocón y tocón con rebrotes.

Los métodos de aplicación de tocón con rebrotes y solo tocón fueron superiores al de cortes basales, sin embargo éstos requieren el trabajo de cortar la planta (cuadro 4).

Cuadro 4. Contrastes ortogonales entre las dosis de 7 y 14 cc de glifosato y entre métodos de aplicación cortes basales (Cb), tocón (To), planta entera (Pe), tocón rebrotes (Tr) y testigo (Te).

Fuente de variación	Pr>F
14 cc vs 7 cc	0.2859
Cb To Pe Tr vs Te	0.0001
Pe vs Cb To Tr	0.0127
Tr To vs Cb	0.0001
Tr vs To	0.0128

La prueba SNK no detectó diferencias estadísticas entre aplicar 14 y 7 cc de glifosato; ambas tuvieron bajos porcentajes de control.

A pesar de que el análisis de contrastes ortogonales indicó que el método de aplicación de planta entera fue superior a los demás, la prueba SNK no detectó estadísticamente diferencias entre tocón con rebrotes y el de planta entera. El método de aplicación tocón fue estadísticamente diferente al de cortes basales (cuadro 5).

Cuadro 5. Control del carbón de 2-4 cm de diámetro con las dosis de 7 y 14 cc de glifosato y los métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrotes.

Fuente de variación	% Control ⁺
Dosis 14 cc	68a
Dosis 7 cc	64a
Dosis 0 cc	0b
Tocón rebrotes	77a
Planta entera	74a
Tocón	62b
Cortes basales	48c
Testigo	0d

⁺Análisis con la prueba SNK nivel $\alpha=0.10$

*Medias de dosis y métodos de aplicación con la misma letra no son significativamente diferentes.

*Los porcentajes de son valores promedios.

4.2 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato

En este estudio el modelo utilizado para probar las diferencias entre tratamientos fue altamente significativo ($Pr>F=0.0001$) y explica un 81% de la variabilidad de las diferencias observadas en el porcentaje de control del carbón de 5-9 cm de diámetro. El efecto de métodos de aplicación en el control del carbón fue altamente significativo ($Pr>F=0.0002$); el efecto de dosis fue

significativo ($Pr > F = 0.0209$). El coeficiente de variación no fue muy alto ($C.V. = 19$), esto indicó que no hubo mucha variabilidad de los tratamientos entre las unidades experimentales (anexo 8).

Los contrastes ortogonales indicaron que aparentemente la dosis de 28 fue superior a la de 14 cc de glifosato, en el control del carbón. También indicaron que el método de aplicación planta entera fue significativamente superior a los de cortes basales, tocón y tocón con rebrotes.

Tocón con rebrotes y tocón fueron superiores a cortes basales, sin embargo éstos requieren el trabajo de cortar la planta (cuadro 6).

Cuadro 6. Contrastes ortogonales entre dosis de 14 y 28 cc de glifosato y entre los métodos aplicación cortes basales (Cb), tocón (To), tocón rebrotes (Tr), planta entera (Pe) y testigo (Te).

Fuente de variación	$Pr > F$
28 cc vs 14 cc	0.0235
Cb To Tr Pe vs Te	0.0001
Pe vs Cb To Tr	0.0003
Tr To vs Cb	0.0053
Tr vs Cb	0.0079

La prueba SNK detectó diferencias estadísticas entre aplicar 28 y 14 cc de glifosato. Sin embargo la dosis alta no tuvo un porcentaje de control tan satisfactorio. En cuanto a métodos de aplicación, detectó diferencias estadísticas entre el método de planta entera y los demás. Esto sugiere la conveniencia de usar este método de aplicación tener el mayor porcentaje de control. Tocón con rebrotes y tocón no fueron estadísticamente diferentes entre sí (cuadro 7).

Cuadro 7. Control del carbón de 5-9 cm de diámetro con las dosis de 28 y 14 cc de glifosato y los métodos de aplicación cortes basales, tocón, planta entera y tocón con rebrotes.

Fuente de variación	% Control*
Dosis 28 cc	74a
Dosis 14 cc	67b
Dosis 0 cc	0c
Planta entera	82a
Tocón rebrotes	72b
Tocón	70b
Cortes basales	58c
Testigo	0d

*Análisis con la prueba SNK nivel alfa=0.10

*Medias de dosis y métodos de aplicación con la misma letra no son significativamente diferentes.

*Los porcentajes de control son valores promedios.

4.3 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D

En esta evaluación el modelo utilizado para probar las diferencias entre tratamientos fue altamente significativo ($Pr > F = 0.0001$) y explica un 80% de la variabilidad de las diferencias observadas sobre el porcentaje de control del carbón en plantas con 2-4 cm de diámetro. El coeficiente de variación fue alto (C.V.=39), esto indicó que hubo una alta variación de los tratamientos entre las réplicas. El efecto de los herbicidas fue altamente significativo ($Pr > F = 0.0001$) sobre el control del carbón (anexo 9).

Los contrastes ortogonales indicaron que aparentemente el efecto de glifosato sobre el control del carbón fue superior ($Pr > F = 0.0001$) al de picloram + 2,4-D. Pero al realizar la prueba SNK no se detectó diferencias estadísticas entre usar glifosato o picloram + 2,4-D, la superioridad del glifosato observada en los contrastes ortogonales realmente fue aparente. Ambos herbicidas tuvieron porcentajes de control bajos (cuadro 8).

Cuadro 8. Control del carbón de 2-4 cm de diámetro utilizando los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D.

Fuente de variación	% Control*
Glifosato	62a
Picloram mas 2,4-D	48a
Testigo	0c

*Análisis con la prueba SNK nivel alfa=0.10

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

*Los porcentajes de control son valores promedios.

4.4 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D

En esta evaluación el modelo utilizado para explicar las diferencias entre tratamientos fue altamente significativo ($Pr>F=0.0001$) y tuvo un ajuste casi perfecto, ya que explica un 94% de la variabilidad de las diferencias observadas sobre el porcentaje de control del carbón de 5-9 cm de diámetro.

El coeficiente de variación no fue muy alto lo que indicó que no hubo mucha variabilidad de los tratamientos entre las réplicas (anexo 10).

Los contrastes ortogonales indicaron que el efecto de glifosato sobre el control del carbón aparentemente fue superior ($Pr>F=0.0001$), al de picloram + 2,4-D.

La prueba SNK detectó que efectivamente hubo diferencias estadísticas entre usar glifosato o picloram + 2,4-D, para el control del carbón, sin embargo ambos herbicidas no tuvieron altos porcentajes de control (cuadro 9).

Cuadro 9. Control del carbón de 5-9 cm de diámetro utilizando los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D.

Fuente de variación	% Control*
Glifosato	78a
Picloram + 2,4-D	50b
Testigo	0c

*Análisis utilizando la prueba SNK nivel alfa=0.10

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

*Los porcentajes de control son valores promedios.

4.5 CONTROL BIOLOGICO

En la realización de este estudio se encontró indicios de control biológico del carbón en El Zamorano, realizado por un picudo, el cual fue identificado en el Centro de Inventario Agroecológico y de Diagnóstico (CIAD) del Departamento de protección vegetal, de la Escuela Agrícola Panamericana, dicho centro reportó las siguientes características taxonómicas: Orden: Coleoptera, Familia: Curculionidae, Nombre científico: *Pandeleteius nodifer* Champion.

Los adultos son defoliadores de Mimosa, los hábitos alimenticios de las larvas son desconocidos (Cave, 1995). Cabe señalar que no se observaron plantas completamente muertas por el ataque de dicho picudo, pero éstas en general mostraban cierto grado de defoliación.

En cuanto a la evaluación económica se puede observar que los costos menores se obtuvieron con el control mecánico, ya que los insumos utilizados se limitan a machete y lima. Después de este lo más económico fue picloram + 2, 4-D con la dosis de 7 cc, le sigue el glifosato con la dosis de 7 cc, (cálculos basados en el control de 100 plantas) ambos se diferencian del control mecánico en el tipo de insumos que se utilizan (cuadro 10)

Cuadro 10. Evaluación en dólares de los costos de aplicación de control químico usando los herbicidas glifosato, picloram + 2,4-D y costos del control mecánico.

Herbicida	Dosis (cc)	Costo Dosis por planta (US\$)	Costo/Control 100 plantas (US\$)	Costo Bomba/Día (US\$)	Costo operativo (US\$)	Costo machete/día (US\$)	Costo Total (US\$)
Glifosato	7	0.11	11	0.08	1.63	-----	12.82
	14	0.21	21	0.08	1.63	-----	22.71
	28	0.42	42	0.08	1.63	-----	43.71
Picloram + 2,4-D	7	0.09	9.2	0.08	1.63	-----	10.91
	14	0.19	19	0.08	1.63	-----	20.71
Control Mecánico	-----	-----	8.18*	-----	1.63	0.48	10.29

*Un operario controla en promedio 20 plantas por día y el salario diario es de US\$ 1.63

V. DISCUSION

5.1 DOSIS

En la evaluación de glifosato en plantas de 2-4 cm las dosis variaron unas de otras en 100%. Aún así, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas (cuadro 11). Esto contradice a lo indicado por CIBA-GEIGY en 1981, donde reporta que la variación de las dosis deben ser por lo menos en un 50%. Si las diferencias entre dosis son demasiado pequeñas se solapan los resultados perjudicando la interpretación y conclusiones finales. Una diferencia del 100% entre dosis es considerable, el no detectar diferencias significativas entre éstas con la prueba de separación de medias SNK, se pudo deber a factores climáticos o a las características de la planta, que afectaron las translocación del herbicida y el modo de acción.

Cuadro 11. Porcentajes de control de dosis de 7 y 14 cc de glifosato sobre el control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro.

Dosis cc	% Control ⁺
7	64a
14	68a

⁺Análisis con la prueba SNK nivel alfa=0.10, medias con la misma letra no significativamente diferentes

⁺Los porcentajes de control son valores promedios.

En la evaluación de glifosato en plantas de carbón de 5-9 cm, lo planteado por CIBA-GEIGY (1981) se cumplió ya que la dosis de 28 cc de glifosato con un 74% de control fue estadísticamente diferente a la de 14 cc con un 67% de control; sin embargo, 74% de control sobre el carbón no fue satisfactorio.

5.2 METODO DE APLICACION A CORTES BASALES

En 1987 Kidd señaló que este método de aplicación tuvo resultados positivos sobre el control de una diversidad de malezas. En el caso de carbón el control con este método fue el más deficiente tanto en plantas de 2-4 cm como en las de 5-9 cm (cuadro 12), lo cual contradice los supuestos resultados positivos.

Cuadro 12. Porcentajes de control sobre el carbón con el método de aplicación de cortes basales en plantas de 2-4 y de 5-9 cm de diámetro basal.

Diámetro basal cm	% Control*
2-4	48
5-9	58

*Los porcentajes de control son valores promedios.

5.3 METODO DE APLICACION AL TOCON

La efectividad de este método de aplicación no fue alta, ya que tuvo un porcentaje de control sobre el carbón de 62%, en plantas de 2-4 cm y 70% de control sobre plantas de carbón de 5-9 cm. Esto coincide con lo indicado por CIAT en 1981, donde se reporta que este método no siempre puede resultar satisfactorio.

La aplicación del glifosato se realizó inmediatamente después del corte, sin embargo los porcentajes de control sobre el carbón no fueron satisfactorios, indicando una baja efectividad de este método. Esto fue contradictorio a lo expresado por Monsanto (1994), donde se reporta que una buena efectividad de este método se puede conseguir, si el herbicida es aplicado al tocón en las siguientes dos horas después de haber cortado la planta.

Según Kidd (1987), el método de aplicación sobre el tocón está muy relacionado al de cortes basales ya que ambos causan un daño mecánico a las plantas. En las plantas de carbón de 2-4 y de 5-9 cm de diámetro basal, se pudo ver

esta relación, ya que ambos métodos tuvieron los porcentajes de control mas bajos (cuadro 13), comparado con planta entera y tocón con rebrotes. Esto se pudo deber a que en ambos casos al herir la corteza se deja al descubierto el xilema, dejando fluir la savia bruta proveniente de las raíces, lo que pudo causar un efecto de lavado de el herbicida. Además glifosato tiene mayor efectividad sobre tejidos en activo crecimiento vegetativo, no sobre tejido herido.

Otro factor que pudo influir en los bajos porcentajes de control de estos métodos de aplicación fue el largo periodo lluvioso, que de hecho tuvo que causar un efecto de lavado del herbicida, ya que al aplicarlo con el método de tocón y cortes basales hubo una translocación deficiente y el remanente del herbicida pudo ser lavado fácilmente.

Cuadro 13. Porcentajes de control sobre el carbón con los métodos de aplicación de tocón y cortes basales en plantas de carbón de 2-4 y 5-9 cm de diámetro basal.

Diámetro basal cm	Método de aplicación	% Control*
2-4	Tocón	62
2-4	Cortes basales	48
5-9	Tocón	70
5-9	Cortes basales	58

*Los porcentajes de control son valores promedios.

5.3 METODO DE APLICACION A PLANTA ENTERA

Kidd (1987) señala que el método de planta entera es ventajoso cuando queremos realizar aplicaciones uniformes, a plantas específicas o cuando el acceso de maquinaria, con el objetivo de aplicar un área grande, es difícil. La ventaja de este método fue que tuvo mayor porcentaje de control comparado con los otros métodos, tanto en plantas de 2-4 como en las de 5-9 cm de diámetro (cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentajes de control sobre el carbón con el método de aplicación de planta entera en plantas de 2-4 y 5-9 cm de diámetro basal.

Diámetro basal cm	% de Control*
2-4	75
5-9	83

*Los porcentajes de control son valores promedios.

5.4 METODO DE APLICACION TOCON CON REBROTES

En cuanto al método de aplicación de tocón con rebrotes, Ashton y Monaco (1991) indican que muchas malezas rebrotan al poco tiempo de haber sido cortadas, debido a las reservas que acumulan en sus raíces. En el experimento los primeros tocones en rebrotar, lo hicieron a los 15 días de haber sido cortadas y a los 21 días casi todos habían rebrotado. Esto nos da una idea de la persistencia del carbón y de la rapidez con que puede rebrotar.

Este método fue una buena alternativa después de planta entera a pesar de que los porcentajes de control de 74% sobre el carbón en plantas de 2-4 cm y 72% en plantas de 5-9 cm de diámetro no fueron altos. Sin embargo este método puede ser utilizado después de un control mecánico para corregir deficiencias originadas de éste.

5.5 HERBICIDAS

En la evaluación de glifosato y picloram + 2,4-D sobre el porcentaje de control en plantas de 2-4 cm de diámetro, los porcentajes de control no fueron altos (62% con glifosato y 48% con picloram + 2,4-D), lo que indicó poca efectividad de ambos. Esto está relacionado con lo indicado por Ashton y Monaco en 1991, donde reporta que el éxito en el control de malezas leñosas mediante la aplicación al follaje, radica en la completa cobertura de éste y que la mala absorción del herbicida por las hojas constituye la principal limitante en el control de éstas.

En esta evaluación se utilizó el método de aplicación planta entera, para lo cual se aplicó a todo el follaje, la baja

efectividad de los herbicidas se pudo deber, entre otros factores, al hecho de que el carbón tiene una capa cerosa considerable en su hojas, que pudo limitar la absorción de éstos ya que en ninguno de los dos se utilizó adyuvantes para mejorar la absorción.

En relación con lo anterior, el bajo porcentaje de control de glifosato fue contradictorio con lo expresado por Ware en 1986, donde reporta que este herbicida es efectivo para el control de malezas perennes de raíces profundas, características que tiene el carbón, sin embargo este herbicida no logró matar completamente la planta.

En el caso de la evaluación con plantas de 5-9 cm de diámetro, glifosato tuvo un porcentaje de control mayor (78%) comparado con picloram + 2,4-D (51%), en este caso si se reafirmó lo indicado por Ware en 1986 de que glifosato es efectivo para el control de malezas perennes de raíces profundas. Aunque el porcentaje de control de glifosato no fue realmente satisfactorio.

El porcentaje de control sobre el carbón mediante el uso de glifosato, fue mas alto en plantas de 5-9 cm (plantas grandes) que en las de 2-4 cm de diámetro (plantas pequeñas), estos resultados contradicen a lo señalado por Ashton y Monaco en 1981, donde reporta que plantas pequeñas son mas susceptibles al daño de glifosato que plantas grandes en esta evaluación fue lo contrario.

Los bajos porcentajes de control de picloram + 2,4-D en plantas de 2-4 cm y 5-9 cm de diámetro, fueron contradictorios a lo expresado por Indelicato y Herrero en 1982, ellos reportan que este herbicida aún en dosis bajas tiene efectividad. Las dosis utilizadas fueron de 7 y 14 cc respectivamente, las cuales fueron bajas y no tuvieron un buen control.

Las dosis fueron tomadas de las recomendaciones de la etiqueta, de aquí se origina el hecho de que muchas personas al no obtener buenos resultados con estas recomendaciones sobredosifican y no calibran el equipo. Al final logran matar la planta por las dosis altas, pero no toman en cuenta el daño que se está causando al medio ambiente. También estos resultados fueron contradictorios a lo reportado por Ware en 1986, de que este herbicida es fácilmente absorbido por las hojas de las plantas y que es translocable. Al realizar la toma de datos se pudo observar mediante, cortes en la corteza de las plantas, que los tejidos de éstas

estaban muertos en la parte superior, caso contrario en la parte inferior, lo que indicó una translocación deficiente, esto pudo deberse a que el herbicida mató los vasos xilémicos rápidamente impidiendo la translocación de éste hacia las raíces.

5.6 TACTICA BIOLOGICA

El hecho de haber encontrado insectos que aparentemente son controladores biológicos, realmente no indica que el carbón está bajo control, ya que éstos no trabajan eficientemente como control biológico, sino que simplemente puede ser un mutualismo insecto/planta.

La investigación de controladores biológicos debe realizarse en lugares donde el carbón no es considerado como una maleza por lo consiguiente que no esté causando problemas. Solo bajo estas circunstancias podremos obtener resultados satisfactorios en la investigación de controladores biológicos de malezas.

VI. CONCLUSIONES

6.1 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato

En plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal, el porcentaje de control fue independiente de la dosis. No hubo diferencias estadísticas entre usar 7 ó 14 cc de glifosato, sin embargo hubo una diferencia económica ya que el usar la dosis alta nos dió un costo total de US\$ 22.71 y el usar la dosis baja un costo total de US\$ 12.92 (Cálculo basado en el control de 100 plantas).

El porcentaje de control dependió del método de aplicación. Los mejores métodos fueron tocón con rebrotes y planta entera, entre ellos no hubo diferencias estadísticas.

El control mecánico fue más barato que el químico US\$ 10.29 (cálculo basado en el control de 100 plantas), sin embargo en esta evaluación no fue comparado a nivel experimental contra el control químico, por lo que no podemos tomar el factor costo como sinónimo de efectividad.

6.2 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato

En plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal, el porcentaje de control dependió de la dosis de aplicación. Hubo diferencias estadísticas entre las dosis de 14 y 28 cc de glifosato, esto repercutió en una diferencia económica ya que el usar la dosis alta nos dió un costo total de US\$ 43.71 y el usar la dosis baja un costo total de US\$ 22.71 (Cálculo basado en el control 100 plantas).

El porcentaje de control dependió del método de aplicación, el mejor método fue planta entera.

El control mecánico fue más barato que el químico (US\$ 10.29, cálculo basado en el control de 100 plantas), sin embargo en este estudio no fue comparado a nivel experimental contra el control químico, por lo que no podemos tomar el factor costo como sinónimo de efectividad.

6.3 Evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D

En plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal, el porcentaje de control fue independiente del herbicida. Estadísticamente glifosato no fue superior a picloram + 2,4-D, en el control de plantas de carbón.

Económicamente hubo una ligera diferencia de US\$ 1.91 a favor de picloram + 2,4-D, ya que el costo total de aplicarlo fue de US\$ 10.91 y el de glifosato fue de US\$ 12.82 (Cálculo basado en el control de 100 plantas).

El control mecánico tuvo un costo total de US\$ 10.29 (Cálculo basado en el control de 100 plantas), esto fue considerablemente mas barato que el control químico tanto de glifosato como de picloram mas 2,4-D, sin embargo no fue comparado a nivel experimental, por lo que no podemos tomar el factor costo como sinónimo de efectividad.

6.4 Evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro con glifosato y picloram + 2,4-D

En plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal, el porcentaje de control dependió del herbicida utilizado.

Estadísticamente glifosato fue superior que picloram + 2,4-D, en el control de plantas de carbón.

Económicamente hubo una diferencia de US\$ 2 a favor de picloram + 2,4-D, ya que el costo total de aplicarlo fue de US\$ 20.71, comparado con US\$ 22.71 en el glifosato (Cálculo basado en el control de 100 plantas).

El control mecánico tuvo un costo total de US\$ 10.29 (Cálculo basado en el control de 100 plantas), esto fue considerablemente mas barato que el control químico tanto de glifosato como de picloram + 2,4-D, sin embargo en esta evaluación no fue comparado a nivel experimental, por lo que no podemos tomar el factor costo como sinónimo de efectividad.

VII. RECOMENDACIONES

Para el control de plantas de carbón con 2-4 cm de diámetro basal se puede utilizar la dosis de 7 cc de glifosato con un volumen de 700 ml de agua por planta, aplicado con el método de planta entera con un costo de US\$ 12.82, en el control de 100 plantas.

A pesar que bajo las mismas características el picloram + 2,4-D tuvo un costo de US\$ 10.91, no se recomienda aplicarlo en el control del carbón por problemas de residualidad en el medio ambiente.

Para el control de plantas de carbón con 5-9 cm de diámetro basal se puede utilizar la dosis de 28 cc de glifosato, con un volumen de 1400 ml de agua por planta, aplicado con el método de planta entera con un costo total de US\$ 43.71 en el control de 100 plantas.

Por lo elevado de la dosis y el costo, se recomienda hacer mas investigación sobre el control del carbón con glifosato utilizando otras dosis en el rango de 14 a 28 cc para encontrar una intermedia que pueda ser mas económica.

No se recomienda aplicar picloram + 2,4-D para el control del carbón de 5-9 cm de diámetro, ya que no tuvo un buen control y este herbicida es muy residual comparado con glifosato.

Se recomienda hacer evaluaciones a nivel experimental sobre el control del carbón, comparando el control químico con el mecánico y uso de quemas controladas, siempre y cuando lo realice personal capacitado en éstas prácticas

En caso de llevar a cabo mas estudios sobre el control químico del carbón se recomienda utilizar el diseño de bloques completos al azar, ya que se adapta muy bien a las condiciones del campo, habría que aumentar el número de repeticiones por bloque y experimentar con aplicaciones por unidad de área, en vez de aplicaciones individuales a plantas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, F.M.; CRAFTS, A.S. 1981. Mode of Action of herbicides. 2 ed. New York, EE.UU., Wiley-Interscience Publication. 525 p.
- ; MONACO, T.J. 1991. Weed Science: Principles and Practices. 3 ed. New York, EE.UU., Wiley-Interscience Publication. 466 p.
- BOYALL, L.A. 1983. The control of perennial weeds. In Recent Advances in Weed Research. ed. by W.W. Fletcher. London, England., Unwin Brothers. p. 141-170.
- BROWN, A.W.A. 1978. Ecology of Pesticides. New York, EE.UU., Wiley-Interscience Publication. 525 p.
- CAVE, R.D. 1995. Diagnóstico Entomológico. Escuela Agrícola Panamericana, ElZamorano. (CorrespondenciaPersonal).
- CIAT (COL.). 1980. Guía Práctica Para el Control Químico de las Malezas en los Potreros. 1ra. reimp. Cali, COL., CIAT. p. 6-7. (Guía de Estudio Serie 04sw-03.02).
- , 1981. Principios básicos para el manejo y control de las malezas en los potreros. 2 ed. Cali, Col., CIAT. p. 9-18. (Guía de Estudio Serie 04sw-03.01).
- CIBA-GEIGY (Suiza). 1981. Manual para Ensayos de Campo en Protección Vegetal. Edit. y pub. por Werner Püntener. 2 ed. rev. y ampl. Basilea, Suiza, 205 p.
- CORBETT, J.R.; WRIGHT, K. 1984. The Biochemical Mode of Action of Pesticides. 2 ed. London, U.K., Academic Press. p.189,276,280.
- FRYER, J.D. 1983. Recent Research on Weed Management New Light on an Old Practice. In Recent Advances in Weed Research. ed. by W.W. Fletcher. London, England., Unwin Brothers. p. 181-199.
- INDELICATO, L.C.; HERRERO, M.A. 1982. Recomendaciones de uso de herbicidas en Argentina. Buenos Aires, Arg., BESTEIRO Talleres Gráficos. p.122.

- ; HERRERO, M.A. 1985. Recomendaciones de uso de herbicidas, defoliantes en la República Argentina. 2 ed. Buenos Aires, Arg., BESTEIRO Talleres Gráficos. p.91.
- JHONSON, B.J.; CARROW, R.N. 1995. Influence of Fenoxaprop and Ethofumesate Treatments on Suppression of Common Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) in Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) Turf. Weed Technology. (EE.UU.) 9(4):784-793.
- JONES, J.R.; PEREZ, G.A. 1981. Diagnóstico Socio-Económico Sobre el Consumo y Producción de Leña en Honduras. Turrialba, C.R., CATIE. 80 p.
- KIDD, F.A. 1987. Application and Use of Herbicides in Forest and Right-of-Way Sites. In Methods of Applying Herbicides. Ed. by MCWHORTER, C.G.; GEBHARDT, M.R. Weed Science Society of America. Champaign, Ill. EE.UU, p.297-312 (Monograph Series of the Weed Science Society of America N4).
- KISHORE, G.M.; PADGETTE, S.R.; FRALEY, R.T. 1992. History of Herbicide-Tolerant Crops, Methods of Development and Current State of the Art-Emphasis on Glyphosate Tolerance. Weed Technology (EE.UU.) 6(3):626-634.
- KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M.; NOORDHOFF, L.J. 1980. Estudio de las plantas nocivas: principios y prácticas. Trad. del inglés por Roberto Esteban Thomson Saenz. México, D.F., Méx., LIMUSA. 449 p.
- LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Anatolio De Paula Crespo. 7a reimp. México, D.F., Mex., TRILLAS. 270 p.
- MONROY GUERRA, J.A. 1991. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la efectividad de herbicidas pre-emergentes y la composición de las comunidades de malezas. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p. 24,51.
- MATTHEWS, G.A. 1987. Métodos Para la Aplicación de Pesticidas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, D.F., Méx., CEGSA. p.43.

- MONSANTO (EE.UU.). 1994. Crops Chemical Product Labels. Trademark of Monsanto Company. St. Louis, Mo., EE.UU., 176 p.
- , ¿1995?. Roundup hacia el siglo 21. St. Louis, Mo., EE.UU., Monsanto Company. 16 p.
- PITTY, A.; MUÑOZ, R. 1993. Guía práctica para el manejo de malezas. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 223 p.
- , 1995. Modo de Acción y Síntomas de Fitotoxicidad de los Herbicidas. Tegucigalpa, Hond., Zamorano Academic Press. 63 p.
- REICHERD, A. 1985. Herbicidas Hormonales. In Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas. Edit. por Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes, A.C. México, D.F. Mex., p.243-251.
- THOMSON, W.T. 1983. Agricultural Chemicals: Book II- Herbicides. Fresno, CA., EE.UU., THOMSON publications. v.2, 285 p.
- THOTHILL, J.C.; MOTT, J.J. and GILLARD, P. 1982. Pasture weeds of the tropics and subtropics with special reference to Australia. In Biology and ecology of weeds. Ed. by HOLZNER, W. ; NUMATA, M. The Hague, The Netherlands, Dr. W. Junk Publisher p. 403-428. (Geobotany 2).
- VILLARIAS, J.L. 1981. Control de Malas Hierbas. Madrid, Spa., Mundi-Prensa. v2., 852 p.
- WARE, G.W. 1986. Fundamentals of Pesticides: A self-instruction guide. 2 ed. rev. Fresno, CA., EE.UU. Thomson Publications. p.128,136,211,221.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1983. Herbicide Handbook. 5 ed. Champaign, Ill. EE. UU., WSSA. p. 259, 262.
- WILLIAMS, L.O. 1981. The Useful Plants of Central América. CEIBA. (Hond.) 24(1-2):3-337.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de distribución diamétrica de las unidades experimentales rango de 2-4 cm.

Número de planta	Díámetro en cm
1	3.5
2	2.8
3	3.3
4	3.5
5	3.5
6	3.5
7	2.5
8	3.5
9	2.3
10	3.5
11	3.5
12	2.2
13	3
14	4
15	2.1
16	3.2
17	2.5
18	3.8
19	2.8
20	3
21	3.6
22	2.7
23	3.1
24	2.1
25	3.5
26	3.4
27	2.6
28	3
29	3.8
30	3.9
31	3.2
32	3.5
33	2.5
34	3.8
35	3.8
36	2.5
37	3
38	2.5
39	4
40	3.7
41	3
42	3
43	3
44	3
45	3.7
46	3.2
47	3.5
48	3.5
49	3.5
50	3.2
51	3.1
52	3.5
53	3.2
54	3.4
55	3.5
56	3.1
57	3.3
58	3
59	3
60	3

Anexo 2. Tabla de distribución diamétrica de las unidades experimentales rango de 5-9 cm.

Número de planta	Diametro en cm
61	5
62	5.1
63	6.2
64	6
65	5
66	5.1
67	6
68	5.1
69	6.2
70	5
71	5
72	5
73	7
74	5
75	5.3
76	8.4
77	5.8
78	5
79	5
80	6
81	5.5
82	5.6
83	5.2
84	7
85	5.3
86	5.5
87	6.6
88	5
89	8.4
90	6.5
91	6.4
92	5.3
93	5
94	5
95	5
96	5
97	5.3
98	5.3
99	5
100	7
101	7
102	5.3
103	7.6
104	5
105	7.6
106	5
107	5
108	6.5
109	8.7
110	6
111	5
112	5.5
113	5.4
114	5.7
115	5.7
116	6.3
117	9.5
118	6.5
119	7
120	5.5

Anexo 3. Tabla para la transformación angular de datos de porcentajes a grados.

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	5.7	8.1	10.0	11.5	12.9	14.2	15.3	16.4	17.5
10	18.4	19.4	20.3	21.1	22.0	22.8	23.6	24.4	25.1	25.8
20	26.6	27.3	28.0	28.7	29.3	30.0	30.7	31.3	31.9	32.6
30	33.2	33.8	34.4	35.1	35.7	36.3	36.9	37.5	38.1	38.6
40	39.2	39.8	40.4	41.0	41.6	42.1	42.7	43.3	43.9	44.4
50	45.0	45.6	46.1	46.7	47.3	47.9	48.4	49.0	49.6	50.2
60	50.8	51.4	51.9	52.5	53.1	53.7	54.3	54.9	55.6	56.2
70	56.8	57.4	58.1	58.7	59.3	60.0	60.7	61.3	62.0	62.7
80	63.4	64.2	64.9	65.6	66.4	67.2	68.0	68.9	69.7	70.6
90	71.6	72.5	73.6	74.7	75.8	77.1	78.5	80.0	81.9	84.3
100	90.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(Tomado de Little, T.M.; Hills, F.J. 1987.).

Anexo 4. Costos de los insumos utilizados en las evaluaciones de glifosato, picloram + 2,4-D y del control mecánico.

Insumo	Costo unitario (US\$)
Bomba marca SOLO* de 12 lt	86.00
Glifosato (lt)	15.00
Picloram + 2,4-D (lt)	13.27
Machete	3.18

*Bomba tomada como referencia para realizar los cálculos.

Anexo 5. Costos de las dosis por planta de los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D.

Herbicida	Costo/Litro (US\$)	Costo Dosis (US\$)		
		7cc	14cc	28cc
Glifosato	15	0.11	0.21	0.42
Picloram + 2,4-D	13.27	0.09	0.19	-----

Anexo 6. Cálculos de la depreciación de equipo de aplicación tomando como referencia una bomba marca SOLO de 12 lt.

Costo/Bomba (US\$)	Vida útil años	Depreciación anual (US\$)	Depreciación día (US\$)
86	3	27	0.08

Anexo 7. ANDEVA de las variables independientes métodos de aplicación y dosis en la evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal con glifosato.

Fuente de variación	Pr>F
Modelo	0.0001
Método de aplicación	0.0001
Dosis	0.3231
R ² =0.73	C.V.=25

Anexo 8. ANDEVA de las variables independientes métodos de aplicación y dosis en la evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal con glifosato.

Fuente de variación	Pr>F
Método de aplicación	0.0002
Dosis	0.0209
R ² =0.81	C.V.=19

Anexo 9. ANDEVA de los herbicidas glifosato y picloram + 2,4-D en la evaluación del control de plantas de carbón de 2-4 cm de diámetro basal.

Fuente de variación	Pr>F
Modelo	0.0001
Herbicidas	0.0001
$R^2=0.80$	C.V.=39

Anexo 10. ANDEVA de los herbicidas glifosato y picloram mas 2,4-D en la evaluación del control de plantas de carbón de 5-9 cm de diámetro basal.

Fuente de variación	Pr>F
Modelo	0.0001
Herbicidas	0.0001
$R^2=0.94$	C.V.=19