



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Forestal.

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Evaluación de la eficiencia de herbicidas para el control de malezas en plantación de *Pinus radiata* D. Don, en el sector Itulcachi, parroquia Pifo, provincia de Pichincha, año 2019”.

AUTOR:

Damian Enrique Peña Macias

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Ing. For. Fabricio Fabián Meza Bone M. Sc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Damian Enrique Peña Macias**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Damian Enrique Peña Macias

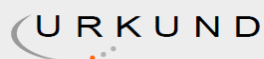
C.C. # 1207334911

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. For. Fabricio Fabián Meza Bone M. Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Damian Enrique Peña Macias**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Evaluación de la eficiencia de herbicidas para el control de malezas en plantación de *Pinus radiata* D. Don, en el sector Itulcachi, parroquia Pifo, provincia de Pichincha, año 2019**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Forestal**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. For. Fabricio Fabián Meza Bone M. Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Evaluación de la eficiencia de herbicidas para el control de malezas en plantación de Pinus radiata D. Don en el sector Itulcachi, parroquia Pífo, provincia de Pichin cha, año 2019.docx (D58305777)
Submitted: 11/5/2019 3:16:00 PM
Submitted By: rlopez@uteq.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:

TESIS LOPEZ JACINTO 31.07.2015.docx (D15000011)
Proyecto Andres Burgos para URKUND.docx (D58271057)
TESIS DOCTORAL.doc (D20839497)

Instances where selected sources appear:

7

Ing. Fabricio Fabián Meza Bone M. Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Evaluación de la eficiencia de herbicidas para el control de malezas en plantación de *Pinus radiata* D. Don, en el sector Itulcachi, parroquia Pifo, provincia de Pichincha, año 2019”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

APROBADO POR:

Dr. José Nieto Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Nicolás Cruz Rosero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Edison Solano Apuntes M. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de sus más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones, a lo largo de su carrera universitaria y que hicieron posible la realización de este proyecto de investigación:

- Primeramente, a Dios, por esa fortaleza, salud y vida para seguir adelante, a pesar de los altos y bajos que se presentaron a lo largo de la vida universitaria.
- A mis padres, que con amor y confianza me supieron guiar hacia el camino de bien, haciendo saber lo bueno y lo malo de la vida, dándome la oportunidad de encaminar al ámbito profesional.
- A mis hermanos, que, a pesar de días oscuros, han logrado sacar momentos divertidos y alegres en mi vida.
- A mis demás familiares, que de una u otra manera me apoyaron con un granito de arena en todos estos años de estudio, y especialmente a mi tía Cristina Macías García, quien con su amor y cariño supo cuidarme y levantarme en situaciones difíciles.
- A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y la Facultad Ciencias Ambientales por brindar profesionales que nos ayudan y guían en nuestra carrera universitaria.
- Al Ing. Rolando Manuel López Tobar, que con su amistad y ayuda brindada se pudo realizar este proyecto investigativo.
- A cada uno de mis compañeros de curso por haberme brindado su atención y ayuda en cada actividad que se realizaron en clases, logrando así, seguir escalando cada semestre, ciclo y año universitario.
- A mi compañero José Andrés Burgos Guerra, por la compañía y apoyo durante los trabajos de campos previo a la realización de la tesis de grado.
- A la empresa NOVOPAN S.A., cuerpo de ingenieros y trabajadores, que con su colaboración se logró efectuar este trabajo investigativo.

¡Gracias a todos ustedes!

Damian Enrique Peña Macías

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de investigación:

A mis madres

Jacinta Pastora García Párraga, quien fue una de las personas que estuvo en mi niñez y adolescencia creyendo en mí, dando siempre ese apoyo incondicional y que infinitamente desde el cielo estará aplaudiendo y celebrando mis logros.

Ana Macias García a quien quise, amé y la seguiré amando con todo mi corazón, la mujer que medio la vida y que dio toda su vida de luchas y batallas por mi porvenir y sé que desde el cielo seguirá cuidando mis pasos.

María Cristina Macias García a quien quiero con toda mi vida, la que siempre ha estado conmigo, dando ese apoyo alentador e inspirador, impulsando a seguir adelante a pesar de todos los obstáculos que se presenta en esta vida.

A mi padre

Franklin Enrique Peña Macias a quien lo aprecio y lo quiero mucho, que a pesar de las situaciones difíciles e incómodos que se han presentado, siempre ha sido un ejemplo a seguir, en las buenas y malas.

A mis hermanos

Andrés David Peña Macias con quien he crecido junto todos estos años de vida, donde hemos tenido que pasar momentos felices y tristes en el transcurso del tiempo, y a quien lo quiero con todo corazón.

Franklin Adrián Peña Macias a quien también lo quiero con la vida y que siempre ha estado apoyándome en toda instancia a pesar de felicidades y amarguras.

RESUMEN

El proyecto de investigación se lo realizó en la hacienda Itulcahi, en el sector del mismo nombre, parroquia Pifo, provincia de Pichincha. Los plantíos de *P. radiata* en el lugar, al igual que otras plantaciones forestales sufren de la presencia de malezas por lo que compromete el desarrollo y crecimiento de la especie, especialmente en sus primeros años de vida, por lo que este estudio efectuó la aplicación de herbicidas para la erradicación de estas especies indeseables. Los objetivos de la presente investigación fueron identificar las especies de malezas en la zona de estudio, determinar el herbicida más eficaz y realizar un análisis económico de los productos químicos, llevándolo a cabo en los meses de julio a octubre del presente año. Previo a la aplicación de los productos se realizó la cuantificación de las malezas en un cuadrante de 0,50 m² y la recolección e identificación de las especies de malezas existentes en la zona de estudio mediante guías y manuales adquiridos en el herbario UTEQ. Se identificaron un total de 30 especies, observando que *Hydrocotyle bonplandii*, *Dalea coerulea*, *Desmodium molliculum* y *Pennisetum clandestinum* fueron las malezas más abundantes dentro del ensayo, por otro lado, el índice de diversidad mostró 26 especies. De los 6 herbicidas utilizados, incluidos el Anfino, Merlín, Verdic, Rambo, Truper y Glifopac, el más eficiente en el control de malezas fue Rambo con 75,2% teniendo como ingrediente activo el Tryclopypyr. Se observó síntomas leves entre tratamientos, debido a que la toxicidad de los productos frente al pino fue baja, por ello no hubo diferencias estadísticas. El análisis de costo mostró que los químicos aplicados rodean alrededor de los \$27,02 a los \$340,07 por hectárea.

Palabras claves: Malezas, herbicidas, toxicidad, pino.

ABSTRACT

The research project was carried out at the Itulcahi farm, in the sector with the same name, Pifo parish, Pichincha province. The plantations of *P. radiata* in the place, like other forest plantations suffer from the presence of weeds, so it compromises the development and growth of the species, especially in its first years of life, so this study made the application of herbicides for the eradication of these undesirable species. The objectives of the present investigation were to identify the weed species in the study area, determine the most effective herbicide and carry out an economic analysis among the chemical products, carrying it out in the months of July to October of this year. Prior to the application of the products, the quantification of weeds in a quadrant of 0.50 m² was carried out and the collection and identification of existing weed species in the study area through guides and manuals acquired in the UTEQ herbarium. A total of 30 species were identified, observing that *Hydrocotyle bonplandii*, *Dalea coerulea*, *Desmodium molliculum* and *Pennisetum clandestinum* were the most abundant weeds within the trial, on the other hand, the diversity index showed 26 species. Of the 6 herbicides used, including the Anfino, Merlin, Verdic, Rambo, Truper and Glifopac, the most efficient in weed control was Rambo with 75.2% having as active ingredient Tryclopypyr. Mild symptoms were observed between treatments, because the toxicity of the products against pine was low, so there were no statistical differences. The cost analysis showed that the chemicals applied are around \$ 27.02 to \$ 340.07 per hectare.

Keywords: Weeds, herbicides, toxicity, pine.

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de Autoría y Cesión de Derechos.....	ii
Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación	iii
Certificado del Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio académico	iv
Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación.....	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
Tabla de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Figuras	xv
Índice de Ecuaciones	xvi
Índice de Anexos	xvii
Código de Dublín	xviii
Introducción.....	1

CAPÍTULO I. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización de la investigación	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
Diagnóstico.....	3
Pronóstico	3
1.1.2. Formulación del problema	3
1.1.3. Sistematización del problema	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Hipótesis de la investigación	4
1.4. Justificación	4

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco Conceptual.....	7
2.1.1.	Malezas.....	7
2.1.1.1.	Ecología.....	7
2.1.1.2.	Clasificación de las malezas.....	8
2.1.2.	Competencia de las malezas con las plantaciones forestales.....	9
2.1.3.	<i>Pinus radiata</i> D. Don.....	9
2.1.3.1.	Características morfológicas.....	9
2.1.3.2.	Requerimientos ecológicos.....	10
2.1.3.3.	Clasificación taxonómica.....	10
2.1.3.4.	Descripción botánica.....	10
2.2.	Marco Referencial.....	11
2.2.1.	Control de malezas.....	11
2.2.1.1.	Métodos de control de malezas.....	12
2.2.2.	Control químico.....	13
2.2.3.	Herbicidas.....	15
2.2.3.1.	Clasificación de los herbicidas.....	15
2.2.4.	Fitotoxicidad del <i>Pinus radiata</i> frente a los herbicidas.....	17
2.2.5.	Herbicidas de uso forestal.....	18
2.2.6.	Herbicidas a utilizarse.....	20
2.2.6.1.	Truper 101.....	20
2.2.6.2.	Anfino.....	20
2.2.6.3.	Verdict™ R.....	21
2.2.6.4.	Rambo 48.....	21
2.2.6.5.	Merlin.....	21
2.2.6.6.	Glifopac 480.....	22

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización.....	24
3.1.1.	Características climatológicas y edafológicas.....	25
3.2.	Tipo de investigación.....	25
3.3.	Método de investigación.....	25
3.3.1.	Método de observación.....	25

3.4.	Fuente de recopilación de información	26
3.5.	Diseño de la investigación	26
3.5.1.	Factor de estudio.....	26
3.5.2.	Tratamientos estudiados	27
3.5.3.	Características del sitio experimental	27
3.6.	Instrumentos de la investigación	28
3.6.1.	Caracterización del área del experimento.....	28
3.6.2.	Determinación de la abundancia, riqueza e identificación de las especies malezas	28
3.6.3.	Delimitación de las unidades experimentales.....	28
3.6.4.	Preparación y aplicación de herbicidas	29
3.6.5.	Acción de los herbicidas.....	29
3.6.6.	Análisis económico del proyecto.....	29
3.6.6.1.	Costos fijos	29
3.6.6.2.	Costos variables.....	30
3.6.6.3.	Costos totales.....	30
3.7.	Tratamientos de los datos	30
3.7.1.	Abundancia y riqueza de malezas en estudio	30
3.7.2.	Días del agobio de las especies malezas.....	31
3.7.3.	Días a la muerte de las especies malezas.....	31
3.7.4.	Porcentaje de control de las especies malezas.....	31
3.7.5.	Días de rebrote de las especies malezas	32
3.7.6.	Fitotoxicidad.....	32
3.7.7.	Comparación económica del proyecto	33
3.8.	Recursos humanos y materiales.....	33
3.8.1.	Colaboradores.....	33
3.8.2.	Materiales y equipos.....	33

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados.....	35
4.1.1.	Abundancia y riqueza de malezas en estudio	35
4.1.2.	Días del agobio de las especies malezas.....	37
4.1.3.	Días a la muerte de las especies malezas.....	39

4.1.4.	Porcentaje de control de las especies malezas.....	41
4.1.5.	Días de rebrote de las especies malezas	43
4.1.6.	Toxicidad.....	45
4.1.7.	Análisis de costo.....	46
4.2.	Discusión	47

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	50
5.2.	Recomendaciones	51

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1.	Literatura citada.....	53
------	------------------------	----

CAPÍTULO VII. ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N° DE TABLA	TÍTULO DE TABLA	PÁG.
1	Características taxonómicas del <i>Pinus radiata</i> .	10
2	Herbicidas para uso forestal con aprobación hasta febrero de 1995.	18
3	Características climatológicas y edafológicas de la zona.	25
4	Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).	26
5	Tratamientos estudiados.	27
6	Características del experimento.	27
7	Escala porcentual de control de malezas, según la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM).	32
8	Clasificación de escala EWCR para fitotoxicidad en plantas de pino.	32
9	Especies, individuos e índice de diversidad según Margalef.	35
10	Días de agobio de las especies malezas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control malezas.	38
11	Días a la muerte de las especies malezas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.	40
12	Porcentaje de las especies malezas muertas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.	42
13	Días al rebrote de las especies malezas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.	44
14	Toxicidad registrada en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.	45
15	Análisis de costos de los herbicidas aplicados (\$/ha) en el control de malezas en la hacienda Itulcachi.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

N° DE FIGURA	TÍTULO DE FIGURA	PÁG.
1	Ubicación de la plantación de <i>P. radiata</i> en el sector Itulcachi.	24
2	Abundancia de especies malezas encontradas antes de la aplicación de los herbicidas para el control de malezas en plantación de pino.	36

ÍNDICE DE ECUACIONES

Nº DE ECUACIÓN	TÍTULO DE LA ECUACIÓN	PÁG.
1	Costos totales	30
2	Abundancia de malezas en estudio	30
3	Riqueza de malezas en estudio	31

ÍNDICE DE ANEXOS

N° DE ANEXO	TÍTULO DE ANEXO	PÁG.
1	Especies malezas encontradas en el sitio de estudio.	60
2	Abundancia de especies en el sitio de estudio.	61
3	Marcación del área de estudio y división de la distancia entre parcelas.	62
4	Establecimiento de los letreros con su respectiva identificación.	62
5	Cuantificación de las especies malezas una vez lanzado el cuadrante 0,50 m ² .	63
6	Muestra de especies recolectadas para su identificación en guías y manuales del herbario UTEQ.	63
7	Aplicación de los herbicidas en el área de estudio.	64
8	Toma de datos de las variables a evaluar.	64
9	Agobiamiento de las especies malezas (a la derecha la especie <i>Arcytophyllum thymifolium</i> y a la izquierda el <i>Berberis halli</i>).	65
10	Muerte de las especies malezas (a la izquierda se encuentra la especie <i>Achyrocline alata</i> y a la derecha <i>Calamagrostis intermedia</i>).	65
11	Rebrote de las especies malezas (a la izquierda la especie <i>Hydrocotyle bonplandii</i> y a la derecha <i>Desmodium molliculum</i>).	66
12	Toxicidad de la planta de <i>Pinus radiata</i> frente a los herbicidas (a la derecha el T5 y a la izquierda el T2).	66

CÓDIGO DE DUBLÍN

Título:	“Evaluación de la eficiencia de herbicidas para el control de malezas en plantación de <i>Pinus radiata</i> D. Don en el sector Itulcachi, parroquia Pifo, provincia de Pichincha, año 2019”			
Autor:	Damian Enrique Peña Macias			
Palabras clave:	Malezas	Pino	Herbicidas	Toxicidad
Fecha de publicación:				
Editorial:	UTEQ; FCAMB; Carrera de Ingeniería Forestal, 2019			
Resumen: (hasta 300 palabras)	El presente proyecto de investigación se lo realizó en la hacienda Itulcachi, en el sector del mismo nombre, parroquia Pifo, provincia de Pichincha. Los plantíos de <i>P. radiata</i> en el lugar, al igual que otras plantaciones forestales sufren de la presencia de malezas por lo que compromete el desarrollo y crecimiento de la especie, especialmente en sus primeros años de vida, por lo que este estudio efectuó la aplicación de herbicidas para la erradicación de estas especies indeseables. Los objetivos de la presente investigación fueron identificar las especies de malezas en la zona de estudio, determinar el herbicida más eficaz y realizar un análisis económico de los productos químicos, llevándolo a cabo en los meses de julio a octubre del presente año. Previo a la aplicación de los productos se realizó la cuantificación de las malezas en un cuadrante de 0,50 m² y la recolección e identificación de las especies de malezas existentes en la zona de estudio mediante guías y manuales adquiridos en el herbario UTEQ. Se identificaron un total de 30 especies, observando que <i>Hydrocotyle bonplandii</i>, <i>Dalea coerulea</i>, <i>Desmodium molliculum</i> y <i>Pennisetum clandestinum</i> fueron las malezas más abundantes dentro del ensayo, por otro lado, el índice de diversidad mostró 26 especies. De los 6 herbicidas utilizados, incluidos el Anfino, Merlín, Verdic, Rambo, Truper y Glifopac, el más eficiente en el control de malezas fue Rambo con 75,2% teniendo como ingrediente activo el Tryclopyp. Se observó síntomas leves entre tratamientos, debido a que la toxicidad de los productos frente al pino fue baja, por ello no hubo diferencias estadísticas. El análisis de costo mostró que los químicos aplicados rodean alrededor de los \$27,02 a los \$340,07 por hectárea.			
Descripción:	Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm			
URL:				

INTRODUCCIÓN

El pino (*Pinus radiata* D. Don) es una de las principales especies forestales más productivas y cultivadas a nivel mundial, estimándose unos 4,2 millones de hectáreas implantadas (Mead, 2013). Como característica destacable, se trata de una madera versátil, con muchas aplicaciones estructurales y decorativas, en los últimos años ha sumado sus beneficios la utilización de estas plantaciones como sumideros de carbono y también para la producción de biomasa (Ferrere *et al.*, 2015).

Con relación al Ecuador esta especie fue introducida en 1905, desde entonces estas plantaciones de pino fueron ganando territorio en el país, estableciéndose en 1990 un promedio de 20 000 hectáreas (Mead, 2013). Cada año estos plantíos junto con el eucalipto indican un crecimiento promedio estimado de 15 m³/ha, encontrándose en su mayoría en la serranía ecuatoriana (ITTO, 2004).

Pero una de las adversidades que tiene estas plantaciones forestales al igual que otros cultivos es la competencia de malezas ya sea por luz, agua y nutrientes, pudiendo llegar a comprometer seriamente su rendimiento, especialmente en su primer año de vida (Da Ponte y Salas, 2013). Los efectos negativos que producen estas especies indeseables en las plantas son comúnmente, mortalidad, menor crecimiento y generación de ambientes propicios para plagas y enfermedades (Donoso *et al.*, 2015).

Para eliminar estas especies no deseadas, se puede efectuar un control químico, durante el período crítico, con respecto a este tipo de control, los herbicidas han sido útiles y poderosas herramientas para el control de las malezas en los distintos sistemas agrícolas y forestales del mundo, ocupando un importante lugar entre las diferentes opciones disponibles, debido a que la acción del producto es amplio y complejo sobre las malas hierbas (Alvaro, 2007).

En el presente proyecto de investigación se evaluaron diferentes tipos de herbicidas dentro de una plantación de *P. radiata* con la finalidad de comprobar cuál de los productos químicos a utilizar es el más eficiente en el control de malezas, en el sector Itulcachi, provincia de Pichincha, zona centro de la sierra ecuatoriana.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Diagnóstico

El *P. radiata* al igual que otras especies forestales, sufren de la presencia de diversas malezas al inicio de su plantación, por lo que tienden a competir por luz, agua, nutrientes y el espacio, que en ocasiones pueden afectar de manera desastrosa, provocando pérdidas económicas al usuario.

La eficacia de los herbicidas para el control de estas distintas malezas en plantación de pino en el país, es un tema que hoy en día muchos usuarios o empresas dueñas de estos plantíos desconocen, debido a la poca información existente en el ámbito forestal sobre el comportamiento de estas variedades de especies indeseables frente a la aplicación de los productos químicos y por consiguiente la afectación que causa a las plantas del *Pinus radiata*.

Pronóstico

La apropiada aplicación de los diferentes tipos de herbicidas permitirá controlar las diversas plantas malezas, obteniendo en la plantación de *P. radiata* un óptimo crecimiento y desarrollo morfológico.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la eficacia de los herbicidas en el control de diversas especies malezas en la plantación de *P. radiata* en el sector Itulcachi, parroquia Pifo, provincia de Pichincha?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Qué herbicida evidenciará un mayor control en las especies malezas dentro de la plantación?

¿Cuál de los productos aplicados tendrán un menor costo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la eficacia de los herbicidas para el control de malezas en la plantación de *P. radiata* en el sector de Itulcachi, parroquia Pifo, provincia de Pichincha.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las especies malezas que se encuentran en el área de estudio.
- Determinar el herbicida más eficiente en el control de las malezas.
- Realizar un análisis económico del proyecto.

1.3. Hipótesis de la investigación

H₀ ¿Los tipos de herbicidas aplicado obtendrán la misma eficacia en el control de las especies malezas en la plantación de *P. radiata*?

H₁ ¿Los tipos de herbicidas aplicado no obtendrán la misma eficacia en el control de las especies malezas en la plantación de *P. radiata*?

1.4. Justificación

El control de diversas especies malezas dentro de las plantaciones forestales, permite conocer y manejar de mejor manera los plantíos. Con la finalidad de aportar en la generación de información relativa para el control de las diversas poblaciones de malezas en plantaciones de *P. radiata*, se realizó el siguiente trabajo investigativo cuyo propósito fue el

de evaluar la eficacia de los distintos tipos de herbicidas para la erradicación de las diferentes especies indeseables.

Durante años, la hacienda Itulcachi perteneciente a la empresa NOVOPAN S.A. ha venido estableciendo plantaciones forestales sin tener conocimiento de cómo controlar las diversas especies malezas encontradas en la plantación; debido a la presencia de estas especies no deseadas es muy importante y esencial desarrollar estrategias dentro del manejo silvicultural, poniendo en énfasis el uso de los herbicidas, ya que de una u otra manera estos productos químicos tienen como acción atacar, contrarrestar o muchas veces eliminar las malas hierbas encontradas en la plantación.

Por lo dicho anteriormente, esta investigación ayudará de manera directa a los usuarios o dueños de plantíos de *P. radiata* o plantaciones forestales, así como a investigadores y estudiantes, que tomen interés por este tema de importancia, ayudando a fortalecer sus conocimientos en el control de las malezas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Malezas

La naturaleza no reconoce ninguna planta como mala hierba; sin embargo, la definición convencional solo considera los aspectos negativos al señalar como maleza aquella planta que en un momento dado interfiere con la utilización de la tierra por el hombre para un uso específico (Garro, 2002). Según los especialistas, es aquella planta que crece de forma silvestre en una zona cultivada. Al competir por el agua y los nutrientes del suelo, generan pérdidas económicas e interfieren en la plantación (Esperbent, 2015).

En ciertas ocasiones puede no comportarse como tal sino que más bien como vegetación acompañante, y tener múltiples efectos positivos sobre el desarrollo inicial de las plantas de especies arbóreas tales como moderar las temperaturas a nivel del suelo, reducir las tasas de descomposición de especies, reducir pérdidas por evapotranspiración, servir de almacenaje de nutrientes y liberar nutrientes cuando esta vegetación muere (Donoso y Nyland, 2006).

2.1.1.1. Ecología

Las malezas comparten ciertas características ecológicas que la distinguen de otras plantas. Específicamente, “las malezas son plantas que son especialmente exitosas en colonizar sitios perturbados, pero potencialmente productivos, y en mantener su abundancia en condiciones de perturbaciones repetidas” (Liebman y Staver, 2001)

Las malezas presentan, en diferentes grados, una o varias de las siguientes características (CIAT, 1989):

- Espontaneidad
- Adaptación al medio
- Fácil propagación sexual y vegetativa
- Latencia
- Facilidad de dispersión
- Alto poder germinativo

- Alta eficiencia para el uso del suelo, el agua, El CO₂ y la luz
- Alta eficiencia competitiva respecto a otras plantas

2.1.1.2. Clasificación de las malezas

Existen diferentes maneras para clasificar las malezas. El sistema más importante es la taxonómica, que es de uso universal; sin embargo, es común agruparlas de acuerdo con una serie de características, entre las que pueden citarse (Subirós, 2000):

a) Tiempo en requieren para completar su ciclo de vida:

- **Anuales:** Compiten su ciclo de vida en un período igual o menor a un año. Su control, por lo general, es fácil; pero son muy persistentes debido a la gran cantidad de semillas que producen.
- **Bianuales:** Se caracterizan por presentar una fase vegetativa durante el primer año y una fase reproductiva durante el segundo año.
- **Perennes:** Sobreviven durante varios años, pueden florecer en varias ocasiones y, por lo tanto, producir múltiples generaciones de semillas. Además, algunas tienen la capacidad para reproducirse en forma vegetativa.

b) Por la forma de hojas.

Se agrupan en plantas de hoja ancha (dicotiledóneas) o de hoja angosta: gramíneas y ciperáceas. Es importante aclarar que no todas las plantas cuyas hojas son anchas pertenecen a las dicotiledóneas (por ejemplo, las aráceas).

c) Por el hábito de crecimiento: aéreas, rastrearas y subterráneas.

d) Por la textura del tallo: herbáceas, leñosas o semileñosas.

2.1.2. Competencia de las malezas con las plantaciones forestales

Se describe a la competencia como el comienzo de la reacción; cuando las plantas y las malezas están en un espacio, y la acción de una afecta la respuesta de la otra limitándola. De esta forma la ventaja inicial incrementa una acumulación con el ligero aumento de la cantidad de energía, seguido por el crecimiento correspondiente, y este por una ganancia adicional en la respuesta y la reacción (Cerna, 2013).

Por los recursos que compiten las malezas con las plantaciones es por luz, nutrientes y el agua. Comparada con otras plagas (insectos, enfermedades, fúngicas, etc.), las malezas producen el mayor impacto sobre el rendimiento de la planta ocasionando pérdidas de rendimiento más del 80% (Koch, 2012).

2.1.3. *Pinus radiata* D. Don

Por su variedad, abundancia y distribución, el género *Pinus* es uno de los más importantes componentes de la vegetación de clima templado, ocupa un lugar primordial desde el punto de vista ecológico, forestal e industrial, tanto en la producción maderable como en la no maderable. Tal importancia radica en su rapidez de crecimiento, características anatómicas, facilidad de maquinado, su química y costos de madera (De la Paz y Dávalos, 2016).

El *P. radiata* es una especie que se caracteriza por presentar una gran adaptabilidad a las más diversas condiciones de sitio, establecidas aproximadamente en un 90% sobre suelos con distintos niveles de erosión y sin cobertura de bosques naturales (García *et al.*, 2001).

2.1.3.1. Características morfológicas

Normalmente presenta un porte en forma cónica, pudiendo alcanzar alturas de hasta 30 metros. Las acículas son largas, miden entre 10 y 15 cm y se agrupan envainadas de tres en tres, característica que lo diferencia fácilmente de otros pinos; son además de color vivo y brillante dando a la copa un aspecto muy denso. Las piñas permanecen sujetas al árbol durante muchos años, conservando en buen estado la semilla (CMADR, 2006).

2.1.3.2. Requerimientos ecológicos

Crece mejor en zonas con abundancia de precipitaciones, repartidas durante todo el año (>900 mm/año), sin sequía estival pronunciada y donde no haga demasiado frío (CMADR, 2006). Puede aceptar hasta una temperatura mínima media entre 1,5 y 12 °C y una máxima media entre 17 y 30 °C (García *et al.*, 2001).

El límite altitudinal, para esta especie, es alrededor de los 1.500 msnm. Es destacable la capacidad de desarrollarse en suelos de distinta naturaleza, con profundidades de al menos 25 cm para establecerse. En cuanto a textura, crece mejor en suelos de texturas francas, franco limosas y franco arenosas; no crece bien en suelos delgados o con presencia inmediata de napas freáticas o mal drenados (García *et al.*, 2001).

2.1.3.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del *P. radiata* se presenta en la Tabla 1, según lo descrito por (Limache, 1985).

Tabla 1. Características taxonómicas del *Pinus radiata*.

Clasificación taxonómica	
Reino:	Plantae
Clase:	Pinopsida
Orden:	Coniferales
Familia:	Pinaceae
Género:	<i>Pinus</i>
Especie:	<i>Pinus radiata</i>
Nombre común:	Pino

2.1.3.4. Descripción botánica

La descripción botánica de la especie *P. radita*, se presenta a continuación, según lo explicado por (López y Mateo, 2003):

Árbol: De 13 a 33 m de altura, con tronco de 30 a 60 cm. de diámetro; copa densa y redondeada a piramidal.

Corteza: Hendida, áspera y escamosa, de 3 a 5 cm de espesor, de color gris ceniciento, con cicatrices color canela.

Ramas: Ramillas delgadas, algo glaucas, grisáceas, escamosas tanto en ramoas como en ramillas.

Hojas: Tamaño de 7 a 10 cm de largo, erectas, rígidas y algo gruesas. Color verde oscuro. Vainas persistentes anilladas de 6 a 12 cm. Brácteas caedizas, no decurrentes, separadas, dejando escamas en las ramas. Dientes finamente aserrados.

Conos: Tamaño de 6-10 cm. Forma ovoides, rectos, en punta. Son de color cenicientos, café rojizo (canela por dentro de las escamas), pedúnculo de 10-15 mm. Escamas algo duras, uniformes, con el ápice redondeado, 2.5 a 3 cm de largo, por 1.5 a 2 cm de ancho; con apófisis aplanadas o algo levantadas; cúspide hundida, con una espina muy pequeña y caediza; cerotitos y algo persistentes.

Semillas: Elipsoidal, algo comprimida, muy oscura, de unos 6 mm, con ala de color moreno claro, longitudinalmente estriada, ensanchada hacia arriba y oblicua en el ápice, de 18 a 25 mm de largo por 6 a 8 mm de ancho.

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Control de malezas

Debido a los perjuicios que causan las malezas, es necesario controlarlas. Es decir, se debe reducir su efecto negativo hasta un nivel en que el objetivo de la plantación no se vea afectado, dentro de un equilibrio económico y ecológico. Como las malezas, en general, crecen rápido e invaden fácilmente los terrenos, en la práctica no es posible su erradicación; por ello, no se busca erradicarlas, sino que controlarlas (Donoso *et al.*, 2015).

Deyoe, (1986) señala que diversos estudios han demostrado que el control de especies malezas durante los 2 a 4 primeros años de la plantación puede aumentar la producción en volumen de las especies, recalcando que esto favorece si la plantación se encuentra en buenos sitios y en caso de lugares medios a pobres pueden triplicarse.

Con relación a la especie *P. radiata*, un estudio realizado en Sudáfrica se concluyó que para mejorar los beneficios económicos y ecológicos de una plantación de cuatro años se deben establecer plantas con un diámetro de 4,1 mm y un límite de malezas no mayor a los 1.500 kg de biomasa por hectárea (Zwolinski *et al.*, 1996).

2.2.1.1. Métodos de control de malezas

El control integrado de malezas es la herramienta moderna útil al momento de erradicar las especies invasoras, se conforma en esta estrategia todos los métodos de control conocidos: preventivo, manual, mecánico, cultural, químico y biológico (Cordo, 2004)

- **Métodos preventivos**

Este método consiste en evitar la expansión de las semillas y propágulos, y, por tanto, el establecimiento de especies problemáticas. A diferencia de los otros, es eficiente a largo plazo en el control de malezas, pero lamentablemente su uso es despreciado por aparente ineficiencia (Tarbener *et al.*, 2007).

- **Métodos físicos (Manual y mecánico)**

En sí, este método se basa en la destrucción física de las especies malezas, en la cual incluyen las escardas mecánicas, la escarda manual, la siega, el laboreo convencional y de precisión, la escarda térmica, así como las cubiertas acolchados con plásticos, con papel o con restos vegetales (Tarbener *et al.*, 2007).

- **Métodos culturales**

La aplicación de este método radica en la implementación de cultivos rotativos con la finalidad de hacer un ambiente desfavorable para el desarrollo de los organismos nocivos.

Pero esta práctica para el control de malezas fue abandonada en muchos países con el desarrollo de una agricultura de altos insumos y la reciente alternativa de implementar en el campo el control biológico (Pérez y Vázquez, 2004).

- **Control químico**

El avance de la química como herramienta de control de plagas y enfermedades ha sido uno de los mayores logros del hombre en los últimos años, debido a su poder selectivo y a su acción rápida y efectiva a dosis relativamente bajas, este es el caso de los herbicidas, que con el conocimiento de los factores involucrados y el uso adecuado el usuario puede tener un rápido control de malezas en sus plantaciones en todo tiempo (CIAT, 1989).

- **Control biológico**

Este método es considerado priori de difícil aplicación, debido a que tiene características que lo hacen muy apropiado para el control de especies malezas exóticas. El control biológico consiste en aplicar agentes naturales específicos para el control de especies de malezas (Cordo, 2004).

2.2.2. Control químico

Corresponde al control donde el objetivo es eliminar la vegetación presente, mediante el uso de productos químicos que en condiciones normales podrían causar daño a la plantación. Para este tipo de control se busca el utilizar productos químicos que por lo general atacan la vegetación al entrar en contacto con esta (Arauco, 2012).

Aunque es un método menos laborioso, es poco desarrollado en plantaciones forestales. Existen muchos tipos de herbicidas y no hay dos con idénticas propiedades. Su efectividad trabaja mejor en algunas épocas del año. Lamentablemente en el ámbito forestal no se dispone de herbicidas específicos, aunque se encuentran químicos como el ROUNDUP y GRAMOXONE que están siendo utilizados en este medio (Rojas, 2003).

Hay que tener en cuenta los siguientes factores para obtener éxito en el control químico de las malezas (Nisperuza *et al.*, 1985):

- **La identificación**

Para efectuar un control efectivo es necesario conocer el ciclo vegetativo de la maleza, es decir, si es anual, bianual o perenne; si es arbustiva o herbácea y si es de hoja ancha o angosta.

- **La selección del herbicida**

Todas las malezas no responden de igual manera a la aplicación de un mismo herbicida. Por lo tanto, hay que conocer las clases de herbicidas o matamalezas y sus características. Hay tipos de herbicidas que vienen en forma de polvo mojable, bolas y granulados. Casi todos estos herbicidas son residuales, es decir, su acción dura en el suelo de uno a seis meses.

- **La calibración del equipo de aplicación**

Consiste en el ajuste del equipo para aplicar la cantidad de herbicida y agua deseados. Gran parte de las fallas en el control de malezas con productos químicos, se debe a la mala calibración de los equipos de aspersión.

- **Dosificación**

Es la cantidad de producto que es recomendada aplicar por unidad de área. Puede expresarse como cantidad del producto comercial o como cantidad del ingrediente activo por unidad de área, que generalmente es la hectárea (Alvaro, 2007).

- **Las condiciones ambientales**

Nisperuza *et al.*, (1985) menciona 4 condiciones ambientales, las que se indican a continuación:

- a) **Estado de la planta:** El éxito en el control de malezas con herbicidas depende del estado de crecimiento de la planta. Los mejores resultados se obtienen cuando la maleza se encuentra en crecimiento.
- b) **Temperatura:** La temperatura alta favorece la volatilidad de los herbicidas a base de Ester, quedando poco herbicida en la planta. Marchita las malezas, las cuales cierran las estomas (poros) dificultando la absorción del producto y el control.
- c) **Las lluvias:** La máxima penetración del herbicida ocurre durante las primeras 2 o 3 horas después de la aplicación. Por lo tanto, no debemos aplicar herbicidas cuando hay posibilidad de lluvias.
- d) **Humedad:** Para la aplicación de los herbicidas se requiere suficiente humedad en el suelo.

2.2.3. Herbicidas

Los herbicidas son sustancias químicas que inhiben o interrumpen el crecimiento y desarrollo normal de las plantas. Se utilizan ampliamente en la agricultura, la industria y las áreas no agrícolas para el manejo de malezas. Pueden proporcionar control de malezas rentable al tiempo que minimiza el trabajo (Peterson *et al.*, 2015).

El modo en el que actúa un herbicida se basa en una secuencia de eventos que ocurren desde que este es absorbido por la planta hasta la aparición de fitotoxicidad (Diez, 2013). Los efectos fisiológicos afectados por los herbicidas en las plantas pueden radicar en la regulación del crecimiento, inhibición de la división celular, inhibición de la respiración y/o fotosíntesis, o interrupción de procesos metabólicos complejos (Duke, 1996).

2.2.3.1. Clasificación de los herbicidas

Existen diferentes criterios para clasificar a los herbicidas, a continuación, se desarrolla los criterios más comunes según (Tercero, 2015):

- **Según su persistencia**

Residuales: Son los que se aplican directamente al suelo. Se basan en formar una ligera película residual de carácter tóxico que tiene el fin de eliminar las malas hierbas que están naciendo. Se recomienda realizar dos pulverizaciones de este tipo de herbicidas al año para mantener el suelo limpio de malas hierbas. Estos herbicidas suelen tener menos eficiencia sobre especies que brotan a partir de rizomas, estolones o bulbillos. Por el contrario, son más eficientes cuando la mala hierba brota de semillas.

No residuales: Son herbicidas que tienen menos persistencia ya que solo actúan en las plantas sobre las que cae el producto. Se puede decir que son herbicidas muy degradables. Además, los herbicidas no residuales se clasifican en función de cada tipo de planta.

- **Según su movilidad dentro de la planta**

Sistémicos: Estos herbicidas se adhieren sobre la planta, los absorbe y los traspasa a otras zonas a través del floema. En consecuencia, puede afectar a partes de la planta que no tuvieron un contacto directo con el herbicida.

De contacto: Son herbicidas que no se pueden transportar por el floema de la planta, y por consiguiente, solo se ven afectadas las partes de las plantas en las que cayó el producto.

- **Según la acción sobre las plantas**

Selectivos: Herbicidas que respetan las zonas cultivables. Se pretende que eliminen la mayoría de las hierbas indeseadas.

No selectivos: Son herbicidas muy potentes ya que eliminan todos los vegetales en los que cae el producto. Debido a su gran poder abrasivo, estos herbicidas se utilizan en terrenos no destinados al cultivo (zonas industriales, carreteras). Si se pretenden

aplicar en zonas cultivables hay que tener en cuenta que eliminaran todo tipo de vegetación sobre la que se suministre.

- **Según el momento en que se debe aplicarse**

De preemergencia: Son herbicidas que se tienen que aplicar antes de la germinación del cultivo.

De postemergencia: Son herbicidas que se tienen que aplicar con anterioridad a la germinación del cultivo.

2.2.4. Fitotoxicidad del *Pinus radiata* frente a los herbicidas

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), en apoyo a la defensa y protección de las plantaciones forestales en Uruguay, los daños ocasionados por los herbicidas en el pino son los siguientes (Baldini *et al.*, 2006):

- Al tener contacto las plantaciones con el herbicida, este puede ocasionar la muerte de los árboles.
- Los síntomas de fitotoxicidad incluyen amarillamientos, malformaciones o quemaduras de hojas y marchitamientos.

Un estudio realizado en plantaciones certificadas de *P. radiata* en Nueva Zelanda, demostró que los herbicidas aplicados (como es el haloxyfop, triclopyr, picloram, clopyralid y terbutylazine) tuvieron un efecto negativo significativo en el crecimiento de los árboles. Además de las reducciones en el crecimiento de los árboles, se puede producir un daño apical significativo que resulta en múltiples puntas de crecimiento o torceduras del tronco. Tanto la guía múltiple como la torsión pueden producir una malformación del árbol y troncos serradizos inaceptable en el árbol maduro (Rolando *et al.*, 2011).

El daño por herbicidas se presenta siguiendo una pauta regular, afectando una línea completa de árboles, o un número determinado de árboles adyacentes en la fila, o asociados a cierto

tipo de suelo. Si los árboles dañados por herbicidas sobreviven, los síntomas desaparecen generalmente en la estación de crecimiento siguiente (Baldini *et al.*, 2006).

2.2.5. Herbicidas de uso forestal

Según Willoughby, (1995) los productos con aprobación para uso forestal son los siguientes:

Tabla 2. Herbicidas para uso forestal con aprobación hasta febrero de 1995.

Ingrediente activo	Nombre del producto (Fábrica)	Aplicación
Sulfamato de amonio	Amcide (BHyB)	Para el control de <i>Rhododendron</i> y otras malezas; se aplica en el tocón.
	Root-out (Dax Products):	
	Roundup (Schering)	
	Stetson (Monsanto)	
	Glyphosate 360 (Top Farm)	
	Portman Glyphosate 360 (Portman)	
	Barclay Gallup (Barclay)	
	Barclay Gallup Amenity (Barclay)	
	Stefes Glyphoste (Stefes)	
	Stefes Kickdown 2 (Stefes)	
Glifosato	Clayton Glyphoste (Clayton)	Control de plantas perennes y malezas, se aplica de forma sistémica, y de manera directa.
	Glyphogan (Mkhteshim Agan)	
	Helosate (Helm)	
	Stirrup (Nomix-Chipman)	
	Hilite (Nomix-Chipman)	
	Roundup Biactive (Monsanto)	
	Stacato (Unicrop)	
	Roundup Biactive Dry (Monsanto)	
	Outlaw (Barclay)	

Atrazina	Atlas atrazine (Atlas) Unicrop flutable atrazine (Unicrop)	Control de pastos y herbáceas.
2,4-D	Dicotox Extra (RP Environ)	Control de arbustos en plantaciones.
2,4-D+Dicamba+Triclopyr	Broadshot (Cyanamid)	Control de plantas perennes y malezas
Dalapon and Dichlobenil	Fyldulan G (Nomix-Chipman)	Control de pastos y plantas perennes en plantaciones mayores de 2 años
Diquat ant Paraquat	Formon PDQ (Farm protection) Parable (Zeneca)	Se aplica antes de la plantación para el control de plantas perennes y malezas, se aplica directamente.
Dicamba	Tracker ¹ (Shell/Cyanamid) Tracker (PBI)	Control de malezas, se aplica al suelo.
Fosamina de amonio	Krenite (Du Pont) ¹	Se aplica en áreas después de la corta.
Glifosinato de amonio	Challenge (Hoeschst) Harvest (Hoeschst)	Control de plantas perennes y malezas: se aplica directamente.
Hexazinona	Velpar liquid ¹ (Selectokil)	Control selectivo de malezas anuales y perennes, dicotiledóneas, en plantaciones.
Imazapyr	Arsenal 50F (Nomix-Chipman)	Se aplica antes del establecimiento de la plantación, para el control de <i>Rhododendron</i> .
Isoxaben	Gallery 125 (Dow Elanco) Flexidor 125 (Dow Elanco) Tripart Ratio (Dow Elanco)	Es un herbicida pre-emergente, se aplica para el control de dicotiledóneas anuales.

Paraquat	Gramoxone 100 (Zeneca-Shering)	Controla malezas perennes y anuales
	Scyth LC (Cyanamid)	
Propixamida	Kerb Flo (PBI, Rohm+Hass)	Control de pastos.
	Kerb 50W (PBI, Rohm+Hass)	
	Kerb granues (PBI, Rohm+Hass)	
Triclopyr	Garlon 4 (Nomix-Chipman)	Control de malezas, se aplica en el tallo.
	Timbrel (Dow Elanco)	
	Chipman Garlon 4 (Nomix-Chipman)	
Propaguizafop ²	Falcon (Cyanamid)	Control de pastos, es un herbicida post emergente, se usa en plantaciones solamente.
	Shogun 100 EC (Ciba)	

¹Ya no se produce

²En proceso de aprobación

2.2.6. Herbicidas a utilizarse

2.2.6.1. Truper 101

Es un herbicida sistémico de acción post-emergente, para el control de especies como el: *Mordica charantia*, *Ipomoea* spp., *Amaranthus hybridus*, *Eclipta alba*, *Monochoria vaginalis*, *Datura stramonium*, *Phaesus lathyroides*, *Malva silvestri*, entre otras.

Principio activo: PICLORAM	64 g L ⁻¹ a 20° C
2,4 D	240 g L ⁻¹ a 20° C

Dosis: 0.25 – 4.0 litros por ha.

2.2.6.2. Anfino

Es un herbicida no sistémico y no selectivo de acción pre-emergente, tiene un efecto especial sobre el control de gramíneas.

Principio activo: Indaziflam 500 g L⁻¹

Dosis: 0,10 litros por ha.

2.2.6.3. Verdict™ R

Es un herbicida selectivo de acción post-emergente, para el control de gramíneas anuales y perennes.

Principio activo: Haloxyfop (R) methyl ester	40 g L ⁻¹
Solvent-Naphtha (petroleum)	195 g L ⁻¹
Nonyl phenol	113 g L ⁻¹

Dosis: 1.2 litros por ha.

2.2.6.4. Rambo 48

Es un herbicida para el control de malezas de hojas ancha.

Principio activo: TRYCLOPYR 480 g L⁻¹

Dosis: 0,3 – 0,5 litros por ha.

2.2.6.5. Merlin

Es un herbicida sistémico de acción pre-emergente, para el control de gramíneas y de hoja ancha.

Principio activo: Isoxaflutole 750 g Kg⁻¹

Dosis: 133 – 225 gramos por ha.

2.2.6.6. Glifopac 480

Es un herbicida sistémico de acción post-emergente, para el control de malezas anuales, bianuales y perennes, monocotiledónea y dicotiledónea.

Principio activo: Glifosato 480 g L⁻¹ a 20° C

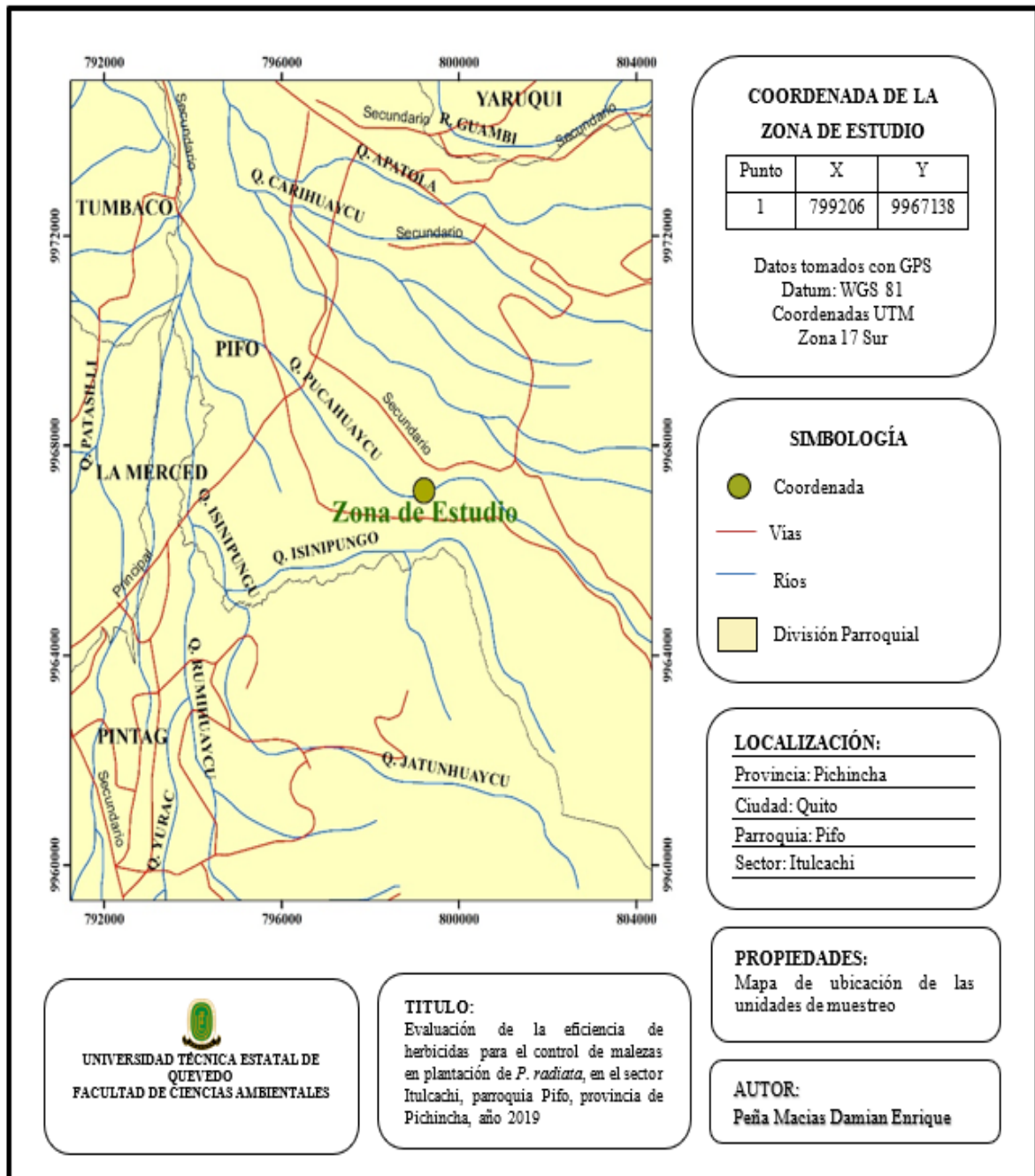
Dosis: 1,5 – 2 litros por ha.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se la realizó en la hacienda “Itulcachi”, ubicada en el sector Itulcachi, parroquia Pifo, provincia del Pichincha, zona centro de la región sierra ecuatoriana.

Figura 1. Mapa de ubicación de la plantación de *P. radiata* en el sector Itulcachi.



3.1.1. Características climatológicas y edafológicas

Los datos y valores promedios de acuerdo a las características climáticas y edafológicas se encuentran en la Tabla 3.

Tabla 3. Características climatológicas y edafológicas de la zona.

Datos	Valores medios
Altitud	3.115 msnm
Precipitación promedio anual	500-1000 mm
Temperatura promedio	6-12 °C
Heleofanía media anual	1.000 hora luz
Zona de vida	Bosque Húmedo Montano (bh-M)
Topografía del terreno	Irregular
Textura del suelo	Arena-limo-arcilla

Fuente: (CAPSERVS MEDIOS, 2015)

3.2 Tipo de investigación

En el presente trabajo investigativo estuvo determinado como una investigación de tipo experimental, la cual permitió estudiar causa-efecto de los tratamientos aplicados, bajo situaciones controladas.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método de observación

La investigación se la llevó a cabo por medio de la observación directa en el campo (plantación de *P. radiata*), debido a que se observó la acción que tiene cada uno de los herbicidas frente a las distintas especies malezas encontradas en el plantío. Esta observación de carácter científica permitió tomar los datos de seis tratamientos sometidos a un procedimiento metodológico del experimento en función de un diseño experimental, que

permitió el análisis de las mismas para que su deducción permita plantear respuestas a los resultados obtenidos.

3.4. Fuente de recopilación de información

La información que se obtuvo en el desarrollo del proyecto de investigación proviene de fuentes primarias y secundarias. La información primaria resultó la observación de manera directa en salidas al campo para la recopilación de los datos, mientras que la información secundaria provino de aquella información situada en libros, revistas científicas, sitios web y proyectos de investigación para colaborar datos en el presente proyecto investigativo.

3.5. Diseño de la investigación

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos y tres repeticiones, conteniendo 18 unidades experimentales. Los datos provinieron de las variables estudiadas y fueron sometidos al análisis de varianza ADEVA (ver Tabla 4), se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para establecer las diferencias entre las medias de los tratamientos. El procesamiento estadístico se lo efectuó en InfoStat.

Tabla 4. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).

FV	GL
Total	r.t-1
Bloques	r-1
Tratamientos	t-1
Error experimental	(r-1)(t-1)

3.5.1. Factor de estudio

El factor estudiado estuvo constituido por seis herbicidas incluido el testigo, dividido en pre-emergentes y post-emergentes.

3.5.2. Tratamientos estudiados

Los tratamientos que se estudiaron dentro de las unidades experimentales están establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 5. Tratamientos estudiados

Tratamientos			
N°	Producto químico	Dosis (l ha ⁻¹)	Dosis a aplicar (ml L ⁻¹ de agua)
T1	Anfino	0,10	2
T2	Merlín	0,17	0,83
T3	Verdic	1,2	6
T4	Rambo	0,51	5,1
T5	Truper 101	4	10
T6	Glifopac (testigo)	3	15

3.5.3. Características del sitio experimental

En la Tabla 6 se presentan las características del sitio experimental.

Tabla 6. Características del experimento.

Características	Valores
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	6
Número de unidades experimentales	18
Forma de la parcela	Rectangular
Distancia entre parcelas	2
Unidad experimental	250 m ² (12.5 m x 20 m)
Área del experimento	4.500 m ²
Área total del ensayo	5.440 m ²

3.6. Instrumentos de la investigación

3.6.1. Caracterización del área del experimento

El experimento se lo estableció en una plantación de *Pinus radiata* D. Don, ubicada en la hacienda Itulcachi, perteneciente a la empresa NOVOPAN S.A.

La plantación tenía un año de edad a una distancia de 3 x 3 m entre plantas, formando callejones donde regularmente crecen las especies malezas.

El estudio se lo realizó durante la época seca desde inicio del mes de junio hasta octubre del año 2019.

La diversidad de malezas que estuvo en estudio, tenían un tamaño que variaba entre los 30 a 120 cm de altura, donde no se realizó ningún corte de igualación con el propósito de observar hasta que punto pudo llegar el control de los herbicidas frente a las especies indeseables.

3.6.2. Determinación de la abundancia, riqueza e identificación de las especies malezas

Con la utilización de un cuadrante de a 0.50 m², se levantó información de la abundancia absoluta y riqueza de las malezas existentes en el campo experimental, lanzándolo 3 veces por parcela determinando así una mayor diversidad de especies, al mismo tiempo se recolectó muestras de las diferentes especies para su identificación, en la cual se llevó a cabo mediante manuales y guías de identificación vegetal en el herbario UTEQ.

3.6.3. Delimitación de las unidades experimentales

A través de mediciones en la plantación de pino, se identificó las unidades experimentales de 250 m² (12.5 m x 20 m) con una separación de 2 m entre parcelas, los cuales se colocó un cartel metálico con una identificación, especificando correspondientemente el tratamiento y la repetición.

3.6.4. Preparación y aplicación de herbicidas

Los herbicidas fueron adquiridos a través de la empresa NOVOPAN S.A., se identificó las dosificaciones recomendadas en los instructivos de cada producto, y después se realizó los cálculos respectivos y se agregó la cantidad de agua requerida.

Se realizó la aplicación de los productos químicos de acuerdo a los tratamientos establecidos en cada unidad experimental, adicional a eso se le agregó una pequeña cantidad de fijador Ecuafix para adherencia en la planta, en la cual se utilizó una bomba manual de mochila para los herbicidas, por ende, para que no existiera una mezcla del producto químico con el otro, se procedió el enjuague con agua y detergente de la herramienta de fumigación una vez utilizado cada producto y para homogenizar la aspersión de las bombas de mochila se calibraron los aspersores.

3.6.5. Acción de los herbicidas

En el lapso de cinco días de la aplicación de los herbicidas, se observó en el campo el efecto de cada especie maleza, momento en el cual se comenzó a realizar la evaluación por tratamiento y repetición, utilizando nuevamente el cuadrante de 0.50 m².

Y al final del estudio se verificó el estado de las plantas de pino, para divisar las consecuencias que generaron cada uno de los tratamientos.

3.6.6. Análisis económico del proyecto

Se determinaron los costos fijos y variables para cada uno de los tratamientos.

3.6.6.1. Costos fijos

Como costos fijos se establecieron los materiales necesarios para la aplicación del producto químico y el transporte del mismo.

3.6.6.2. Costos variables

Este costo, se lo definió al valor incurrido en el estudio del producto químico, en función de la concentración a emplear por hectárea.

3.6.6.3. Costos totales

Los costos totales se calcularon mediante la suma de los costos fijos y los costos variables, empleando la siguiente fórmula:

$$CT = CF + CV \quad (1)$$

Donde:

CT= Costo total

CF= Costo fijo

CV= Costo variable

3.7. Tratamientos de los datos

3.7.1. Abundancia y riqueza de malezas en estudio

Antes de la aplicación de los herbicidas, se registró la abundancia (llamada también abundancia absoluta) de malezas existentes en el ensayo, haciendo referencia al número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio, utilizando la siguiente fórmula (Alvis, 2009):

$$\text{Abundancia(\%)} = \frac{\text{Número de individuos por especies}}{\text{Número total de individuos totales en la muestra}} * 100 \quad (2)$$

A la vez se realizó el cálculo de la riqueza de las especies malezas en cada tratamiento utilizando el índice de Margalef representada por la siguiente fórmula (Magurran, 2004):

(3)

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

DMg= Riqueza específica de Margalef

S= Número de especies

ln= Logaritmo natural

N= Número total de individuos

3.7.2. Días del agobio de las especies malezas

Para efecto se tomó en consideración el tiempo (días) en que empezó a presentar síntomas cada una de las especies malezas una vez aplicado cada producto químico, para ello se hizo la observación directa de los síntomas característicos de los herbicidas en las plantas, descrita por (CIAT, 1982): clorosis, necrosis, enanismo, efectos násticos, encebollamiento y torcimiento.

3.7.3. Días a la muerte de las especies malezas

Desde el momento de la aplicación de los herbicidas se monitoreó para determinar los días que demoraron en morir las malezas totalmente, de acuerdo a la etapa final de los síntomas mencionados anteriormente.

3.7.4. Porcentaje de control de las especies malezas

Se evaluó visualmente el control de malezas (%) en base a la cantidad de especies malezas por 0.50 m², presente en cada una de las lecturas realizadas en las parcelas, aplicando la escala porcentual planteada por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974).

Tabla 7. Escala porcentual de control de malezas, según la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM).

Valor de Control	% de Control	Efecto sobre la maleza
1	100	Excelente control (Muerte Total)
2	99.9 – 90.0	Muy buen control
3	89.9 – 80.0	Buen control
4	79.9 – 70.0	Suficiente control
5	69.9 – 60.0	Regular control
6	59.9 – 50.0	Regular a Bajo control
7	49.9 – 40.0	Bajo control
8	39.9 – 30.0	Muy bajo control
9	29.0 – 0	Ningún control

3.7.5. Días de rebrote de las especies malezas

Estos datos fueron evaluados después de la aplicación de los herbicidas, observando el retoño o coloraciones características de las malezas.

3.7.6. Fitotoxicidad

Para la evaluación cualitativa del daño a la plantación de *P. radiata* se utilizó la escala propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) para evaluar la fitotoxicidad de la planta (EWRC, 1964).

Tabla 8. Clasificación de escala EWRC para fitotoxicidad en plantas de *P. radiata*.

Valor de Escala	Efecto sobre la plantación
1	Sin efecto
2	Síntomas muy leves
3	Síntomas leves
4	Síntomas que no se evidencia en el rendimiento
5	Daño mediano

6	Daño elevado
7	Daño muy elevado
8	Daño severo
9	Muerte total

3.7.7. Comparación económica del proyecto

Estos datos se extrajeron una vez realizado el proyecto, para ello se realizó una comparativa de los tratamientos en estudio

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Colaboradores

- NOVOPAN S.A. (Empresa propietaria de la hacienda Itulcachi)
- Ing. Christian Villalba (Encargado de la hacienda Itulcachi)
- José Atty (Trabajador de la hacienda)

3.8.2. Materiales y equipos

- Tanque de 200 litros
- Mascarilla
- Gafas
- Botas
- Fijador (Ecuaflix)
- Cinta métrica
- Estacas
- Bomba manual de mochila
- Machete
- Herbicidas
- Libreta de campo
- Lapicero
- Computadora
- Cámara fotográfica o celular
- Software Word y Excel

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Abundancia y riqueza de malezas en estudio

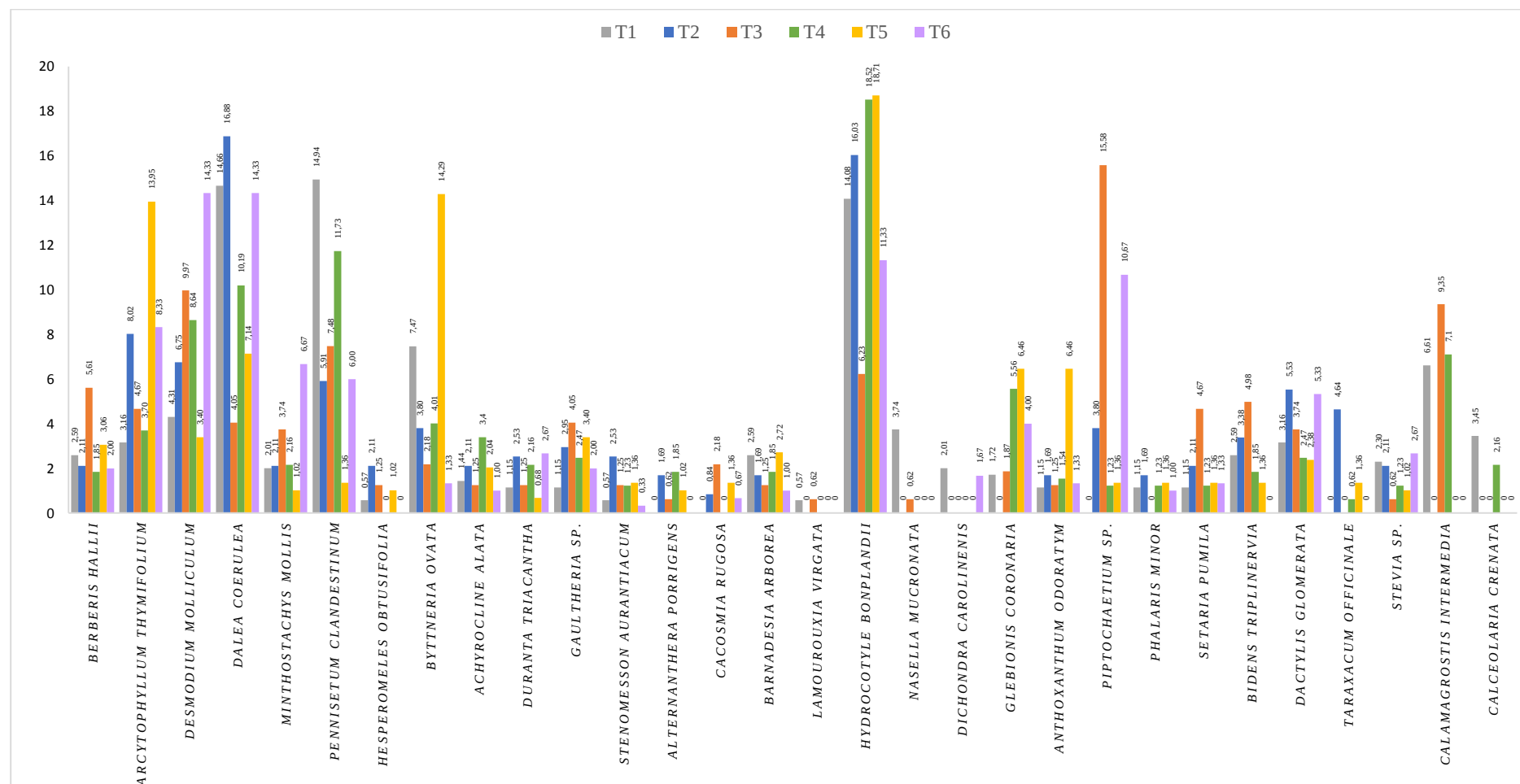
Del total de especies encontradas en la zona de estudio la más abundante entre tratamientos fue *Hydrocotyle bonplandii*, seguido de *Dalea coerulea*, *Desmodium mollicullum*, y *Pennisetum clandestinum*, mientras que la menos abundante fueron *Stenomesson aurantiacum*, *Stevia* sp. y *Duranta triacantha*. Por otro lado se identificaron un total de 30 especies, sin embargo, de ciertas especies no hubo registro entre tratamientos como el *Hesperomeles obtusifolia* (T4 y T6), *Alternanthera porrigens* (T1 y T6), *Cacosmia rugosa* (T1 y T4), *Lamouroxia virgata* (T2, T4, T5 y T6), *Nasella mucronata* (T2, T4, T5 y T6), *Dichondra carolinensis* (T2, T3, T4 y T5), *Glebionis coronaria* (T2), *Piptochaetium* sp. (T1), *Phalaris minor* (T3), *Bidens triplinervia* (T6), *Taraxacum officinale* (T1, T3 y T6), *Calamagrostis intermedia* (T2, T5 y T6) y el *Calceolaria crenata* (T2, T3, T5 y T6) (ver Figura 2, Anexo 2).

En la riqueza de especies entre tratamientos, según Margalef, el tratamiento que mostró mayor riqueza fue el T3 con 26 especies, seguido por los tratamientos T1 con 26, el T5 con 25, T2 con 24, T4 con 25 y la que presentó menor riqueza fue el T6 con 22 especies.

Tabla 9. Especies, individuos e índice de diversidad según Margalef.

Índice de diversidad	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Número total de especies	26	24	26	25	25	22
Número total de individuos	349	237	322	324	293	300
Índice Margalef	4,27	4,21	4,33	4,15	4,23	3,68

Figura 2. Abundancia de especies malezas encontradas antes de la aplicación de los herbicidas para el control de malezas en plantación de pino.



4.1.2. Días del agobio de las especies malezas

El análisis de varianza refleja que las especies *Berberis halli*, *Arcytophyllum thymifolium*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Nasella mucronata*, *Dichondra carolinensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Piptochaetium* sp., *Phalaris minor*, *Setaria pumila*, *Bidens triplinervia*, *Taraxacum officinale*, *Calamagrostis intermedia*, *Hydrocotyle bonplandii* y el *Calceolaria crenata* no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, obteniendo una eficacia de haber presentado síntomas de los 5 días, en el caso del *Durantha triacantha* e *Hydrocotyle bonplandii* hasta 9,6 días, no descartando la existencia de ayuda en factores externos (sequía y temperatura) en la aceleración del agobio de las especies .

Dicho lo anterior, existieron especies que no presentaron o tardaron su agobiamiento encontrando significancia estadística entre tratamientos en el caso de las especies *Desmodium molliculum*, *Dalea coerulea*, *Minthostachys mollis*, *Pennisetum clandestinum*, *Byttneria ovata*, *Achyrocline alata*, *Gaultheria* sp., *Stenomesson aurantiacum*, *Alternanthera porrigens*, *Cacosmia rugosa*, *Barnadesia arbórea*, *Lamouroxia virgata*, *Glebionis coronaria*, *Dactylis glomerata* y el *Stevia* sp. (ver Tabla 10).

Tabla 10. Días de agobio de las especies malezas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.

Especies	Tratamientos						Pro.	C.V. %
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
<i>Berberis hallii</i>	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0	0,00
<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0	0,00
<i>Desmodium molliculum</i>	8,0 b	7,0 ab	8,0 b	8,0 b	5,0 a	7,0 ab	7,0	12,48
<i>Dalea coerulea</i>	12,0 b	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,6	4,71
<i>Minthostachys mollis</i>	8,0 ab	6,7 a	6,0 a	10,0 b	5,0 a	7,0 ab	7,1	15,33
<i>Pennisetum clandestinum</i>	8,0 ab	8,0 ab	8,0 ab	10,0 b	5,0 a	7,0 ab	7,6	14,09
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	8,0 a	8,0 a	8,0 a	-	8,0 a	-	8,0	0,00
<i>Byttneria ovata</i>	12,0 b	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,6	9,42
<i>Achyrocline alata</i>	8,0 b	5,0 a	8,0 b	6,3 ab	6,0 ab	5,0 a	6,3	13,3
<i>Duranta triacantha</i>	9,6 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,6 a	8,0 a	8,3	19,43
<i>Gaultheria sp.</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	36,0 c	15,7 b	0,0 a	8,6	16,65
<i>Stenomesson aurantiacum</i>	0,0 a	8,0 b	8,0 b	16,0 b	8,0 b	8,0 b	8,0	11,66
<i>Alternanthera porrigens</i>	-	8,0 a	8,0 a	32,7 b	8,0 a	-	14,2	8,15
<i>Cacosmia rugosa</i>	-	6,3 a	5,3 a	-	8,0 b	6,3 a	6,5	26,65
<i>Barnadesia arborea</i>	10,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	25,7 b	11,3	16,16
<i>Lamouroxia virgata</i>	0,0 a	-	10,0 b	-	-	-	5,0	28,28
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	6,3 a	5,0 a	5,26	21,79
<i>Nasella mucronata</i>	5,0 a	-	5,0 a	-	-	-	5,0	0,00
<i>Dichondra carolinensis</i>	5,0 a	-	-	-	-	5,0 a	5,0	0,00
<i>Glebionis coronaria</i>	5,0 a	-	5,0 a	5,0 a	8,0 b	5,0 a	5,6	2,40
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0	0,00
<i>Piptochaetium sp.</i>	-	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0	0,00
<i>Phalaris minor</i>	5,0 a	5,0 a	-	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0	0,00
<i>Setaria pumila</i>	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0	0,00
<i>Bidens triplinervia</i>	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	-	5,0	0,00
<i>Dactylis glomerata</i>	8,0 b	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,5	14,85
<i>Taraxacum officinale</i>	-	5,0 a	-	5,0 a	5,0 a	-	5,0	0,00
<i>Stevia sp.</i>	7,0 ab	5,0 a	5,0 a	8,0 b	5,0 a	5,0 a	5,8	12,12
<i>Calamagrostis intermedia</i>	8,0 a	-	8,0 a	8,0 a	-	-	8,0	0,00
<i>Calceolaria crenata</i>	8,0 a	-	-	8,0 a	-	-	8,0	0,00

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

4.1.3. Días a la muerte de las especies malezas

El análisis de varianza muestra que no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos en las especies *Berberis hallii*, *Arcytophyllum thimifolium*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Byttneria ovata*, *Duranta triacantha*, *Gaultheria* sp., *Lamouroxia virgata* con 0 días a la muerte, *Nasella mucronata*, *Dichondra carolinensis*, *Anthoxanthum odoratym*, *Piptochaetium* sp., *Phalaris minor*, *Setaria pumila*, *Bidens Triplinervia*, *Hydrocotyle bonplandii*, *Taraxacum officinale* con efectividad de 8 a 9 días y *Calceolaria crenata* con 40 días de muerte total.

Sin embargo, las especies que presentaron valores estadísticamente superiores entre tratamientos fueron: *Desmodium molliculum*, *Dalea coerulea*, *Minthostachys mollis*, *Pennisetum clandestinum*, *Achyrocline alata*, *Stenomesson aurantiacum*, *Alternanthera porrigens*, *Cacosmia rugosa*, *Barnadesia arbórea*, *Glebionis coronaria*, *Dactylis glomerata*, *Stevia* sp. y *Calamagrostis intermedia*, teniendo en cuenta la ausencia de ciertas malezas en los tratamientos (ver Tabla 11).

Tabla 11. Días a la muerte de las especies malezas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.

Especies	Tratamientos						Pro.	CV %
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
<i>Berberis hallii</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Desmodium molliculum</i>	19,0 b	33,0 c	35,0 c	19,0 b	15,0 a	33,0 c	25,6	4,21
<i>Dalea coerulea</i>	0,0 a	41,0 c	0,0 a	0,0 a	14,0 b	0,0 a	9,2	5,98
<i>Minthostachys mollis</i>	13,0 ab	8,0 a	10,7 a	18,0 b	8,0 a	32,0 c	14,9	16,51
<i>Pennisetum clandestinum</i>	13,0 b	13,0 b	13,0 b	13,0 b	8,7 a	13,0 b	12,3	8,23
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	-	0,0 a	-	0,0	0,00
<i>Byttneria ovata</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Achyrocline alata</i>	16,3 bc	8,0 a	17,0 c	28,0 d	10,0 ab	10,0 ab	14,8	15,83
<i>Duranta triacantha</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Gaultheria sp.</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Stenomesson aurantiacum</i>	0,0 a	18,0 b	15,7 b	18,0 b	18,0 b	0,0 a	11,6	8,85
<i>Alternanthera porrigens</i>	-	13,0 a	18,0 b	43,3 c	13,0 a	-	21,8	6,61
<i>Cacosmia rugosa</i>	-	8,0 a	10,7 ab	-	16,7 b	10,0 ab	11,3	25,13
<i>Barnadesia arborea</i>	54,0 b	34,0 a	34,0 a	35,3 a	34,0 a	36,0 a	37,9	5,51
<i>Lamouroxia virgata</i>	0,0 a	-	0,0 a	-	-	-	0,0	0,00
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	9,0 a	8,0 a	8,2	14,43
<i>Nasella mucronata</i>	8,0 a	-	8,0 a	-	-	-	8,0	0,00
<i>Dichondra carolinensis</i>	8,0 a	-	-	-	-	8,0 a	8,0	0,00
<i>Glebionis coronaria</i>	8,0 a	-	8,0 a	8,0 a	13,3 b	8,0 a	9,1	8,30
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0	0,00
<i>Piptochaetium sp.</i>	-	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0	0,00
<i>Phalaris minor</i>	8,0 a	8,0 a	-	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0	0,00
<i>Setaria pumila</i>	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0	0,00
<i>Bidens triplinervia</i>	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	-	8,0	0,00
<i>Dactylis glomerata</i>	14,0 b	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	9,0	11,10
<i>Taraxacum officinale</i>	-	8,0 a	-	8,0 a	8,0 a	-	8,0	0,00
<i>Stevia sp.</i>	11,3 ab	8,0 a	8,0 a	13,0 b	8,0 a	8,0 a	9,4	12,55
<i>Calamagrostis intermedia</i>	40,0 b	-	26,0 a	38,0 b	-	-	34,6	5,77
<i>Calceolaria crenata</i>	40,0 a	-	-	40,0 a	-	-	40,0	0,00

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

4.1.4. Porcentaje de control de las especies malezas

El análisis estadístico realizado a los seis tratamientos, no mostró significancia estadística en las especies *Minthostachys mollis*, *Pennisetum clandestinum*, *Achyrocline alata*, *Alternanthera porrigens*, *Cacosmia rugosa*, *Alternanthera porrigens*, *Barnadesia arborea*, *Hydrocotyle bonplandii*, *Nasella mucronata*, *Dichondra carolinensis*, *Glebionis coronaria*, *Anthoxanthum odoratum*, *Piptochaetium* sp., *Phalaris minor*, *Setaria pumila*, *Bidens Triplinervia*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale*, *Stevia* sp., y *Calceolaria crenata* con 100% de mortalidad, y las malezas *Berberis hallii*, *Arcytophyllum thimifolium*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Byttneria ovata*, *Duranta triacantha*, *Gaultheria* sp., *Lamouroxia virgata* no obtuvieron ningún porcentaje de muerte. A diferencia de las especies que si presentaron valores estadísticos entre tratamientos como: *Desmodium molliculum*, *Dalea coerulea*, *Stenomesson aurantiacum* y *Calamagrostis intermedia*, obteniendo mejor eficacia el mayor porcentaje de mortandad (ver Tabla 12).

En cuanto a la efectividad entre los tratamientos se registró que el ingrediente activo Tryclopypyr (T4) obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad con el 75,2%, segundo el Picloram (T5) con el 74,4% y tercero el Isoxaflutole (T2) con 73,6% categorizándolos como suficiente control de acuerdo a la escala de ALAM, dejando por debajo el Glifosato (T6) con 68.2%, el Haloxypop (R) methyl ester + Solvent + Naphtha + Nonyl pheno (T3) con 66,8% y el Indaziflam (T1) con el 64,5% siendo de regular control.

Tabla 12. Porcentaje de especies malezas muertas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.

Especies	Tratamientos						Pro.	CV %
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
<i>Berberis hallii</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Desmodium molliculum</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	86,7 b	100,0 a	97,7	4,82
<i>Dalea coerulea</i>	0,0 b	86,7 a	0,0 b	0,0 b	93,3 a	0,0 b	30,0	21,08
<i>Minthostachys mollis</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Pennisetum clandestinum</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	-	0,0 a	-	0,0	0,00
<i>Byttneria ovata</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Achyrocline alata</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Duranta triacantha</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Gaultheria sp.</i>	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0	0,00
<i>Stenomesson aurantiacum</i>	0,0 c	80,0 b	100,0 a	100,0 a	80,0 b	0,0 c	60,0	9,90
<i>Alternanthera porrigens</i>	-	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	-	100,0	0,00
<i>Cacosmia rugosa</i>	-	100,0 a	100,0 a	-	100,0 a	100,0 a	100,0 a	0,00
<i>Barnadesia arborea</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Lamouroxia virgata</i>	0,0 a	-	0,0 a	-	-	-	0,0	0,00
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Nasella mucronata</i>	100,0 a	-	100,0 a	-	-	-	100,0	0,00
<i>Dichondra carolinensis</i>	100,0 a	-	-	-	-	100,0 a	100,0	0,00
<i>Glebionis coronaria</i>	100,0 a	-	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Piptochaetium sp.</i>	-	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Phalaris minor</i>	100,0 a	100,0 a	-	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Setaria pumila</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Bidens triplinervia</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	-	100,0	0,00
<i>Dactylis glomerata</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Taraxacum officinale</i>	-	100,0 a	-	100,0 a	100,0 a	-	100,0	0,00
<i>Stevia sp.</i>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	0,00
<i>Calamagrostis intermedia</i>	77,0 ab	-	72,0 b	80,0 a	-	-	76,3	2,62
<i>Calceolaria crenata</i>	100,0 a	-	-	100,0 a	-	-	100,0	0,00
TOTAL	64,5	73,6	66,8	75,2	74,4	68,2	77,5	1,4

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

4.1.5. Días de rebrote de las especies malezas

El análisis de varianza mostró que no hubo significancia estadística entre tratamientos en el tiempo de rebrote de las especies *Nasella mucronata*, *Dichondra carolinensis*, *Setaria pumila*, *Calceolaria crenata*, *Alternanthera porrigens*, *Anthoxanthum odoratym* y *Dactylis glomerata* registrando un retoño de 54 a 56 días, y, *Bidens triplinervia* hasta los 58.

Por lo tanto, las malezas que presentaron diferencias estadísticas y con mayor duración en los tratamientos de estudio fueron: *Barnadesia arborea* con un promedio de 67,5 días, siendo la especie con más tiempo de rebrote, seguido por *Minthostachys mollis* con 56,9 y el *Stevia* sp. con 59,3, mientras los que retoñaron en un lapso corto de tiempo después de su muerte son: *Hesperomeles obtusifolia* con promedio de 49,0 días, seguido de *Byttneria ovata* con promedio de 46,2 días, por último el *Stenomesson aurantiacum* con 46,2 entre tratamientos (ver Tabla 13).

Cabe recalcar que en algunos tratamientos no existieron presencia de ciertas especies, al mismo tiempo varias malezas no existieron registro de retoño por motivos de que no presentaron efectos de los herbicidas durante el proceso de evaluación desde el no agobiamiento, no muerte y el 0% de mortalidad.

Tabla 13. Días al rebrote de las especies malezas en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.

Especies	Tratamientos						Pro.	CV %
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
<i>Berberis hallii</i>	61,0 a	56,0 b	61,0 a	53,0 c	56,0 b	55,0 bc	57,0	1,81
<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	53,0 a	42,0 b	42,0 b	53,0 a	55,0 b	55,0 a	50,0	7,45
<i>Desmodium molliculum</i>	62,0 ab	55,0 cd	55,0 d	59,0bc	60,0 b	64,0 a	59,16	2,18
<i>Dalea coerulea</i>	55,0 a	55,0 a	53,0 a	55,0 a	47,0 b	53,0 a	53,0	1,69
<i>Minthostachys mollis</i>	56,3 ab	55,3 ab	58,7 ab	56,7 ab	54,7 b	60,0 a	56,9	3,26
<i>Pennisetum clandestinum</i>	56,0 ab	46,0 d	47,3 c	58,0 a	52,0 bc	56,0 ab	52,5	3,91
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	54,0 a	40,0 c	46,0 b	-	56,0 a	-	49,0	4,25
<i>Byttneria ovata</i>	41,3 b	40,0 b	40,0 b	54,0 a	54,0 a	48,0 ab	46,2	7,93
<i>Achyrocline alata</i>	59,0 a	46,0 bc	47,0 bc	47,3 bc	54,0 ab	43,7 c	49,5	6,14
<i>Duranta triacantha</i>	61,3 a	52,7 b	58,7 ab	54,0 ab	58,7 ab	62,0 a	57,9	5,24
<i>Gaultheria sp.</i>	0,0 b	0,0 b	0,0 b	54,0 a	54,0 a	0,0 b	18,0	8,30
<i>Stenomesson aurantiacum</i>	0,0 c	42,0 b	54,0 a	46,7 ab	54,0 a	54,0 a	41,8	6,86
<i>Alternanthera porrigens</i>	-	54,0 a	54,0 a	56,0 a	54,0 a	-	54,5	1,83
<i>Cacosmia rugosa</i>	-	54,0 b	60,0 a	-	54,0 b	58,0 a	56,5	1,77
<i>Barnadesia arborea</i>	70,0 ab	66,0 bc	68,0 abc	64,0 c	66,7 abc	70,7 a	67,5	2,38
<i>Lamouroxia virgata</i>	0,0 b	-	49,0 a	-	-	-	24,5	5,77
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	56,0 a	54,0 a	54,0 a	54,7 a	48,7 b	54,0 a	53,6	3,45
<i>Nasella mucronata</i>	54,0 a	-	54,0 a	-	-	-	54,0	0,00
<i>Dichondra carolinensis</i>	54,0 a	-	-	-	-	54,0 a	54,0	0,00
<i>Glebionis coronaria</i>	54,0 b	-	54,0 b	58,7 a	58,0 ab	56,0 ab	56,1	2,56
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	54,0 b	54,0 b	54,0 b	56,0 a	54,0 b	54,0 b	54,3	4,60
<i>Piptochaetium sp.</i>	-	54,0 b	54,0 b	58,0 a	54,0 b	54,0 b	54,8	1,63
<i>Phalaris minor</i>	46,7 b	56,0 a	-	56,0 a	56,0 a	56,0 a	54,1	2,84
<i>Setaria pumila</i>	54,0 a	54,0 a	54,0 a	54,0 a	54,0 a	54,0 a	54,0	0,00
<i>Bidens triplinervia</i>	58,0 a	56,0 a	56,0 a	58,0 a	58,0 a	-	57,2	3,83
<i>Dactylis glomerata</i>	56,0 a	56,0 a	54,0 a	54,0 a	54,0 a	54,0 a	54,6	0,00
<i>Taraxacum officinale</i>	-	61,3 a	-	56,0 b	54,0 b	-	57,1	3,09
<i>Stevia sp.</i>	62,0 a	62,0 a	56,0 b	56,0 b	58,0 ab	62,0 a	59,3	2,95
<i>Calamagrostis intermedia</i>	58,0 a	-	54,0 b	49,0 c	-	-	53,7	2,15
<i>Calceolaria crenata</i>	54,0 a	-	-	54,0 a	-	-	54,0	0,00

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

4.1.6. Toxicidad

La toxicidad de la plantación de pino de acuerdo a los productos químicos (herbicidas) aplicados, no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

El promedio de toxicidad para la plantación es de 3,0 categorizándolo como síntomas leves de acuerdo a la escala propuesta por la EWRS para evaluar el control de maleza y fitotoxicidad de plantíos (ver Tabla 14).

Tabla 14. Toxicidad registrada en la evaluación de la efectividad de los herbicidas para el control de malezas.

TRATAMIENTOS	Dosis en agua (ml L ⁻¹)	Toxicidad
T1. Indaziflam	2	3,0 a
T2. Isoxaflutole	0,83	3,0 a
T3. Haloxyfop methyl ester+Solvent-Naphtha + Nonyl pheno	6	3,0 a
T4. Tryclopypyr	5,1	3,0 a
T5. Picloram	10	3,0 a
T6. Glifosato (Testigo)	15	3,0 a
PROMEDIO		3,0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)		0,0

***Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.**

4.1.7. Análisis de costo

Se realizó el análisis económico de los tratamientos presentando los gastos en (\$/ha), el costo fijo entre tratamientos fue de 20,07 dólares.

Los costos variables y totales más elevados, lo presentó el T1 con 320,00 (l/ha) y 340,07 dólares, respectivamente; seguido de los tratamientos T3 con 58,00 (l/ha) y 78,07 dólares, T2 con 48,14 (g/ha) y 68,21 dólares, T4 con 35,77 (l/ha) y 55,84 dólares, siendo los de menores costo el T6 con 6,95 (l/ha) y 27,02 dólares, y, el T5 con 15,05 y 35,12 dólares (ver Tabla 15).

Tabla 15. Análisis de costos de los herbicidas aplicados (\$/ha) en el control de malezas en la hacienda Itulcachi.

Rubros	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costos fijos						
Mascarilla	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Gafas	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Botas	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Fijador	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Tanque	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Bomba de mochila	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Mano de obra	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Total costos fijos (\$ha⁻¹)	20,07	20,07	20,07	20,07	20,07	20,07
Costos variables						
Productos químicos	320,00	48,14	58,00	35,77	15,05	6,95
Total costos variables (\$ ha⁻¹)	320,00	48,14	58,00	35,77	15,05	6,95
Total de costo aplicación (\$ ha⁻¹)	340,07	68,21	78,07	55,84	35,12	27,02

4.2. Discusión

Dentro de las malezas presentes en el área de estudio y de acuerdo a la proporción de abundancia de ciertas especies se destacan *Hydrocotyle bonplandii*, y *Calamagrostis intermedia*, y menos abundantes el *Barnadesia arborea* y *Hesperomeles obtusifolia*. Esto concuerda con (López, 2014), además, coincidiendo con (Pujos, 2013; Tana, 2017). En ciertas especies, en lugares altitudinales de 3800 – 4000 msnm existe una abundancia y cobertura de la especie *Calamagrostis intermedia*, igualmente dentro de las plantaciones de *P. radiata* existe registro abundante de esta misma especie (Caranqui y Suárez-Duque, 2017).

Evaluando los días de agobiamiento y muerte de las especies malezas, se determinó que los herbicidas con mayor porcentaje de control fueron Rambo, Truper y Merlin, esto sin haber tenido ninguna intervención de homogenización manual o mecánica. El Rambo que tiene como ingrediente activo el Tryclopypyr tuvo una efectividad de control del 75,2%, siendo superior a los demás tratamientos, seguido por el Truper que tiene como compuesto químico el Picloram, registró una eficacia del 74,4%, coincidiendo por lo expuesto por (Rolando et al., 2011) y años más tarde por (Watt y Rolando, 2014), donde en sus investigaciones indican que la combinación de estos dos ingredientes activos más otro compuesto químico tuvieron un mayor control en las especies no deseadas en una plantación de *P. radiata*. El Merlin con su ingrediente activo el Isoxaflutole, fue tercero en tener un mayor control con efectividad del 73,6%, concordando con (Villalba et al, 2010). Sin embargo, tomando en cuenta el testigo (Glifosato) que logró tener un regular control, (Arias, 1998; Da Ponte y Salas, 2013) mencionan que la eficiencia de este producto químico frente a las malezas se debe realizar la homogenización de las especies a una altura de 30 cm o la utilización de una mayor dosificación de 3 a 4 l ha⁻¹ al momento de la aplicación.

Muchas veces el uso de herbicidas químicamente vinculados ha dado lugar controles de especies resistentes y algunas que en ocasiones no se registra. Por lo que debe haber una combinación de estos productos químicos ya sea en mezclas de tanque o en aplicaciones secuenciales para que exista un mayor control de diversidad de especies malezas, tomando en consideración o reduciendo el perjuicio de daño en el pino. Los herbicidas en conjunto con otras prácticas son un componente importante en los programas de control, dando una

efectividad mayoritaria.

De acuerdo a la toxicidad de la planta, todos los tratamientos presentaron un porcentaje de 3,0 categorizado de acuerdo a la escala propuesta por la EWRS como síntomas muy leves, presentando amarillamiento en las hojas inferiores del pino, lo que concuerda con (Baldini *et al.*, 2006; Rolando *et al.*, 2011), sin embargo este último expone que es necesario optimizar la tasa de aplicación del Tryclopypyr y Picloram, realizando varias pruebas de campo para la determinación de afectaciones que estos productos producen al crecimiento de la planta de *P. radiata*. Además Rolando *et al.*, (2010) en conferencia describieron que estos dos herbicidas tienen una reducción del volumen del árbol del 25% en sitio húmedo al 73% en tierra seca, a diferencia del isoxaflutole (el tercero en mayor efectividad de control) que solo presentan síntomas de manchas blanquecinas o neocróticas visibles en la rama de las hojas de los árboles (Brancalion *et al.*, 2009; Paz *et al.*, 2018). En cuanto al testigo (Glifosato) Kogan y Alister, (2010) señalan, que el *P. radiata* a diferencia de otros pino (Pino ponderosa, Pino de Jeffrey, Pino de azúcar) es susceptible al producto químico y no tolera aplicaciones altas del Glifosato.

El mayor costo de aplicación para el control de las malezas lo presenta el Anfino con 340,07 dólares, siendo superior a los demás tratamientos, dejando por debajo el de menor costo que fue el Glifopac con 27,02 dólares, este último quedando en cuarto lugar en la efectividad de control de malezas.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en el ensayo se aprueba la hipótesis alterna llegando a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se identificó un total de 30 malezas, presentando ausencia de especies en los tratamientos, sin embargo, las especies más abundante entre tratamientos fueron *Hydrocotyle bonplandii*, *Dalea coerulea*, *Desmodium molliculum* y *Pennisetum clandestinum*, obteniendo el T3 un índice riqueza de 26 especies mientras que el T6 presentó menor riqueza con 22.
- ✓ La aplicación de los diferentes tipos de herbicidas presentó significancia estadística en los días de agobio, muerte, porcentaje de mortalidad y rebrote de las especies malezas. Rambo obtuvo el mejor control con el 75,2% categorizándose como suficiente control, dejando por debajo a los demás tratamientos, siendo el último el Anfino con una eficiencia del 64,5%, determinando que todos los tratamientos presentaron daños muy leves en el *P. radiata*.
- ✓ El análisis económico mostró que el Rambo con el 75,2% de efectividad obtuvo un costo de \$55, 84/ha, seguido por el Truper con 74,4% de eficacia y un gasto de \$35,12/ha, y el Merlín con un control del 73,6% y un desembolso de \$68,21/ha, dejando atrás al Glifopac con una eficacia del 68,2% y un coste de \$27,02/ha, el Verdic teniendo un control del 66,8% y un valor de \$78,07/ha y por último el Anfino con una eficiencia del 64,5% y un gran valor de costo de \$340,07/ha.

5.2. Recomendaciones

Para continuar los estudios referentes a esta temática del control de malezas se recomienda:

- ✓ Utilizar diferentes dosis sin ningún corte o roce homogéneo de las malezas en cada una de las aplicaciones de los herbicidas para visualizar resultados en el control de especies no deseadas en la plantación de *P. radiata*.
- ✓ Emplear la combinación de herbicidas sin intervención del control mecánico o manual para la obtención de control de las diversidades de especies malezas presentes en el plantío.
- ✓ Realizar la homogenización de las malezas ya sea este de manera manual o mecánico, para luego aplicar diferentes dosis de herbicidas o la combinación de aquellos, sin descartar la dosis aplicada en este estudio, para la obtención de mejores resultados.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- ALAM. (1974). *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Resumen del panel sobre Método de Evaluación de Control de Malezas en Latonoamérica. II Congreso ALAM.* Cali, Colombia.
- Alvaro, A. (2007). *Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas.* Venezuela: Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado.”
- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayan. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial.*, 7(1), 1–8.
- Arauco. (2012). *Guía para el manejo de la vegetación competitiva en Forestal Arauco.* Chile.
- Arias, C. (1998). *Determinación de la efectividad del control de malezas con azadón, glifosato y fluazifop, para preparación de sitio en plantaciones forestales.* (Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.). Universidad Zamorano.
- Baldini, A., Carballo, R., Telechea, N., y Porcile, J. (2006). *Manual de campo: Plagas y enfermedades de eucaliptos y pinos en el Uruguay.* Uruguay.
- Brancalion, P., Isernhagen, I., Manchado, R., Christoffoleti, P., y Rodriguez, R. (2009). Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(3), 251–257.
- CAPSERSVS MEDIOS. (2015). *Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Pifo.* Pifo.
- Caranqui, J., y Suárez-Duque, D. (2017). Análisis de la regeneración natural después de la explotación de pino en el páramo de Tamboloma. In *Libro de memorias del IV Congreso de Ciencia, Tecnología e Innovación 2017* (pp. 57–65). Tungurahua: Direcciones de Publicaciones.

- Cerna, L. (2013). *Ciencia y tecnología de malezas*. (1st ed.). Trujillo, Perú: Fondo Editorial UPAO.
- CIAT. (1982). *Los Herbicidas: modo de actuar y síntomas de toxicidad; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema*. (Jerry Doll y C. Piedrahíta, Eds.). Cali, Colombia.
- CIAT. (1989). *Principios básicos para el manejo de las malezas en los cultivos; guía de estudio para hacer usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema*. (3rd ed.; Jerry Doll, C. Gómez, y J. Enciso, Eds.).
- CMADR. (2006). *Selvicultura del Pino Insigne (Pinus radiata). Manual Básico: Cuidados culturales del pino insignie en Asturias para producir madera de calidad* (2nd ed.; R. Rodríguez, A. Cueto, J. Majada, y J. Benito, Eds.). Asturias: Gobierno del Principado de Asturias.
- Cordo, H. (2004). El control biológico de malezas, una alternativa factible para la lucha contra las plantas invasoras exóticas en Áreas Protegidas de la Argentina. *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, 63, 1–9.
- Da Ponte, E., y Salas, P. (2013). Control de malezas en plantaciones forestales con el uso de Glyphosato y Sulfato de Amonio. *Investigación Agraria*, 11(1), 54–59.
- Deyoe, D. (1986). Guidelines for handling seeds and seedlings to ensure vigorous stock. Special Publication 13. College of Forestry. Oregon State University. p. 9-24.
- De la Paz, C., y Dávalos, R. (2016). Anatomía de la madera de seis especies de Pinus (Pinaceae) del estado de Durango, México. *Madera y Bosques*, 22(3), 113–132.
- Donoso, P., Navarro, C., Soto, D., Gerding, V., Thiers, O., Pinares, J., ... Sanhueza, M. (2015). *Manual de plantaciones de raulí (Nothofagus alpina) y coihue (Nothofagus dombeyi) en Chile*. Temuco: Universidad Austral de Chile - Universidad Católica de Temuco.

- Donoso, P., y Nyland, R. (2006). Interference to hardwood regeneration in Northeastern North America: The effects of raspberries (*Rubus* spp.) following clearcutting and shelterwood methods. *Northern Journal of Applied Forestry*, 23(4), 288–296.
- Duke, S. (1996). *Herbicide-Resistant Crops: Agricultural, Environmental, Economic, Regulatory and Technical Aspects*. CRC Press, Lewis Publ. Boca Raton, FL. 420 p.
- Esperbent, C. (2015). Malezas: el desafío para el agro que viene. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41(3), 235–240.
- EWRC. (1964). Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC. Committee of methods in Weed Research. *Weed Research*, 4(1), 88.
- Ferrere, P., Lupi, A., y Boca, T. (2015). Crecimiento del *Pinus radiata* sometido a diferentes tratamientos de raleo y poda en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Bosque*, 423–434.
- García, E., Sotomayor, A., Silva, S., y Valdebenito, G. (2001). *Establecimiento de Plantaciones Forestales: Pinus radiata, Pinus ponderosa, Pseudotsuga menziesii*. Chile.
- Garro, J. (2002). *Plantas competidoras: Un componente más de los agroecosistemas*. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- ITTO. (2004). *Consecución del Objetivo 2000 y la Ordenación Forestal Sostenible en Ecuador*. Suiza.
- Koch, M. (2012). *Implementación del manejo integrado de malezas para los cultivos tolerantes a herbicidas*. Crop Life International.
- Kogan, M., y Alister, C. (2010). Glyphosate use in forest plantations. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 652–666.
- Liebman, M., y Staver, C. (2001). Crop diversification for weed management. In M.

- Liebman, C. Mohler, y C. Staver (Eds.), *Management of Agricultural Weeds*. (pp. 322–374). Cambridge: Cambridge University Press.
- Limache, A. (1985). *Ensayo de micorrización de Pinus radiata D. Don en los viveros forestales del Dpto. de Cuzco*. (Tesis Ing. For.). Universidad Nacional del Centro del Perú.
- López, A. (2014). *Composición florística y estructura de un bosque montano alto en Patichubamba, provincia de Pichincha, Ecuador*. (Tesis de Licenciatura en Ecología Aplicada). Universidad San Francisco de Quito.
- López, G., y Mateo, J. (2003). *Catálogo de árboles y arbustos. Primera parte. Coniferales*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. New Jersey: Princeton University Press.
- Mead, D. (2013). *Sustainable management of Pinus radiata plantations*. Roma: FAO Forestry Paper.
- Nisperuza, E., Ojeda, I., y Bruzon, H. (1985). *Control de malezas*. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje.
- Paz, L., Ferreira, C., Endres, L., Nascimento, H., y Souza, R. (2018). Phytotoxic effects of African Mahogany Seedlings to Herbicides. *Floresta e Ambiente*, 24(4).
- Pérez, N., y Vázquez, L. (2004). Manejo ecológico de plagas. In *CEDAR*. La Habana, Cuba.
- Peterson, D., Thompson, C., Shoup, D., y Jugulam, M. (2015). Herbicide mode of action. *Kansas State University*, 27.
- Pujos, L. (2013). *Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo grado Unión de Organizaciones del Pueblo Chibuelo*. (Tesis previo a la obtención de Título de Ingeniero Forestal.). Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo.

Rojas, F. (2003). *Plantaciones forestales*. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Rolando, C., Gous, S., y Watt, M. (2011). Preliminary screening of herbicide mixes for the control of five major weed species on certified pinus radiata plantations in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 41, 165–175.

Rolando, C., Zabkiewicz, J., Watt, M., y Richradson, B. (2010). An assessment of the impacts of environmental certification on vegetation management in New Zealand plantation forestry. In *17th Australasian Weeds Conference. New Frontiers in New Zealand: Together We Can Beat the Weeds.*, 332–335. Christchurch, New Zealand: New Zealand Plant Protection Society.

Subirós, R. (2000). *El cultivo de la caña de azúcar* (Primera). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Tana, N. (2017). *Composición florística y diversidad de la Ladera Norte en el sector Arista del Illiniza Sur, Reserva Ecológica Illinizas (REI), Pichincha-Ecuador*. (Tesis previo a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas y Ambientales.). Universidad Central del Ecuador.

Tarbener, P., Cirujeda, A., y Zaragosa, C. (2007). *Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas. 100 preguntas sobre resistencias*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Tercero, H. (2015). *Evaluación de los métodos manual y químico para el control de malezas en el crecimiento inicial de melina (Gmelina arborea Roxb) en la hacienda “Pitzará” cantón Pedro Vicente Maldonado provincia de Pichincha*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Villalba, J., Montouto, C., Cazaban, J., Caraballo, P., y Bentancur, O. (2010). Efecto del laboreo sobre la eficacia de herbicidas y el crecimiento de Eucalytus spp. *Agrociencia*

Uruguay, 14(2), 45–54.

Watt, M., y Rolando, C. (2014). Alternatives to hexazinone and terbuthylazine chemical control of *Cytisus scoparius* en *Pinus* plantations in New Zealand. *Weed Research*, 54, 265–273.

Willoughby, I. (1995). Herbicides in forests and farm woodlands. *Forestry y British Timber*, 23–25.

Zwolinski, J., South, D., Cunningham, L., Christie, S. (1996). Weed control an large bare-root stock improve early growth of *Pinus radiata* in South África. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 26(1/2), 163–172.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Especies malezas encontradas en el sitio de estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Amaranthaceae	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq) Kuntze	Alcancel, moradilla
Amaryllidaceae	<i>Stenomesson aurantiacum</i> (Kunth) Herb.	Falsa cebolla
Arialiaceae	<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	Urpi papa macho
	<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	Lechuguilla blanca
	<i>Barnadesia arborea</i> Kunth.	Pukakasha, espino blanco
	<i>Bidens triplinervia</i> Kunth.	Indeterminado
Asteraceae	<i>Cacosmia rugosa</i> Kunth.	Indeterminado
	<i>Glebionis coronaria</i> (L.)	Antimonio
	<i>Stevia</i> sp.	Indeterminado
	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg	Diente de león
Berberidaceae	<i>Berberis hallii</i> Hieron.	Chinia, espino amarillo
Calceolariaceae	<i>Calceolaria crenata</i> Lam.	Zapatito
Convolvulaceae	<i>Dichondra carolinensis</i> Michx.	Indeterminado
Ericaceae	<i>Gaultheria</i> sp.	Indeterminado
Fabaceae	<i>Dalea coerulea</i> (L.F) Schinz y Thell	Iso
	<i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	Hierba ángel, manayupa
Lamiaceae	<i>Misnhostachys mollis</i> (Kunth)	Tipo, tipo blanco
Malvaceae	<i>Byttneria ovata</i> Lam.	Espino
Orobanchaceae	<i>Lamouroxia virgata</i> Kunth.	Chalchi-vara, cuy ishimi
	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud	Paja
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Jopillo, pasto orchoro
	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem y Schult	Indeterminado
	<i>Phalaris minor</i> Rets.	Alpiste, valillo
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	Kikuyp, césped
	<i>Piptochaetium</i> sp.	Indeterminado
	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Alesta olorosa
	<i>Nasella mucronata</i> (Kunth) R.W. Pohl	Pampa uksha
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	Huagramanzana
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum thymifolium</i> (Ruiz y Pav.) Standl	Churupichana
Verbenaceae	<i>Duranta triacantha</i> Juss.	Espino bravo, e. chivo

Anexo 2. Abundancia de especies en el sitio de estudio.

N°	Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Prom.
1	<i>Berberis hallii</i>	2,59	2,11	5,61	1,85	3,06	2,00	2,87
2	<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	3,16	8,02	4,67	3,70	13,95	8,33	6,97
3	<i>Desmodium molliculum</i>	4,31	6,75	9,97	8,64	3,40	14,33	7,90
4	<i>Dalea coerulea</i>	14,66	16,88	4,05	10,19	7,14	14,33	11,21
5	<i>Minthostachys mollis</i>	2,01	2,11	3,74	2,16	1,02	6,67	2,95
6	<i>Pennisetum clandestinum</i>	14,94	5,91	7,48	11,73	1,36	6,00	7,90
7	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	0,57	2,11	1,25	-	1,02	-	1,24
8	<i>Byttneria ovata</i>	7,47	3,80	2,18	4,01	14,29	1,33	5,51
9	<i>Achyrocline alata</i>	1,44	2,11	1,25	3,4	2,04	1,00	1,87
10	<i>Duranta triacantha</i>	1,15	2,53	1,25	2,16	0,68	2,67	1,74
11	<i>Gaultheria sp.</i>	1,15	2,95	4,05	2,47	3,40	2,00	2,67
12	<i>Stenomesson aurantiacum</i>	0,57	2,53	1,25	1,23	1,36	0,33	1,21
13	<i>Alternanthera porrigens</i>	-	1,69	0,62	1,85	1,02	-	1,30
14	<i>Cacosmia rugosa</i>	-	0,84	2,18	-	1,36	0,67	1,26
15	<i>Barnadesia arborea</i>	2,59	1,69	1,25	1,85	2,72	1,00	1,85
16	<i>Lamourouxia virgata</i>	0,57	-	0,62	-	-	-	0,60
17	<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	14,08	16,03	6,23	18,52	18,71	11,33	14,15
18	<i>Nasella mucronata</i>	3,74	-	0,62	-	-	-	2,18
19	<i>Dichondra carolinensis</i>	2,01	-	-	-	-	1,67	1,84
20	<i>Glebionis coronaria</i>	1,72	-	1,87	5,56	6,46	4,00	3,92
21	<i>Anthoxanthum odoratym</i>	1,15	1,69	1,25	1,54	6,46	1,33	2,24
22	<i>Piptochaetium sp.</i>	-	3,80	15,58	1,23	1,36	10,67	6,53
23	<i>Phalaris minor</i>	1,15	1,69	-	1,23	1,36	1,00	1,29
24	<i>Setaria pumila</i>	1,15	2,11	4,67	1,23	1,36	1,33	1,98
25	<i>Bidens triplinervia</i>	2,59	3,38	4,98	1,85	1,36	-	2,83
26	<i>Dactylis glomerata</i>	3,16	5,53	3,74	2,47	2,38	5,33	3,77
27	<i>Taraxacum officinale</i>	-	4,64	-	0,62	1,36	-	2,21
28	<i>Stevia sp.</i>	2,30	2,11	0,62	1,23	1,02	2,67	1,66
29	<i>Calamagrostis intermedia</i>	6,61	-	9,35	7,1	-	-	7,69
30	<i>Calceolaria crenata</i>	3,45	-	-	2,16	-	-	2,81
TOTAL		100	100	100	100	100	100	

Anexo 3. Marcación del área de estudio y división de la distancia entre parcelas.



Anexo 4. Establecimiento de los letreros con su respectiva identificación.



Anexo 5. Cuantificación de las especies malezas una vez lanzado el cuadrante 0,50 m².



Anexo 6. Muestra de especies recolectadas para su identificación en guías y manuales del herbario UTEQ.



Anexo 7. Aplicación de los herbicidas en el área de estudio.



Anexo 8. Toma de datos de las variables a evaluar.



Anexo 9. Agobiamiento de las especies malezas (a la derecha la especie *Arcytophyllum thymifolium* y a la izquierda el *Berberis halli*)



Anexo 10. Muerte de las especies malezas (a la izquierda se encuentra la especie *Achyrocline alata* y a la derecha *Calamagrostis intermedia*).



Anexo 11. Rebrote de las especies malezas (a la izquierda la especie *Hydrocotyle bonplandii* y a la derecha *Desmodium molliculum*).



Anexo 12. Toxicidad de la planta *Pinus radiata* frente a los herbicidas (a la derecha el T5 y a la izquierda el T2).

