

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**RENDIMIENTOS Y COSTOS DEL CONTROL DE MALEZA A TRAVÉS DEL
CONTROL QUÍMICO Y MECÁNICO EN UNA PLANTACIÓN DE *Guazuma crinita***

C. Mart. (BOLAINA BLANCA), TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título de

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

MIULER DAVID LUNA SULCA

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



RENDIMIENTOS Y COSTOS DEL CONTROL DE MALEZA A TRAVÉS DEL
CONTROL QUÍMICO Y MECÁNICO EN UNA PLANTACIÓN DE *Guazuma crinita* C.
Mart. (BOLAINA BLANCA), TINGO MARÍA

Autor : Miuler David LUNA SULCA

Asesor : Ing. Wilfredo TELLO ZEVALLOS
Ing. Frits VERA PALOMINO

Programa de investigación : Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales

Línea de investigación : Silvicultura, Manejo y Ordenación de Bosques

Eje temático : Plantaciones Forestales

Lugar de ejecución : Laboratorio de Certificación de Semillas - FRNR

Duración:

Fecha de inicio : 10 – 01 – 2019

Fecha de término : 10 – 07 – 2019

Financiamiento:

Propio : 5 000,00 soles

Tingo María, Perú

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 039-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de agosto de 2021, a horas 04:00 p.m. en la Sala virtual Microsof Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal para calificar la Tesis titulada:

“RENDIMIENTOS Y COSTOS DEL CONTROL DE MALEZA A TRAVÉS DEL CONTROL QUÍMICO Y MECÁNICO EN UNA PLANTACIÓN DE *Guazuma crinita* C. Mart. (BOLAINA BLANCA), TINGO MARÍA”

Presentado por el Bachiller: **LUNA SULCA, Miuler David**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título profesional de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 23 de Noviembre de 2021

Ing. RAUL ARAUJO TORRES

PRESIDENTE

Ing. JAIME TORRES GARCIA
MIEMBRO



Ing. M. Sc. DAVID P. QUISPE JANAMPA
MIEMBRO

Ing. Mg. WILFREDO TELLO ZEVALLOS
ASESOR

DEDICATORIA

- A nuestro Dios, padre por brindarme la fortaleza física y mental en la vida cotidiana y guiarme por el buen camino durante mi formación profesional.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, “alma mater” Institución de prestigio a nivel Nacional e Internacional, en cuyas aulas realicé mi formación profesional.
- A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales renovables, quienes contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Ing. TELLO ZEVALLOS Wilfredo, por su asesoramiento incondicional y valioso.
- Al Ing. PALOMINO VERA Frits, por su asesoramiento incondicional y valioso.
- A ROSAS CHAVEZ Karol Emily, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta mas no poder.
- A MEDINA VILLANUEVA Carlos Enrique por su compañerismo, amistad y por su apoyo para concluir satisfactoriamente esta tesis.
- A todas las personas que directa e indirectamente colaboraron para la culminación del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, por darme la familia y los amigos que tengo.

A mi Madre GLORIA LUZ SULCA ORTIZ por fomentar en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer, ni rendirme ante nada y siempre perseverar. A mi hermano DANIEL M. LUNA SULCA por sus palabras, consejos y apoyo incondicional.

A toda mi Familia por su apoyo incondicional que espiritualmente me llenan de fortaleza y esperanza quienes de una u otra forma ayudaron a la culminación de la presente investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Bolaina blanca	3
2.1.1.1. Taxonomía de la especie.....	3
2.1.1.2. Descripción dendrológica	3
2.1.1.3. Distribución ecológica.....	4
2.1.1.4. Fenología	5
2.1.1.5. Crecimiento.....	5
2.1.2. Plantaciones forestales	5
2.1.3. Rendimientos y costos.....	6
2.1.3.1. Rendimientos	6
2.1.3.2. Costos	6
2.1.3.3. Faenas de producción	7
2.1.3.4. Sistemas de producción	8
2.1.3.5. Numero de observaciones.....	9
2.1.3.6. Toma de información.....	9
2.1.3.7. Análisis de la información.....	11
2.1.4. Malezas	13
2.1.4.1. Generalidades sobre la biología de las malezas.....	15

2.1.4.2.	Tipos de propagación de las malezas.....	15
2.1.4.3.	Desventajas de las malas hierbas.....	15
2.1.4.4.	Utilidad de las malezas.....	16
2.1.5.	Control de malezas.....	17
2.1.5.1.	Control químico.....	17
2.1.5.2.	Control físico mecánico.....	20
2.2.	Estado del arte.....	21
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1.	Lugar de ejecución.....	26
3.1.1.	Ubicación política.....	26
3.1.2.	Ubicación geográfica.....	26
3.1.3.	Zona de vida.....	26
3.1.4.	Clima.....	26
3.1.5.	Descripción del terreno.....	26
3.2.	Materiales y métodos.....	27
3.2.1.	Materiales y equipos.....	27
3.2.1.1.	Material biológico.....	27
3.2.1.2.	Herramientas, equipos e insumos.....	27
3.2.2.	Metodología.....	27
3.2.2.1.	Tipo y nivel de investigación.....	27
3.2.2.2.	Población y muestra.....	28

3.2.2.3. Diseño experimental	28
3.2.2.4. Desarrollo de la investigación	30
3.2.2.5. Variables evaluadas	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Rendimientos en el control de malezas	33
4.2. Costos en el control de malezas.....	35
V. CONCLUSIONES	39
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXO	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Número de faenas por características principales, obtenidas por el Proyecto Madeleña en América Central, período 1 988 – 1 990.	11
2. Tiempo útil para un jornal (en horas efectivas).....	13
3. Tratamientos en estudio.....	29
4. Resumen de prueba Kruskal Wallis de la variable rendimiento (jornal/ha).....	33
5. Resumen de comparación múltiple de medias de la variable rendimiento (jornal/ha).....	34
6. Resumen del análisis de varianza de la variable costos (S/.).....	36
7. Resumen de test Duncan de medias de la variable costos (S/.).....	37
8. Medidas de resumen de la variable rendimiento (jornal/ha).	46
9. Medidas de resumen de la variable costos (S/).	46
10. Rendimientos y costos de control químico y mecánico a 60 días de establecida la plantación.	47
11. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks de la variable rendimiento (jornal/ha).....	47
12. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks de la variable costos (S/.).....	47
13. Prueba de Kruskal Wallis para variable rendimiento a 60 días.....	48
14. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para variable rendimientos a 60 días	48
15. Análisis de varianza para variable costos a 60 días.....	48
16. Prueba Duncan de medias entre tratamientos para variable costos a 60 días.....	48
17. Rendimientos y costos de control químico y mecánico a 120 días de establecida la plantación.	49

18. Prueba de Kruskal Wallis para variable rendimiento a 120 días.....	49
19. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para variable rendimientos a 120 días	50
20. Análisis de varianza para variable costos a 120 días.....	50
21. Prueba Duncan de medias entre tratamientos para variable costos a 120 días.....	50
22. Rendimientos y costos de control químico y mecánico a 180 días de establecida la plantación.	51
23. Prueba de Kruskal Wallis para variable rendimiento a 180 días.....	51
24. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para variable rendimientos a 180 días	52
25. Análisis de varianza para variable costos a 180 días.....	52
26. Prueba Duncan de medias entre tratamientos para variable costos a 180 días.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Rendimientos (jornal/ha) de control químico y mecanico en tres evaluaciones.	34
2. Costos (S/) de control químico y mecanico en tres evaluaciones	38
3. Producción de plántones de <i>Guazuma crinita</i> en vivero.....	53
4. Transporte de plántones de <i>Guazuma crinita</i> a campo definitivo.....	53
5. Sembrado de plantas de <i>Guazuma crinita</i> en parcela experimental.....	54
6. Herbicida glifosato utilizado.	54
7. Dosificación de herbicida glifosato en mochila fumigadora de 20 L.....	55
8. Fumigación con dosis de 1,5 Kg de herbicida en parcela experimental.	55
9. Control mecanico de malezas.....	56
10. Apuntes de tiempos empleados en el control mecanico de malezas.	56

RESUMEN

El control de malezas es indispensable en el manejo de plantaciones forestales, ya que influye en el desarrollo de las plantas, por lo que se tuvo como objetivo determinar rendimientos y costos del control químico y mecánico de malezas en una plantación de *Guazuma crinita* C. Mart (bolaina blanca), así como evaluar el prendimiento y crecimiento de dichas plantas. La investigación se realizó en los terrenos del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria (CIPTALD), provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Empleándose plantones de *Guazuma crinita* C. Mart, herbicida glifosato, mochila fumigadora y motoguadaña. Se empleó un diseño completamente al azar para distribuir las unidades experimentales de los tratamientos; se tuvo 3 tratamientos: T₁ (1 kg/ha de herbicida), T₂ (1,5 kg/ha de herbicida) y T₃ (control mecánico con machete). A 180 días después de establecida la plantación, se encontró que con el tratamiento T₂ se obtiene mejor rendimiento (0.750 jornales/ha) y con el tratamiento T₁ menor costos de control de malezas (S/ 88,5/ha), asimismo se obtiene mayor valor de prendimiento, con 98,44 %, mayor altura, con 155,80 cm y mayor diámetro, con 19,85 mm

Palabras clave: Costos, rendimiento, plantación, bolaina blanca.

ABSTRACT

PERFORMANCE AND COSTS OF MALEZA CONTROL THROUGH CHEMICAL AND MECHANICAL CONTROL IN PLANTATION OF *Guazuma crinita* C. Mart. (BOLAINA BLANCA), TINGO MARÍA

The control of weeds is indispensable in the management of forest plantations, since it influences the development of the plants, so it was aimed at determining yields and costs of the chemical and mechanical control of weeds in a white ball plantation, as well as evaluate the yield and growth of these plants. The research was conducted on the grounds of the Tulumayo Research and Production Center Annex la Divisoria (CIPTALD), Leoncio Prado province, Huánuco region. Using seedlings of *Guazuma crinita* C. Mart (Bolaina blanca), glyphosate herbicide, fumigant backpack and motoguadaña. A completely randomized design was used to distribute the experimental units of the treatments; There were 3 treatments: T1 (1 kg / ha of herbicide), T2 (1,5 kg / ha of herbicide) and T3 (mechanical control with motor-gutter). At 180 days after planting was established, it was found that with the T2 treatment, better yield and lower weed control costs are obtained (8,25 wages / ha and S / 785,52 / ha), as well as a higher yield value, with 98,44 %, greater height, with 155,80 cm and greater diameter, with 19,85 mm

Keywords: Costs, performance, plantation, bolaina blanca.

I. INTRODUCCIÓN

El control de malezas es una actividad imprescindible dentro del manejo de plantaciones forestales y es un factor importante para obtener una alta producción de madera en el futuro. En la selva de nuestro país el control de malezas se ha realizado de varias formas siendo el método de control químico y mecánico las más importantes y usadas, la primera por su rapidez y efectividad, y la segunda por la reducción de costos operacionales, según el punto de vista de muchos pobladores de la región selva que se dedican a estas actividades de manejo forestal. Si bien es cierto que se conocen las prácticas del control químico y del control mecánico para el control de malezas, pero no existe estudios del rendimiento y costos de esto, para lo cual es necesario desarrollar un trabajo de investigación de este tipo.

Ante esta problemática surge la necesidad de adaptar metodologías ya existentes para disponer de información precisa y confiable basada en datos de campo que sirvan de herramienta a la hora de planificar y estimar presupuestos para las distintas actividades que requiere una plantación especialmente en *Guazuma crinita*, especie de muy rápido crecimiento plantada a escala cada vez mayor en la región del Alto Huallaga, por su importancia en la industria de cajonería, energética y de madera sólida.

Por lo general, los productores de la región del Alto Huallaga, realizan el control de malezas mediante formas manuales y mecánicas, dichas formas incrementan los gastos de operación del cultivo, aunque este método es el más utilizado para eliminar las malas hierbas en áreas donde hay disponibilidad de mano de obra y se puede hacer fácilmente como el desenraice manual con implemento de trabajo, que es una forma no muy eficiente debido a que se elimina la parte aérea de la planta y se deja parte de la raíz que en la mayoría de los casos genera nuevos rebrotes de la planta, en la cual hay pocos estudios y generan interrogantes como ¿Cuáles serán los rendimientos y costos del control de maleza químico y mecánico en plantaciones de *Guazuma crinita*?

En este contexto, la justificación del presente trabajo radicó en determinar los rendimientos y costos del control de maleza químico y mecánico en una plantación de *Guazuma crinita* en Tingo María perteneciente a la región Huánuco, con el fin de proporcionar información pertinente sobre el tema y que beneficie a las mejores elecciones de manejo forestal de los agricultores de nuestro país. Este estudio implica que se obtendrá mayores rendimientos por lo tanto los costos van a disminuir.

La investigación planteó y expuso la siguiente hipótesis: “los controles químicos y mecánicos generan diferentes efectos en el rendimientos, costos y crecimiento en una plantación de *Guazuma crinita* C. Mart (bolaina blanca), Tingo María”. Para lograr lo mencionado, se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar los rendimientos y costos del control de maleza a través del control químico y mecánico en una plantación de *Guazuma crinita* C. Mart. (bolaina blanca), Tingo María.

Objetivos específicos:

- Cuantificar los rendimientos por jornal de la actividad de control con herbicida y por laboreo de malezas en una plantación de *Guazuma crinita*.
- Estimar los costos por actividad de control con herbicida y por laboreo de malezas en una plantación de *Guazuma crinita*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Bolaina blanca

2.1.1.1. Taxonomía de la especie

De acuerdo a lo propuesto por Cronquist (1981) esta especie tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: <i>Guazuma</i>
Especie	: <i>Guazuma crinita</i> (C. Mart.)
Nombre común	: Bolaina blanca

2.1.1.2. Descripción dendrológica

Es un árbol que alcanza alturas grandes, unos 35 m de longitud y con diámetros promedios de 50 cm, el árbol posee un fuste circular, no posee aletones en el tronco, posee una copa plana que surge desde el tercio superior del fuste. La corteza es de color grisáceo o negruzca con forma agrietada hasta fisurada, de la corteza viva se puede obtener largas tiras; en arboles de mayor grosor se da a notar dos capas, ambas fibrosas compacta o laminar, estas tienen un color crema, las cuales al contacto con el aire oxidan a color marrón oscuro, exudando un mucilago escaso, dulceíno e incoloro (FAO, 1976).

Posee flores pequeñas distribuidas en panículas, son de color rosado, con un cáliz atractivo, sin corola, con pétalos libres y ovario supero (Baldoce y Pinedo, 1991).

Las hojas son simples, de distribución alterna, los folios son de 3-13 cm de longitud por 1,65-6,5 de ancho, con formas lanceolada a ovadas, el margen de las hojas es aserrada, el anverso de la hoja es rasposa y de color verde oscuro, mientras que el reverso de la hoja es sedoso y verde amarillento grisácea (ADEFOR, 1998).

Las semillas poseen una forma cónica y de tamaños diminutos, asimismo poseen una superficie irregular con protuberancias diminutas, las semillas pequeñas llegan a medir 1 a 2 mm de largo por 1 mm de diámetro, su color en general es marrón sombrío, con unas 16 a 20 semillas presentes en cada fruto, repartido en 4 compartimientos. Los frutos secos que producen el árbol de bolaina son dehiscentes con forma circular, con presencia de pelos minúsculos. Existe en promedio 860 000 semillas por kilogramo, pero varían desde los 700 000 a 900 000 semillas por kilogramo (Baldoce y Pinedo, 1991 y Flores, 2002).

2.1.1.3. Distribución ecológica

Esta especie está clasificada como heliófita, debido a que es de acelerado crecimiento, y es una de las colonizadoras que se pueden llegar a encontrar en bosques secundarios y purmas, representando como indicador de este tipo de vegetación. Se le encuentra en conjunto con la especie de *Cecropia sp.* (cetico), *Ochroma pyramidale* (topa) y *Croton draconoides* (sangre de grado). También puede ser encontrar en macisos, manchales o rodales a riberas de cursos de aguas.

- A) **Zonas de vida:** Su distribución es en la zona bhPMT (húmedo pre montano tropical), bTS (bosque tropical seco) y bSTM (bosque sub tropical muy húmedo).
- B) **Fisiografía:** Mayormente se le puede encontrar en terrenos planos, o con ligeras pendientes o casi planas.
- C) **Clima:** Esta especie puede desarrollarse en temperatura promedio de 25 °C y con unos 2150 mm de precipitación.
- D) **Suelos:** Preferentemente pueden desarrollarse en suelos aluviales, suelos arcillos y con poco drenaje del agua, siendo estas características de los suelos gleysols: sin embargo también pueden desarrollarse en suelos aptos para agricultura y con excelente drenaje, también denominadas suelos cambisoles (Baldoce y Pinedo, 1991).

2.1.1.4. Fenología

La época de la floración tiene una duración de 2 meses, mientras que para que los frutos maduren existe un lapso de 2 a 3 meses, siendo que entre los meses de septiembre y octubre las semillas alcanzan su punto de madurez para que estas se diseminen (Flores, 2002).

Regularmente entre los meses de octubre a diciembre, la cual es la época ideal para la diseminación de semillas, es considerada también como tiempo de cosecha de semillas, siendo ideal la cosechar las semillas en octubre, mientras que la siembra se hace entre junio y julio del año que sigue (Baldoce y Pinedo, 1991).

2.1.1.5. Crecimiento

De acuerdo a ADEFOR (1998), la *Guazuma crinita* con edades de 4 – 6 meses en vivero llega a obtener una longitud aérea de 30 cm en promedio. La *Guazuma crinita* es una especie forestal con un acelerado crecimiento cuando está instalado en plantación, con ritmos iniciales de 3,5 m de longitud y 4,4 cm de diámetro, obteniéndose ya al octavo y noveno año las medidas de altura y diámetro adecuadas para ser aprovechadas (Backer et al., 1982).

2.1.2. Plantaciones forestales

FAO (2001) indica que, la plantación forestal es un bosque o cobertura, sembrado con el fin de forestar o reforestar un área en particular; asimismo esta acción puede realizar con especies nativas del sitio o con especies exóticas.

La producción de madera en todo el mundo está casi cada vez más cerca al 50 %, es por esto que el área de las plantaciones forestales va creciendo cada vez más. Los reportes del año 2005 indican que las áreas de los bosques plantados van en aumento, a excepción de África, siendo que los objetivos de estas plantaciones en su mayoría son para fines de protección y producción de madera.

Aproximadamente en todo el mundo existen 270 millones de hectáreas de bosques plantados. Del total del área plantada, en su gran mayoría (76 %) se destina como objetivo productivo, siendo la principal actividad la producción de madera y fibra a la industria

primaria y secundaria; del porcentaje restante (24 %), las plantaciones tienen como objeto la protección y conservación del agua y suelo.

FAO (2007) indica que el 50 % de plantaciones forestales son de propiedad del estado, en tanto, otras personas o empresas privadas poseen en aproximado un 32 % de la superficie de las plantaciones forestales establecidas. Siendo los continentes de Asia, Europa, Oceanía los que poseen las mayores áreas de plantaciones forestales en el mundo.

2.1.3. Rendimientos y costos

2.1.3.1. Rendimientos

Cano (2000) citado por Carrera (2018), define al rendimiento como la suma de trabajo, la cual es cuantificada como cantidad de trabajo (o llamado jornada laboral, la cual será realizada por un equipo o persona individual) sobre el tiempo total trabajado (referido en horas hombre).

De acuerdo a Consuegra (2010) el concepto de rendimiento está definido como el progreso de una actividad y/o proyecto, el rendimiento es medido y cuantificado por el avance ejecutada en la obra y este dependerá de la situación de cada trabajador. Ccorahua (2016) expresa el rendimiento en la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad total}}{\text{Tiempo total trabajado}} \quad (1)$$

2.1.3.2. Costos

Díaz et al. (2003) indica que los costos son la inversión en la ejecución de acciones que generen beneficios en pro del inversor. El costo también es expresado en forma monetaria, en el cual están incluidos el acumulado los gastos en las actividades de producción, administración y distribución.

Respecto a costos, Salinas (2012) indica que es el conjunto de pagos, obligaciones contraídas, consumos, depreciaciones, amortizaciones y aplicaciones atribuibles a un periodo determinado, relacionadas con las funciones de producción, distribución, administración y financiamiento. Existiendo dos tipos de costos:

- A) Costos directos:** El sistema de costos directo, variable o marginal, es aquel que acumula contablemente costos de producción, distribución, administración y financiación asociados directamente a la generación de determinados volúmenes de producción de ventas; está conformado por la mano de obra, materiales, equipos y herramientas (Díaz et al., 2003).
- B) Costos indirectos:** conformado por los gastos generales y utilidad.

2.1.3.3. Faenas de producción

En trabajos de investigación, sea de índole forestal, no es común hallar trabajos que estén enfocadas en los aspectos económicos. Por lo que existe desconocimiento de los costos en establecimiento de plantaciones forestales, manejo de bosques naturales y sistemas agroforestales.

Es importante recalcar que los costos que se registran en los sectores forestal va a ser variable dependiendo del manejo forestal o técnicas silviculturales, dado que existen diferentes técnicas de manejo forestal, ya que estas tienden a ser más efectivas dependiendo de la especie, área plantada, etc. Es así que el manejo y/o administración indaga en la investigación forestal con el fin de encontrar las técnicas que le resulten económicamente viables para el manejo forestal (CATIE, 1989).

Para los efectos del proceso de determinación de rendimientos y costos de faena, es necesario contar con que para definir al termino de faena: son las actividades primordiales que son ejecutadas en el manejo forestal de plantaciones con objetivo múltiple. Es así que las actividades principales consideradas son las siguientes (CATIE, 1989):

- A) Viveros:** es la actividad primordial que debe ser ejecutada al principio del manejo forestal, siendo una actividad netamente de producción de plántones. Pueden ser de dos tipos: vivero permanente y vivero temporal, en las cuales se pueden produce las plantas de tres formas: pseudo-estaca, plántones a raíz desnuda y plántones en bolsas de polietileno.
- B) Preparación de terrenos:** esta actividad algunas veces no es ejecutada. Presenta dos condiciones: para terreno plano y para terreno inclinado (pendiente fuerte), esta actividad de preparación de terreno puede ser ejecutada de forma mecanizada o

también con herramientas manuales. Es necesario tener en cuenta el terreno, y cobertura vegetal para ejecutar la actividad.

- C) Plantación:** esta actividad es realizada después de las faenas de: producción de plántones (sea producidas por las tres modalidades: a raíz desnuda, plántones en bolsas de polietileno y a raíz desnuda), preparación del terreno en todas las condiciones que se presenten, y con los diferentes tipos de suelos que presente el terreno (sean secos o húmedos).
- D) Mantenimiento:** las actividades de mantenimiento pueden ser: control de malezas, raleo o podas y también la prevención de incendios. Estas faenas pueden ser ejecutadas de forma continua o no, asimismo, pueden ser ejecutadas simultáneamente y no están vinculadas entre sí. Los resultados del estudio de faenas en los tres primeros años, muestran que la faena de mantenimiento, requiere en promedio de 29 jornales/ha en el primer año, 23 jornales/ha en el segundo año y 16 jornales/ha en el tercero. El valor de esta mano de obra, más los costos de los insumos suma \$ 82/ha en el primer año, \$ 49 en el segundo y \$ 29 en el tercero (Gómez y Reiche, 1991).
- E) Raleo:** es una actividad extra que puede ser con objeto de ampliar la producción, o mejorar la sanidad de los árboles.
- F) Aprovechamiento final:** Una vez los árboles alcancen la madurez óptima, altura y diámetros ideales, se realiza la tala de los árboles para su aprovechamiento final.

2.1.3.4. Sistemas de producción

El estudio de faenas, se realiza en forma sistemática, se estudian de acuerdo con los sistemas de producción establecidos y cuando éstos ocurran en el campo (CATIE, 1989).

- Plantación pura
- Árboles alternados con siembras agrícolas.
- Cercos vivos
- Vegetación para forraje
- Árboles individuales

2.1.3.5. Numero de observaciones

Para evaluar el número de observaciones a ejecutar, es necesario considerar que esto va a depender del número del sistema o técnicas de producción, número de actividades y las circunstancias en las que se ejecutan las actividades de manejo forestal. Al ser considerados estas variables, se deberá repetir las observaciones o toma de datos con el fin de homogenizar y tener confianza en las muestras. Se recomienda que deba tomarse tres observaciones (CATIE, 1989).

2.1.3.6. Toma de información

De acuerdo a CATIE (1989) presenta a continuación tres opciones a utilizar para la obtención de información:

A) Movimientos y tiempos

Es el método más fácil y confiable, dado que es la opción más sencilla para el levantamiento de los datos, dado que reside en el apunte de los turnos o tiempos de rendimientos de las faenas que se lleven a cabo y asimismo se evalúan los tiempos muertos y los accidentales.

Aquel que evalúa la toma de datos de las actividades necesita estar presente en todas las actividades del manejo forestal, dado que evaluará los tiempos empleados, la diferencias entre los tiempos iniciales y finales en las faenas completadas.

El problema con esta metodología es debido a que en los países no se encuentran estandarizados las medidas de eficiencia, sin embargo, es el método más fiable pero el más dificultoso; asimismo es obligado registrar el control de jornales y asimismo el registro de los tiempos muertos que se tengan en las faenas.

B) Rendimientos por faena

Es una técnica fácil, sin embargo, no recoge información detallada y a su vez es menos preciso, pero a su vez es adecuadamente practico y confiable. Para realizar esta metodología de debe evaluar la información posteriormente al término de la faena del manejo forestal. Para lo cual se debe anotar, aunque algunas veces no es considerado, el tiempo de inicio y el tiempo final, para lo cual el evaluador cuantificara y revisara la ejecución de la faena

realizada. Es necesario contar y revisar una libreta de campo y/o libro de operaciones o llevar en cuenta personal las plantas empleadas, hoyos realizados, área plantada, bolsas utilizadas, etc.

Es más fácil de ejecutar, ya a la vez la persona encargada de la evaluación es capaz de evaluar faenas distintas, en lugares distintos y todos evaluados en un solo día, sin que sea obligatorio que los trabajadores estén en presente en su actividad encargada. Es fácilmente cuantificable dado que la actividad ejecutada siempre podrá ser observada; sin embargo, no es tan exacto sobre las variables y detalles que describen a mayor detalle la actividad ejecutada con mejor precisión.

Es así que este método sea el más práctico dado que la información colectada es la que más de acorde a la realidad, dado que las actividades en el manejo forestal se ejecutan tradicionalmente sin algún reloj que controle sus tiempos y sin ningún recolector de datos que supervise la ejecución de la faena. Asimismo, la obtención de información detallada dependerá de la agudeza del encargado de levantar la información

C) Recuperación de costos

Otro método para la recolección de la información es mediante la reconstrucción de los gastos y rendimientos de los trabajos realizados. Y esta metodología consta de la inspección de la información necesaria en archivos de informes de actividades, carpetas de contabilidad, backups, etc.; esta información complementara con la data brindada por el personal técnico, trabajadores y dueño de la plantación de los árboles, dado que ellos ejecutan las actividades del manejo forestal.

Con esta opción también es posible recolectar los datos de las faenas ejecutadas en el manejo forestal, dado que será necesario para completar y analizar el sistema utilizado en el manejo forestal.

Asimismo, con este método se puede determinar el rendimiento y costo de las actividades que se tienen en el proyecto del manejo forestal, las cuales se vienen ejecutando, y de las que no se tiene reporte o información de estas actividades, siendo en un futuro una información valiosa recolectada con este método.

También se da la situación de que algunas veces no se puede esperar que la faena termine de ejecutar un turno completo para poder contar todo lo ejecutado en el conjunto

de árboles, siendo posible con esta metodología recuperar esta información, ya que los datos están allí.

2.1.3.7. Análisis de la información

Reiche et al. (1991) menciona que existen dos principales indicadores para el análisis de información estandarizada:

A) Tiempo útil de un jornal

Las horas efectivas o tiempo útil de un jornal, varían en cada uno de los países que comprende el estudio. La variación se debe al cambio de costumbres de una región a otra y de los esquemas diferentes usados para la reforestación.

Por ejemplo, el sistema de alimentos por trabajo, usado en El salvador, consta de un jornal de cuatro horas diarias, pagado con raciones de alimentos. Por lo anterior, es necesario registrar el número de horas de un jornal y el tiempo muerto dentro del mismo. Se considera como tiempo muerto al tiempo usado para descansar y para comer. Al restar el tiempo muerto del tiempo total del jornal, se obtienen las horas efectivas de un jornal. La Tabla 1 presenta el número de faenas empleadas en las principales actividades forestales.

Tabla 1. Número de faenas por características principales, obtenidas por el Proyecto Madeleña en América Central, período 1988 – 1990.

Tipo de faena con variables independientes	Característica o proceso	Sistema	Número de faenas
VIVEROS			64
En bolsa	Permanente		27
	Temporal		22
Raíz desnuda	Permanente		4
Pseudoestaca	Permanente		4
	Temporal		7
PREPRACIÓN DE TERRENO			82
Pendientes < 33%	Manual		46
	Mecanizada		4
Pendientes > 33%	Manual		31
	Mecanizada		1

Continua Tabla 1 ...

PLANTACIÓN			70
Pendientes < 33%	Bolsa	Plantación	17
		Intercalado	7
		Cerco vivo	9
	Pseudoestaca	Plantación	8
		Cerco vivo	1
	Pendientes > 33%	Bolsa	Plantación
		Intercalado	5
		Cerco vivo	1
	Raíz desnuda	Plantación	1
	Pseudoestaca	Plantación	7
MANTENIMIENTO			62
Precipitación > 1000 mm	Manual	Plantación	43
		Cerco vivo	1
	Mecanizado	Plantación	2
Precipitación < 1000 mm	Manual	Plantación	12
		Cerco vivo	2
		Forraje	1
	Mecanizado	Plantación	1
RALEOS			50
Pendientes < 33%	Manual	Plantación	32
		Intercalado	1
	Mecanizado	Plantación	8
		Intercalado	1
Pendientes > 33%	Manual	Plantación	6
	Mecanizado	Plantación	2
APROVECHAMIENTO TOTAL			50
Pendientes < 33%	Manual	Plantación	25
		Intercalado	1
		Cerco vivo	2
		Forraje	2
		Individual	1
		Mecanizado	Plantación

		Intercalado	3
		Cerco vivo	4
Pendientes > 33%	Manual	Intercalado	2

Fuente REICHE et al. (1991).

Las horas efectivas se utilizan como estándar para comparar los rendimientos de las actividades del manejo de árboles de uso múltiple. Si solamente se comparan los jornales, se generarían conclusiones erróneas porque hay mucha variación entre los mismos. La Tabla 2 presenta algunos promedios por país y el rango de horas efectivas de un jornal.

Tabla 2. Tiempo útil para un jornal (en horas efectivas).

País	Promedio	Mínimo	Máximo
Guatemala	7,04	4,50	8,00
Honduras	5,95	3,50	7,50
El Salvador	6,54	4,00	7,50
Costa Rica	5,65	4,75	7,50
Promedio	6,30	4,19	7,63

B) Precio de un jornal

El precio de un jornal varía de un país a otro. Además, existen diferencias en el valor de la moneda entre país. Para comparar costos de actividades del manejo de sistemas de producción con árboles de uso múltiple, se necesita un estándar del costo del jornal y de la moneda (Reiche et al., 1991).

2.1.4. Malezas

Este tipo de vegetación crece y prolifera en sistemas forestales de producción en masa y que su sola presencia puede representar un potencial daño, dado que tienen influencias negativas sobre las plantas forestales. Y dependiendo de su crecimiento y densidad llegan a competir directamente con las plantas forestales o agrícolas por los nutrientes disponibles en el sustrato, ocasionando una reducción notoria en el rendimiento o producción de la cosecha esperada (Rueda, 2001).

Welch et al. (1985) indican que las labores de desmalezado tienen como objetivo principal el de eliminar la vegetación dañina e indeseable, para la cual se emplean una variedad de técnicas, así mismo se han planteado esta variedad de técnicas mostrando su desempeño positivo en el control de las malezas, estas técnicas pueden ser por laboreo (manual), control químico, control mecánico y en los últimos tiempos se están empleando controles biológicos, la cual aún es atractiva desde el punto de vista medio ambiental sin embargo aún es compleja, dado que se debe conocer a detalle el arbusto o maleza.

Cuando se haga la aplicación de herbicidas hay muchos factores que deben ser tomados en cuenta, siendo importante la situación a la que se afrontara, tipo y especie de maleza, reducción de efectos residuales del herbicida al ambiente, vegetación, animales y al mismo hombre, habitualmente suele ser aplicado en conjunto de fitoreguladores para el crecimiento de las plantas, y con este método suele obtenerse la erradicación o la reducción importante de las poblaciones de malezas.

Kolmans y Vásquez (1999) mencionan que, en el mercado de agroquímicos, se puede encontrar un surtido y amplio espectro de herbicidas, como por ejemplo herbicidas específicos para cada especie/género/familia de malezas, siendo por esto que actualmente las malezas no deberían figurar como dificultad en los sistemas forestales, agrícolas y agroforestales. Sin embargo, en la naturaleza las malezas representan como un sistema de defensa para proteger y equilibrar los suelos y fomentar la vegetación en los sustratos que carecen de ello, por lo cual es relativamente complicado eliminar este mecanismo de protección. Asimismo, otro mecanismo de protección es crear resistencia a los agroquímicos por parte de las malezas.

Últimamente se incorpora un término denominado agricultura ecológica, el cual plantea evitar el uso de los productos químicos, tales como los herbicidas, asegurando que algunas malezas tienen utilidad derivadas como las medicinal, aportar materia orgánica, fuente de polen y cobertor del suelo, asimismo pueden ser empleadas como plantas indicadoras del estado de salud de suelo, y a la vez reflejo de las técnicas inadecuadas en la agricultura.

Mientras el equilibrio del sustrato sea mejor, e igual el manejo de la biodiversidad en la agricultura, la incidencia de las malezas será más reducida. El objetivo no es reducir a cero las malas hierbas, sino de tener reguladas las malas hierbas a tal punto que acompañen a los cultivos sin que se vuelvan competencias de estas; en tal caso se debería elegir cual debería ser destruida o disminuida.

2.1.4.1. Generalidades sobre la biología de las malezas

Kolmans y Vásquez (1999) indican que, las malas hierbas pueden desarrollarse en conjunto con algunos cultivos, y a su vez poseen mayores ventajas a comparación de las plantas sembradas:

- Tienen un modelo de crecimiento asociativo, en varias especies y no en una sola.
- Poseen mayor variabilidad genética, las cuales les brindan de una alta adaptación a su medio donde se desarrollan.
- Generan brotes continuos y a la vez generan mucha cantidad de semillas en intervalos pequeños de tiempo, esto es generado por los pocos requerimientos que poseen las malezas.
- Las semillas a través del tiempo desarrollaron adaptaciones que facilitan la diseminación.
- Muchas especies de malas hierbas tienden a ser más fuertes frente a enfermedades, al contrario de las plantas cultivados.

2.1.4.2. Tipos de propagación de las malezas

Kolmans y Vásquez (1999) mencionan las siguientes formas de diseminación de malas hierbas:

- A) Malezas de diseminación sexual, al año y bianuales:** estas malas hierbas solo pueden florecer una vez al año o cada dos años, estas plantas asimismo no poseen tubérculos, bulbos, rizomas o estolones para almacenamiento de nutrientes de forma subterránea.
- B) Malezas perpetuas:** generalmente son diseminados en forma vegetativa, estos poseen órganos para el almacenamiento de nutrientes, las cuales se encuentran de forma subterránea, de estos órganos se generan nuevos brotes después de ser “desmalezados”; los rizomas son encontradas en las capas más hondas de la tierra, mientras que los estolones son ubicados más en capas superficiales de la tierra.

2.1.4.3. Desventajas de las malas hierbas

De acuerdo a Kolmans y Vásquez (1999) los daños generados por las malezas son las siguientes:

- Son competencia directa de los cultivos agrícolas por los nutrientes, ambiente, etc, disminuyendo la productividad de los cultivos.
- Limitan el adecuado manejo de la tierra, técnicas de cultivo y cosecha.
- Las especies de hierbas buenas pueden combinarse con las malezas tóxicas
- Funcionar como anfitrión de patógenos y enfermedades.
- Crear el ambiente propicio para el desarrollo de patógenos.
- Deterioran las micorrizas que están formadas por las plantas agrícolas.

Por otro lado, FAO (2006) indica que el daño que son generadas por las malas hierbas se ve reflejada en muchos de los procesos que se ejecutan en los cultivos agrícolas. Las causas que derivan en problemas son:

- La alta competitividad por los aspectos básicos para el desarrollo de una planta.
- Dispersión de sustancias tóxicas que afectan a las plantas agrícolas.
- Formación de micro hábitat ideal para el desarrollo de enfermedades y plagas.
- Las malezas obstruyen en los procesos utilizados para el cultivo agrícola, pudiendo infectar la cosecha esperada.

2.1.4.4. Utilidad de las malezas

De acuerdo a Kolmans y Vásquez (1999) toda planta que existe en determinado hábitat, tiene su propósito para contribuir en su medio donde se desarrolla, es así que las malezas, las cuales poseen un rápido crecimiento, tienen esas funciones:

- Brindar acelerada defensa a suelos desprotegidos, sin cobertura vegetal, asimismo protección a los microorganismos que habitan en ellos.
- Contribuir a la generación de polen para alimentación de insectos.
- Al tener un rápido crecimiento, cubren rápidamente el suelo, evitando así la lixiviación de capas superficiales del suelo.
- Acumulación por mortandad de materia orgánica, así como de participar en el reciclaje de macro y micronutrientes.

2.1.5. Control de malezas

2.1.5.1. Control químico

Los compuestos químicos denominados como herbicidas, son aquellos que tienen como función eliminar o limitar el desarrollo de algunas malas hierbas. Sin embargo, en los herbicidas existen diferentes modos de acción, afectando incluso los procesos vitales o esenciales en el desarrollo de las malezas.

Rodríguez (1978) citado por Rueda (2001) indican que en siglos pasados se utilizaron materiales como residuos de fundición, cenizas, sal, etc., para matar plantas como malas hierbas dado que funcionan como esterilizantes de los sustratos limitando el crecimiento de estas plantas. Sin embargo, desde el siglo XIX se iniciaron investigaciones de productos herbicidas, hallando en estas técnicas la forma de manejo de control intensivo de las malas hierbas en los cultivos agrícolas.

A) Ventajas del control químico

Rueda (2001), indica que este tipo de control posee diversas ventajas:

- Los productos químicos como herbicidas son aplicados a malezas que son dañinas y representan peligro para las plantas agrícolas.
- La aplicación de estos productos previo al rebrote de las malezas, brindando así un control de crecimiento de estas plantas que compiten con los cultivos en el inicio del establecimiento de los cultivos agrícolas, facilitando así el adecuado desarrollo de los cultivos.
- Usualmente las técnicas de limpieza y arranque de hierbas malas, también lastiman el sistema radicular de las plantas agrícolas, es así que el uso de productos como herbicidas ayudan a evitar estas técnicas de control.
- Algunas veces es usado las aplicaciones de herbicidas en conjunto de cultivos de césped para limitar el desarrollo de malezas, cuando se busca obtener plantas frutales o cultivos agrícolas permanentes.

B) Herbicidas

Este producto de componente químico, se encargan de limitar u obstruir el desarrollo de alguna vegetal indeseable. Es así que, estos productos son requeridos a gran

medida en los cultivos agrícolas o zonas urbanas donde se busque eliminar malezas; el herbicida al emplearse de la manera correcta se propone como la técnica más adecuada para el control de malas hierbas con bajo precio de operación (Peterson et al., 2001; citados por Rosales y Esqueda, s/d). sin embargo, si no se usan estos productos responsablemente puede ocasionar deterioros a los cultivos agrícolas, personas que interactúan con el herbicida o contaminación al suelo, agua y aire.

Los agroquímicos, como los herbicidas fueron empleados desde los años 1940 como un método eficiente para el control de malas hierbas, volviéndose a través del tiempo mucho más completos, pudiendo ser más amplios en el espectro de atacar las malas hierbas, mejor permanencia en las plantas indeseables, y selección de plantas.

Baumann et al. (1998); citados por Rosales y Esqueda (s/d) indican que en los MIM (manejo integrado de malezas) la aplicación de los productos químicos como los herbicidas son sin embargo el mecanismo menos comprendido, pese a que este tipo de productos son utilizados ampliamente en los cultivos.

C) Toxicidad de los herbicidas

Se entiende por toxicidad a la capacidad que tiene una sustancia de producir efectos deletéreos en un organismo vivo. Existen distintos criterios de clasificación toxicológica y etiquetado de productos fitosanitarios, que a su vez responden a distintos sistemas regulatorios (Pina, 2012).

A pesar de que los plaguicidas se desarrollan a través de un proceso regulatorio estricto, con el fin de minimizar el impacto en la salud humana y el ambiente, se ha incrementado la preocupación respecto a los riesgos asociados a la salud. En especial de aquellos resultantes de la exposición ocupacional, en la que son los principales afectados los trabajadores agrícolas, los trabajadores de la industria química y toda persona que mezcla, carga, transporta y aplica plaguicidas formulados (Damalas y Eleftherohorinos, 2011). El nivel de exposición y el riesgo de intoxicación aguda en estos grupos son mayores, debido al contacto continuo y estrecho con los productos químicos (Ramírez y Lacasaña, 2001).

D) Glifosato

El glifosato es uno de los herbicidas más comúnmente utilizados en el mundo. Actúa inhibiendo la síntesis de aminoácidos aromáticos.

Originalmente fue utilizado en agricultura extensiva (en particular en soja y maíz), aunque en la actualidad se usa en diferentes tipos de cultivos, incluidas las forestaciones y los cultivos perennes leñosos.

En muchos países se ha difundido su utilización en el cultivo de cítricos y olivares con el objeto de controlar malezas y aumentar la productividad de los cultivos (Rosales y Esqueda, s/d).

a) Composición

El glifosato es un organofosfonato (sal de un ácido fosfónico), altamente soluble en agua y prácticamente insoluble en solventes orgánicos.

Su fórmula química es $C_5H_6N_3O_5P$.

Su denominación química es: Sal Isopropilamina de N-fosfometil-glicina.

Su ingrediente activo es: Glifosato.

Grupo químico: Fosfonatos o derivados de glicina.

El glifosato es un herbicida sistémico que actúa en post-emergencia, no selectivo, de amplio espectro, usado para matar plantas no deseadas como pastos anuales y perennes, hierbas de hoja ancha y especies leñosas.

El glifosato mismo es un ácido, pero es comúnmente usado en forma de sales, más comúnmente la sal isopropilamina de glifosato, o sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina. Su nombre comercial más conocido es el Roundup. En muchos países de Latinoamérica, además de su uso como herbicida en la agricultura, se usa también como desecante de granos y por vía aérea como madurante en la caña de azúcar y en los programas de erradicación de cultivos ilícitos, erradicando simultáneamente cultivos alimenticios y especies silvestres, sin que se hayan estudiado los verdaderos impactos de su utilización sobre la salud de las personas y el medio ambiente (Rosales y Esqueda, s/d).

b) Nombres comerciales

En Perú y Colombia el glifosato está registrado por Monsanto bajo los nombres comerciales de Roundup, Rocket, Rocky, Faena, Patrol, Squadron, Ranger y Fuede.

Pero también otras empresas agroquímicas tienen registradas formulaciones comerciales con base en el mismo ingrediente activo, bajo los nombres de: Batalla (Bayer); Glyfoagri (Disagri); Socar (Agrevo); Crossout, Candela y Glyfosan (Agroser); Glifonox (Crystal); Glifosol (Coljap); Stelar (Dow); Panzer (Invequímica); Glyphogan, Eraser (Magan); Faena (Proficol); Regio (Quimor); Sunup (Sundat); Glifosato Agrogen (Agroquímicos del Cauca) y Tunda (Fertilizantes cafeteros).

c) **Modo de acción**

La acción herbicida del glifosato probablemente se debe a la inhibición de la biosíntesis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptofano), usados en la síntesis de proteínas y que son esenciales para el crecimiento y sobrevivencia de la mayoría de las plantas.

El glifosato inhibe la enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintasa, importante en la síntesis de aminoácidos aromáticos; también puede inhibir o reprimir la acción de otras dos enzimas involucradas en otros pasos de la síntesis de los mismos aminoácidos, la clorismato mutasa y prefrenato hidratasa. Todas estas enzimas forman parte de la vía del ácido chiquímico, presente en plantas superiores y microorganismos, pero no en animales.

El glifosato puede afectar también otras enzimas no relacionadas con la vía del ácido chiquímico. En caña de azúcar reduce la actividad de una de las enzimas involucradas en el metabolismo del azúcar, el ácido invertasa. Esta reducción parece estar mediada por auxinas, hormonas de las plantas.

El glifosato también afecta sistemas enzimáticos en animales y humanos. En ratas, cuando se les inyectó en el abdomen en un estudio, disminuyó la actividad de dos enzimas detoxificantes, el citocromo P-450 y una monooxigenasa; también disminuyó la actividad intestinal de otra enzima detoxificante, la aril hidrocarbano hidroxilasa (Rosales y Esqueda, s/d).

2.1.5.2. Control físico mecánico

A) Desbrozadora

Las desbrozadoras están provistas de E-Tecnología, esto es una innovación que da una revolución alta combinada con las más bajas emisiones de CO₂ (Rueda, 2001).

B) Uso de implementos manuales

El uso de estas herramientas es mayor en los trópicos y subtropicos y en muchos casos es la única práctica del agricultor para controlar malezas. Son muy efectivos, pero requieren de mucho tiempo y esfuerzo, ya que generalmente se debe repetir la práctica durante el ciclo de cultivo. Además, el control se dificulta con malezas de tipo leñosas o con aquellas que tienen un sistema radical profundo y muy extendido (Mero, 1997; citado por Rueda, 2001). La herramienta más usada en nuestro país para esta labor de control es el machete.

FAO (2006) Indica que mientras que en los países desarrollados el manejo de malezas se realiza a través del uso de herbicidas y de maquinaria, en los países pobres o en desarrollo, sobre todo al nivel de la pequeña finca, el agricultor y su familia deben consumir más de un 40% de su tiempo laboral en operaciones de desyerbe manual. Esta situación limita la productividad del agricultor y el propio desarrollo socio- económico de su familia

2.2. Estado del arte

El destino de un plaguicida en el ambiente edáfico está gobernado por los procesos de retención, transporte, degradación y la interacción entre ellos. Estos procesos son en parte, responsables de la disminución de la cantidad original aplicada de plaguicida. La predominancia de un proceso sobre otro va a depender de las propiedades físicoquímicas de los plaguicidas y de las características del suelo. Una vez que ingresa al ambiente edáfico, el plaguicida se reparte entre las fases líquida, sólida y gaseosa (Aparicio et al., 2015).

Aunque el suelo agrícola es el receptor inicial de los plaguicidas aplicados en el ambiente, los cuerpos de agua adyacentes a las áreas agrícolas suelen ser el receptor final (Damalas y Eleftherohorinos, 2011).

El transporte de plaguicidas a través del agua puede ocurrir por escorrentía, por infiltración y por deposición húmeda, en donde el contaminante que está en el aire es captado por las gotas de lluvia o forma parte de los núcleos de condensación. Los plaguicidas pueden de esta forma encontrarse en acequias, redes de drenaje, canales de riego, desagües pluviales, ríos y aguas subterráneas (Gravilescu, 2005).

Todos los plaguicidas, independientemente del medio en el cual se apliquen, pueden ser potencialmente transportados por el aire. La emisión de plaguicidas a la atmósfera

ocurre desde la canopia de la planta y desde la superficie del suelo. Influyen en este proceso la presión de vapor atmosférica, el calor de vaporización del plaguicida, los flujos de aire y el método de aplicación del plaguicida (Gravilescu, 2005).

Una vez en el aire, pueden ser transportados grandes distancias, ya sea que estén en sus formas volátiles, adheridos a pequeñas partículas de suelo o a la superficie de las hojas en las que fueron aplicados. Al disminuir la velocidad del aire, ocurre la deposición seca del plaguicida por acción de la gravedad. Sin embargo, muchas moléculas y pequeñas partículas permanecen en la atmósfera aun cuando el aire está relativamente quieto y suelen ser removidos cuando llueve por deposición húmeda (Gravilescu, 2005).

Ortiz (2009) en su investigación de aplicación de NPK en el crecimiento inicial de plántones de *Guazuma crinita*, encontró que las plantas con edades de 120 días y con la mayor dosis de NPK (T₄ – 120, 180, 120 NPK) llegan a tener alturas de 27,18 cm y diámetros de cuello de 5,19 mm. Al respecto Quevedo (1994) al fertilizar con dosis de humus (2 kg/planta) las plantas de *Guazuma crinita*, reportó alturas máximas de 95,1 cm a 150 días de establecida la plantación.

Cabrera (2014) en su investigación de la *Guazuma crinita* a diferentes densidades de plantación, encontró que, en la densidad de siembra de 625 plantas por hectárea, las plantas con edad de 12 meses (366 días) registraron alturas de 3,73 metros y diámetros de 5,96 cm, las plantas con 18 meses registraron alturas de 7,72 metros y diámetros de 8,69 cm, y las plantas con 24 meses registraron alturas de 11,00 metros y diámetros de 12,04 cm. Asimismo Brack (1999) indica que la especie de *Guazuma crinita* reporta crecimiento de más de 3 metros de altura por año.

Por su parte Villalva (2011) indica que a 11 meses (334 días) de establecida una plantación de *Guazuma crinita* en la Comunidad Nativa Puerto Ocopa, de la provincia de Satipo, se registró supervivencias de 88 %, 95 % y 59 %, con un valor promedio de 81 %. Al respecto Bockor (1983) muestra el porcentaje de supervivencia es menor a 61% en la especie de *Schizolobium amazonicum* (pino chuncho) y 44 % en plantas de *Bixa platicarpa* (achiote) las cuales poseían 14 meses de sembrados en San Ramon-Chanchamayo; supervivencia de 60 % en la especie de *Amburana cearensis* y 41 % en plantas de *Swietenia macrophylla* (caoba) a 21 meses de establecido en Pichanaki; todos estos datos fueron registrados en plantaciones que se establecieron a campo abierto, con medidas de 3m x 3m.

Guevara (2011) en su investigación determino la efectividad de dos técnicas de cultivo mecanizado (chapeo) en una plantación forestal de *Acacia mangium*, para lo cual evaluó el tiempo y movimiento, para poder calcular el rendimiento y gastos incurridos en las dos técnicas evaluadas. Se calcularon que los rendimientos fueron mayores al 55 %, de la cual la técnica de control de malezas con tractor agrícola fue el más efectivo, con rendimiento del 73%; asimismo esta técnica registro mayor productividad (4,98 hectáreas por jornal), superior a lo registrado por la técnica de control de malezas con motoguadaña, la cual registró 1,15 hectáreas por jornal. La técnica de control con motoguadaña fue la más económica si se consideran gastos por hora y/o jornal, sin embargo, si se consideran costos por hectárea, la técnica de control de maleza con tractor agrícola es la más económica debido a que es la técnica que mejor rendimiento de trabajo registra.

Villalba et al. (2010) ejecutaron una investigación para determinar el mejor control de malezas de forma manual y empleándose herbicidas en una plantación en fase inicial de *Eucalytus spp.* En el país de Uruguay, se registra que, se aplica herbicidas preemergentes para el control de malas hierbas, siendo necesario en esta técnica un manejo adicional del suelo para la aplicación de estos productos químicos, aumentando así los gastos de producción. En la presente investigación se evaluó el efecto del laboreo en fila y el efecto del uso de herbicidas preemergentes para el control de malezas y su efecto sobre el desarrollo en las plantas de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus*. Concluyendo que la técnica de control de malas hierbas de laboreo, reduce el desarrollo inicial de malas hierbas, a diferencia de la aplicación del herbicida pre-emergente, la cual no mostro efecto sobre el control de la cobertura de las malezas.

CATIE (1996) en la investigación de manejo de plantaciones forestales en Costa Rica, indica que, en promedio al primer año de plantación aplicando el deshierbe mecanico y químico se emplean 9,2 jornales/ha, al segundo año empleándose igualmente el deshierbe mecanico y químico se utilizan 10.3 jornales/ha, al tercer año aplicándose el deshierbe mecanico y químico se utilizan 9,3 jornales/ha, al cuarto año solo con deshierbe mecánico se emplearon 7,8 jornales jornales/ha, y al quinto año también solo con deshierbe mecánico se registró 6,0 jornales/ha. Siendo así en promedio 6,9 jornales/ha para el deshierbe manual y 2,7 jornales/ha en promedio para el deshierbe químico.

Sánchez y Gamboa (2004) realizaron una investigación en *Coffea arabica*, en una plantación establecida hace 6 meses, cuyo objetivo fue evaluar la aplicación de herbicidas en

este cultivo agrícola. Se plantearon dos tratamientos: oxyfluorfen 960 g de ingrediente activo por hectárea y napropamida 2000 g de ingrediente activo por hectárea, las cuales fueron mezclados en 880 litros de agua, asimismo se consideró tratamientos testigos (control de maleza con machete y azadón). El diseño empleado fue completamente al azar, con cinco repeticiones y 15 plantas de café que conformaron una unidad experimental. Ambos autores concluyeron que la aplicación de productos químicos (herbicidas) no generan perjuicios a las plantas cultivadas ni tampoco dañan el desarrollo de estos. Asimismo, se concluye que el tratamiento compuesto por oxyfluorfen 960 g i.a./ha permite disponer que el cultivo de café se mantenga libre de malezas por un periodo de 90 días, frente al periodo de 50 días que brinda el control de malezas con los métodos tradicionales.

Rueda (2001) investigo la aplicación de cuatro tratamientos para obtener el mejor control de malas hierbas, menores gastos de control de malezas, especies más resistentes a la aplicación de herbicidas y su toxicidad sobre las plantas. Para lo cual se emplearon tratamientos físico-mecánicos y químicos. Los tratamientos químicos fueron: herbicida glifosato con dosis de 59,4, 29,9 y 11,2 g de ingrediente activo por litro y el tratamiento mecanico compuesto por la motoguadaña, siendo este tratamiento el testigo. En la región de Florencia el tratamiento químico con 59.4 g de ingrediente activo por litro, fue el que mayor significancia estadística presentó. En la región de San Nicolás no se registró significancia estadística por la aplicación de tratamientos químicos, asimismo en la región de El Burro no se registró significativa estadística entre los tratamientos. La aplicación del control mecanico con motoguadaña, registra resultados con significancia estadística frente a los otros tratamientos. El gasto más reducido por hectárea se registró con el tratamiento con 29,9 g de ingrediente activo por litro. En la variable de fitotoxicidad, las plantas registradas no representan significancia estadística en ninguno de los lugares donde se ejecutó la investigación.

CONAFOR (2011) en la investigación de costos de establecimiento de plantaciones forestales comerciales, pone a conocimiento que los costos incurridos en estas actividades forestales en la moneda local mexicana (Peso mexicano: \$), siendo que: en la actividad de establecer 1 hectárea de una plantación forestal con un distribución de 1100 plantas/hectárea, se incurre en unos \$7471,00 pesos mexicanos (equivalente a S/1151,74 soles), en el deshierbe químico, aplicándose herbicida glifosato, se incurre en unos \$710,00 pesos mexicanos por hectárea (equivalente a S/109,45 soles) y en el deshierbe mecanico o chapeo se incurrió en un gasto de \$900,00 pesos mexicanos (equivalente a S/138,74 soles). Asimismo, menciona que una plantación de pino al sur del estado de Veracruz se llegó a incurrir en \$600,00

en la tarea de deshierbe químico (equivalente a S/92,50 soles); asimismo recomienda que el deshierbe químico sea ejecutado con una frecuencia de una o dos veces al año.

CONAF (2013) en la guía de buenas prácticas para plantaciones forestales establece que el control químico debe de realizarse de forma selectiva y localizada, siempre considerando el enfoque ambiental y asimismo el enfoque económico, optándose por estrategias de manejo integrados, asimismo realizar evaluaciones sobre la situación y evolución de las malezas para este modo tomar la mejor opción o alternativa de control (mecánico y/o químico).

CATIE (1996) en la investigación de gastos en la implementación y manejo de plantaciones forestales en Costa Rica, establece que en costos de deshierbe (también llamado chapeo) expresados en la moneda local “colones/ha” al junio de 1996, siendo esta información representativa de muchas plantaciones forestales, indica que, en promedio al primer año de plantación empleándose el deshierbe mecánico y químico se tiene un costo de ₡16 833,00 colones (equivalente a S/ 101,84 soles), al segundo año empleándose igualmente el deshierbe mecánico y químico se tuvo un costo de ₡20 813,00 colones (equivalente a S/ 125,88 soles), al tercer año aplicándose el deshierbe mecánico y químico se tuvo un costo de ₡14 336,00 colones (equivalente a S/ 86,71 soles), al cuarto año solo con deshierbe mecánico se tiene un costo de ₡9578,00 colones (equivalente a S/57,93 soles), y al quinto año también solo con deshierbe mecánico se tuvo un costo de ₡7368,00 colones (equivalente a S/44,56 soles). Siendo así en promedio ₡8473,00 colones (equivalente a S/50,85 soles) para el deshierbe manual y ₡ 8854,00 colones (equivalente a S/53,14 soles) en promedio para el deshierbe químico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

La investigación se ejecutó en los terrenos del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, distrito de Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado, Región Huánuco; dicha área presenta bosques secundarios con suelos aluviales, ubicados al margen izquierdo de la carretera Tingo María – Aucayacu.

3.1.2. Ubicación geográfica

De acuerdo a las regiones naturales del Perú, según Javier Pulgar Vidal, la zona de Tulumayo pertenece a la Selva Alta o Rupa Rupa. Geográficamente la presente investigación se localizó en las coordenadas UTM: Este: 386 176 y Norte: 8 990 430.

3.1.3. Zona de vida

de acuerdo a HOLDRIDGE (1987) la zona ecológica de acorde a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático, le corresponde al bosque muy Húmedo – Pre montano Tropical (bmh. PT).

3.1.4. Clima

El clima característico es el tropical, con temperaturas medias anuales que oscilan alrededor de los 24 °C, llegando hasta los 31°C en los meses de agosto y 18 °C aproximadamente en los meses de lluvia.

3.1.5. Descripción del terreno

Tiene un suelo en el que predomina el tipo franco arcilloso, además existen suelos no aptos para la agricultura ya que contienen calcio, magnesio, la deficiencia de nitrógeno en los suelos es considerable. El suelo permanentemente saturado de agua es plano y rico en materia orgánica. Las condiciones para el crecimiento de la especie forestal *Guazuma crinita* son favorables debido a que se encuentran árboles indicadores por regeneración natural y en algunas áreas establecidos anteriormente.

El terreno presenta condiciones óptimas para el crecimiento de malezas, estas al dominar la cobertura del suelo impiden el desarrollo de plantas de interés como las agrícolas y forestales. Principalmente en el área de estudio se encuentran las especies de maleza llamadas: cortadera, nudillo, falso pasto y maicillo.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

3.2.1.1. Material biológico

- Plantones de *Guazuma crinita*

3.2.1.2. Herramientas, equipos e insumos

- Poceadora
- Carretilla
- Pala
- Mochila fumigadora
- Machete
- Vernier mecanico
- Wincha
- Cinta métrica
- Balanza analítica
- GPS
- Libreta de campo
- Herbicida glifosato

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Tipo y nivel de investigación

A) Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada; porque se recurrió a la ciencia de la biológicas y “económicas” para estudiar los rendimientos y costos del manejo de malezas y el crecimiento de plantones de *Guazuma crinita*.

B) Nivel de investigación

El nivel de investigación fue experimental; porque se la influencia del control químico y mecánico sobre los rendimientos, costos, prendimiento y crecimientos en el establecimiento de una plantación de *Guazuma crinita*.

C) Tipo de diseño de investigación

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con 2 tratamientos de control de maleza con herbicida y un tratamiento de control de maleza por laboreo, con 4 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales

D) Técnicas estadísticas

Para los datos de las variables con una distribución normal, se utilizó el Análisis de varianza al 5% de nivel de significancia entre tratamientos y comparación de los promedios se usó la prueba de comparación de medias Duncan al 5 %. Sin embargo, para los datos de las variables que no seguían una distribución normal se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis y la comparación múltiple de medias al 5 % de significancia.

3.2.2.2. Población y muestra

Estuvo compuesta por todos los rendimientos y costos de las faenas de control de malezas de 192 plántones de *Guazuma crinita* de 3 meses de edad después de su germinación provenientes del Vivero Agroforestal “Sembrando futuro” del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD), las que fueron plantadas en un área de 3 072 m² (terreno rectangular de 32m x 96 m sin considerar calles ni bordes) en el terreno del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, a un distanciamiento de 4 m x 4 m, y evaluadas durante un periodo de 06 meses.

3.2.2.3. Diseño experimental

A) Tratamientos en estudio

Para el diseño experimental se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 192 plantas de *Guazuma crinita*, las que estuvieron distribuidas en tres tratamientos

y cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por todos los rendimientos y costos de las faenas de control de malezas de cada repetición (constituida por 16 plantas de *Guazuma crinita*) instaladas en el terreno antes mencionado.

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta tres tratamientos.

Tabla 3. Tratamientos en estudio

Código	Tratamiento	Dosis (kg.ha ⁻¹)	Frecuencia
T ₁	Control de maleza con herbicida	1 kg.ha ⁻¹	Cada 2 meses
T ₂	Control de maleza con herbicida	1,5 kg.ha ⁻¹	Cada 2 meses
T ₃	Control de maleza por laboreo	0	Cada 2 meses

Herbicida Erraser 757 que vienen en presentación de gránulos para diluir en agua.

El experimento está distribuido de la siguiente manera:

Tratamientos : 03

Repeticiones : 04

Plantas por repetición : 16

Unidad experimental/tratamiento : 04

Total de unidades experimentales : 12

B) Contrastación estadística

Para la contrastación estadística de las hipótesis se plantearán: una nula y la otra alterna para los tres tratamientos aplicados en la experimentación:

$$H_0: \mu_{T0} = \mu_{T1} = \mu_{T2} = \mu_{T3} = \mu_{T4}$$

$$H_a: \mu_{T0} \neq \mu_{T1} \neq \mu_{T2} \neq \mu_{T3} \neq \mu_{T4} \quad ; \text{ o al menos uno es diferente}$$

H₀: Los rendimientos y costos del control de maleza químico y mecánico serán iguales en plantaciones de *Guazuma crinita* Tingo María.

Ha: Los rendimientos y costos del control de maleza químico y mecánico no serán iguales en plantaciones de *Guazuma crinita* Tingo María.

Si $p < 0,05$ se rechaza H_0 y se acepta la H_a .

Los datos de las variables evaluadas (rendimientos, costos, prendimiento, altura y diámetro) fueron sometidos a la prueba de normalidad “Shapiro-Wilks modificado” para determinar si estos tenían una distribución normal.

Para los datos de las variables con una distribución normal, se utilizó el Análisis de varianza al 5% de nivel de significancia entre tratamientos, en caso de existir diferencia estadística ($p < 0,05$) para la comparación de los promedios de los tratamientos, se usó la prueba de comparación de medias Duncan al 5 % de nivel de significancia.

Sin embargo, para los datos de las variables que no seguían una distribución normal se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, en caso de existir diferencia estadística ($p < 0,05$) se realizó la comparación múltiple de medias al 5 % de significancia para determinar el mejor tratamiento.

3.2.2.4. Desarrollo de la investigación

A) Preparativos previos a la instalación de la plantación

En el vivero agroforestal del CIPTALD “Sembrando Futuro”, se preparó un área de almacigo para el sembrado de semillas la especie *Guazuma crinita* a la cual se le acondicionó un tinglado de malla raschel a 1,8 metros de altura, las semillas se obtuvieron por compra a la empresa GEMULA EIRL. Las semillas fueron sembradas en la cama de cría, posteriormente a su germinación las plántulas fueron regadas, deshierbadas y desinfectadas con un fungicida hasta que crezca a un tamaño óptimo para el trasplante a campo definitivo, la cual se logró a los tres meses de germinado.

B) Instalación de la plantación

La parcela experimental estuvo constituida por un área total de 3 672 m² (36 m x 102 m), de las cuales el área neta fue de 3 072 m² (32 m x 96 m), la parcela fue preparada con una limpieza general del área, donde se utilizó machete para cortar la vegetación existente. Después de la limpieza se delimitó el área para proceder al alineado, en el que se

empleó jalones de 1,00 m de altura. La densidad de plantación fue en base a 625 plantas por hectárea, sembradas a distanciamiento de 4 m x 4 m, método cuadrado.

Se utilizaron plántones con tres meses de edad producidos en el vivero agroforestal “Sembrando Futuro”, se escogieron los plántones más homogéneos posibles considerando las cualidades de la altura total y diámetro a nivel del cuello del plánton. Se realizaron hoyos con dimensiones entre 15 cm de diámetro y 25 cm de profundidad en donde se colocaron los plántones tapándolos hasta el nivel del cuello de la misma y apisonándolo levemente a los costados del pan de tierra.

C) Control químico y físico-mecánico de malezas

El control químico y físico-mecánico se realizaron cada dos meses, por un periodo de 6 meses; el control químico se realizó con la aplicación de herbicida con una mochila fumigadora a dosis de 1 kg/ha (T₁) y 1,5 kg/ha (T₂); mientras que el control físico-mecánico se realizó por laboreo (T₃), cultivando con machete.

D) Evaluación de rendimientos y costos

Los rendimientos y costos se realizaron a la par de la aplicación de los tratamientos de control químico y físico-mecánico, registrando los tiempos necesarios para realizar cada labor, así como también se anotó todos los gastos incurridos por cada actividad.

3.2.2.5. Variables evaluadas

A) Tiempos y jornales

Se utilizó el método de tiempos y movimientos, que consistió en la observación directa en el campo de todos los movimientos que realizó el trabajador y se anotó con cronómetro en mano, los tiempos que se requirieron para realizar cada labor referente al control de malezas. También se aplicó el segundo método que requiere solamente dos observaciones por jornada, una al inicio y otra al final, registrándose la cantidad total producida por jornal y el número de trabajadores que participaron en la actividad (Gómez y Reiche, 1996).

B) Costos

Para determinar los costos totales de control con herbicida y por laboreo de malezas en una plantación de *Guazuma crinita* se asignó un valor (S/) de cada actividad

realizada (Gómez y Reiche, 1996), para lo cual se consultó los precios actuales sobre el pago de un jornal a los pobladores de la zona donde se realizó la investigación, el costo de insumos y materiales se obtuvo de los locales comerciales que se encuentren en la ciudad de Tingo María, la más cercana a la parcela experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimientos en el control de malezas

Posteriormente a los 120 días de evaluación se encuentran diferencias estadísticas entre los tratamientos de control químico y mecánico (T₁, T₂ y T₃), donde se observó que mejores rendimientos se encuentran con los tratamientos químicos, siendo el T₂ el mejor tratamiento el que mayor rendimiento obtuvo a los 180 días.

Al realizar la prueba de normalidad de los datos de la variable rendimiento (jornal/ha) evaluados a 60, 120 y 180 días con la prueba estadística de “Shapiro-Wilks modificado” a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Donde se observa que el “valor p” es menor a 0,0001, lo que nos permite concluir que los datos no siguen una distribución normal.

Debido a que los datos no siguen una distribución normal se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis para los datos de la variable rendimiento, donde el Tabla 05 muestra el resumen de esta prueba, encontrándose significancia estadística entre los tratamientos en las tres evaluaciones realizadas (60, 120 y 180 días).

Tabla 4. Resumen de prueba Kruskal Wallis de la variable rendimiento (jornal/ha).

1° evaluación		2° evaluación		3° evaluación	
H	p-valor	H	p-valor	H	p-valor
7,385	0,0139*	7,471	0,0100*	9,269	0,0005*

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$.

En la Tabla 05 se presenta la comparación de las medias entre los tratamientos de rendimientos (jornal/ha) con control mecánico y químico de malezas, encontrándose diferencias entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento el T₂, con dosis de 1,5 kg de herbicida por hectárea, el que menor media de rendimiento registro a 120 y 180 días (0,845 y 0,750 jornal/ha), caso contrario, con el tratamiento T₃, control de maleza por laboreo, el cual obtuvo mayores rendimientos a 60, 120 y 180 días (3,713, 2,930 y 2,728 jornales/ha). Asimismo, en la Figura 01 se observa que los rendimientos tienden a disminuir en las evaluaciones.

Menor rendimiento en el control de malezas se encontró con el tratamiento T₂, con dosis de 1,5 L/ha, dado que al emplear mayor concentración del herbicida se reflejó en la menor incidencia de malezas, permitiendo así emplear menores tiempos de control químico en la segunda y tercera evaluación (120 y 180 días).

Similar resultado obtuvo Sánchez y Gamboa (2004) quienes al aplicar un tratamiento químico frente a controles tradicionales (machete y escardilla), encuentra que el tratamiento químico permite mantener libre el cultivo (libre de malezas) por 90 días, en comparación con los 50 días en los controles tradicionales.

Tabla 5. Resumen de comparación múltiple de medias de la variable rendimiento (jornal/ha).

Trat	1° evaluación		2° evaluación		3° evaluación	
	Media	Sig.	Media	Sig.	Media	Sig.
T ₁	1,053	a	0,858	a	0,805	ab
T ₂	1,058	a	0,845	a	0,750	a
T ₃	3,713	b	2,930	b	2,728	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0,05$).

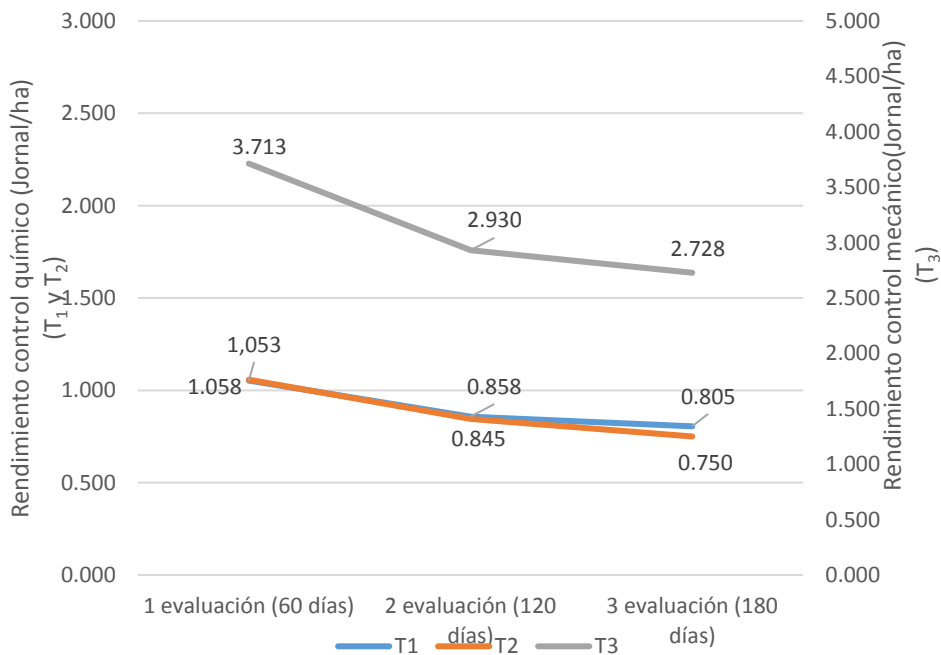


Figura 1. Rendimientos (jornal/ha) de control químico y mecánico en tres evaluaciones.

De igual manera RUEDA (2001) al probar tres tratamientos químicos y uno mecánico, encontró que el tratamiento químico con mayor dosis de herbicida/litro (59,4 de

i.a/litro) resulta en mejor control y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos; asimismo menciona que las plantas a las que se les aplicó el herbicida glifosato no fueron estadísticamente significativas en fitotoxicidad.

En la presente investigación se encontró que el tratamiento de control mecánico registra mayores valores de rendimiento frente a los tratamientos de control químico. Resultados similares registró CATIE (1996) quien indica que, en promedio al primer año de la plantación forestal, al aplicar el deshierbe mecánico y químico se emplean 9,2 jornales/hectárea, al segundo año empleándose igualmente el deshierbe mecánico y químico se utilizan 10,3 jornales/hectárea, al tercer año aplicándose el deshierbe mecánico y químico se utilizan 9,3 jornales/hectárea, al cuarto año solo con deshierbe mecánico se emplearon 7,8 jornales/hectárea, y al quinto año también solo con deshierbe mecánico se registró 6,0 jornales/hectárea. Siendo así en promedio 6,9 jornales/hectárea para el deshierbe manual y 2,7 jornales/hectárea en promedio para el deshierbe químico.

Al respecto FAO (2006) indica que en los países desarrollados el control de malezas se realiza a través del uso combinado de herbicidas y de maquinaria; mientras que en los países pobres o en desarrollo, sobre todo al nivel de la pequeña finca, el agricultor y su familia deben consumir más de un 40% de su tiempo laboral en operaciones de desyerbe manual. Esta situación limita la productividad del agricultor y el propio desarrollo socio-económico de su familia. Siendo así que los valores de rendimiento por control manual con la herramienta “machete” sean menores que los obtenidos en el control químico de las malezas.

Igualmente, Guevara (2011) registra que, al realizar el deshierbe mecanizado con tractor agrícola y motoguadaña, el deshierbe con tractor agrícola presenta mayor productividad, con 0,20 jornales/hectárea; mientras que con el deshierbe con la motosierra empleo 0,87 jornales/hectárea. Reflejando así que al emplear una herramienta mecanizada más efectiva reduce la cantidad de jornales/hectárea, es así que al emplear el deshierbe mecanizado con la herramienta “machete” sea el menos efectivo, ya que produce menor rendimiento con mayores jornales/hectárea.

4.2. Costos en el control de malezas

Al emplear el control de maleza químicas y mecánicas, se obtiene que el control mecánico emplea mayores costos por hectárea, más aún en las primeras evaluaciones, registrando S/ 165,15 por hectárea a 60 días de haberse registrado la plantación, y de S/ 135,51

por hectárea a 180 días. Caso contrario con el control químico (T₁ y T₂), las cuales registraron menores costos, siendo S/ 146,33 y S/ 165,15 por hectárea a 60 días, y S/ 119,01 y S/ 130,38 por hectáreas a 180 días de establecerse la plantación.

Al realizar la prueba de normalidad de los datos de la variable costos (S/.) evaluados a 60, 120 y 180 días con la prueba estadística de “Shapiro-Wilks modificado” a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Donde se observa que los “valores p” son superiores a 0,05, lo que nos permite concluir que los datos siguen una distribución normal, pudiéndoseles aplicar el análisis de varianza.

La Tabla 6 muestra el resumen del análisis de varianza (ANVA) para los datos de la variable costos, encontrándose significancia estadística entre los tratamientos en la primera y tercera evaluación realizada (60 y 180 días). Caso contrario en la segunda evaluación donde no existe significancia estadística.

Menor costos en el control de malezas se encontró con el tratamiento T₁, con dosis de 1 L/ha, dado que al emplear menor dosificación del herbicida se refleja en el menor costo por hectárea para el control de malezas, permitiendo así emplear menores tiempos de control químico en la segunda y tercera evaluación (120 y 180 días).

Similar resultado encontró Rueda (2001), quien al probar 3 dosis de herbicida glifosato (11,2 g de i.a./litro, 29,9 g de i.a./litro y 59,4g de i.a./litro), encontró que el tratamiento con dosis media de 29,9 g de i.a./litro resulto con los costos más bajos de control de malezas por hectárea, asimismo con esta dosis de herbicida las toxicidades en las plantas no fueron estadísticamente significativo.

Tabla 6. Resumen del análisis de varianza de la variable costos (S/).

FV	1° evaluación		2° evaluación		3° evaluación	
	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor
Tratamiento	4,47	0,0448*	3,21	0,0885 ^{ns}	5,86	0,0235*
CV (%)	7,32		8,32		5,00	

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$; ns: no significativo.

La aplicación de tratamientos químicos para el deshierbe de malezas (T₁ y T₂) incurren en generar menores costo por hectárea en comparación con el control mecánico de las

malezas. Esto coincide con lo encontrado por CONAFOR (2011) quien indica que, al aplicar el herbicida glifosato como control químico de malezas, se incurren en un gasto de \$710,00 pesos mexicanos por hectárea (equivalente a S/109,45 soles) y en el deshierbe mecánico o chapeo se incurrió en un gasto de \$900,00 pesos mexicanos (equivalente a S/138,74 soles); Asimismo, menciona que una plantación de pino al sur del estado de Veracruz se llegó a incurrir en \$600,00 pesos mexicanos en la tarea de deshierbe químico (equivalente a S/92,50 soles). Siendo estos valores muy similares a los encontrados en la presente investigación.

En la Tabla 7 se presenta la comparación de las medias entre los tratamientos de costos (S/) con control mecánico y químico de malezas, encontrándose diferencias entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento el T₁, con dosis de 1 kg de herbicida por hectárea, el que menor media de costos registro a 60, 120 y 180 días (S/ 115,80, S/ 96,76 y S/ 88,50), caso contrario, con el tratamiento T₂, con mayores dosis de herbicida por hectárea, con el cual se obtuvo mayores costos a 60, 120 y 180 días (S/ 134,65, S/ 112,08 y S/ 99,86). Asimismo, en la Figura 01 se observa que los costos de control mecánico y químico tienden a disminuir en las evaluaciones.

Tabla 7. Resumen de test Duncan de medias de la variable costos (S/).

Trat	1° evaluación		2° evaluación		3° evaluación	
	Media	Sig.	Media	Sig.	Media	Sig.
T ₁	115,80	a	96,76	a	88,50	a
T ₂	134,65	b	112,08	a	99,86	b
T ₃	129,95	ab	102,53	a	95,51	ab

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p < 0,05$).

Por otro lado, valores mucho más inferiores encontró CATIE (1996) en su investigación de costos en el manejo de plantaciones forestales, quien indica que en promedio al primer año de plantación empleándose el deshierbe mecánico y químico se tiene un costo de ₡16 833 colones (equivalente a S/ 101,84 soles), al segundo año empleándose igualmente el deshierbe mecánico y químico se tuvo un costo de ₡20 813 colones (equivalente a S/ 125,88 soles), al tercer año aplicándose el deshierbe mecánico y químico se tuvo un costo de ₡14 336 colones (equivalente a S/ 86,71 soles), al cuarto año solo con deshierbe mecánico se tiene un costo de ₡9 578 colones (equivalente a S/57,93 soles), y al quinto año también solo con deshierbe mecánico se tuvo un costo de ₡7 368 colones (equivalente a S/44,56 soles). Siendo

así en promedio ₡8473 colones (equivalente a S/50,85 soles) para el deshierbe manual y ₡8854 colones (equivalente a S/53,14 soles) en promedio para el deshierbe químico.

El CONAF (2013) en la guía de buenas prácticas para plantaciones forestales establece que el control químico debe de realizarse de forma selectiva y localizada, siempre teniendo en cuenta el punto de vista ambiental y también económica, optándose por estrategias de manejo integrados. Dado que el tratamiento T₁ con menor dosificación del herbicida glifosato (1 L/hectárea), obtiene menores costos por hectárea, teniendo aún menor rendimiento que el T₂ (1,5 L/hectárea), esto es debido a que se incurren en más costos por el insumo aplicado, asimismo se afecta menos el medio por la aplicación del herbicida glifosato.

Concordando con CONAFOR (2011) quien recomienda que el deshierbe químico sea ejecutado con una frecuencia de una o dos veces al año.

Por otro lado, CATIE (1996) solo emplea el control químico y mecánico en conjunto para combatir las malezas en las plantaciones en los tres primeros años y solo a partir del cuarto y quinto año se emplea solo el control mecánico para las malezas.

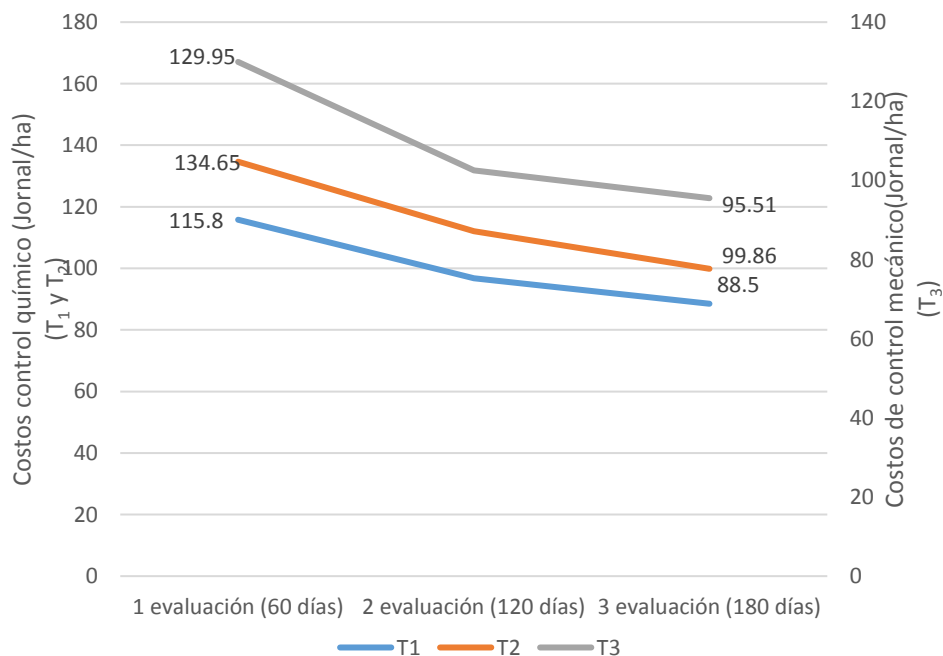


Figura 2. Costos (S/) de control químico y mecánico en tres evaluaciones.

V. CONCLUSIONES

1. Se logró determinar los mejores efectos de rendimientos, costos y crecimiento por parte de los tratamientos de control químico en la plantación de *Guazuma crinita*.
2. Menores rendimientos para el control de malezas en una plantación de *Guazuma crinita*, se logran con el tratamiento T₂, con 1,5 kg de herbicida por hectárea, obteniendo 0,750 jornales por hectárea.
3. Menor costos de control de malezas en una plantación de *Guazuma crinita*, se obtiene con el tratamiento T₁, con 1,0 kg de herbicida por hectárea, obteniendo una media de S/ 88,5 por hectárea.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Utilizar el control químico de malezas en plantaciones de *Guazuma crinita* con dosis de 1,5 kg por hectárea para obtener mejores beneficios a nivel de costos y rendimientos.
2. Utilizar mayor tiempo de evaluación con el fin de observar si se mantiene la tendencia de que la dosis de 1.5 Kg de herbicida por hectárea es el mejor resultado obtenido.
3. Para determinar la influencia y efectos de la aplicación del producto químico en el suelo, se recomienda realizar estudios antes y después de la aplicación del control químico, de las propiedades físicas y químicas del suelo.
4. Considerar en futuros estudios los efectos residuales en el medio ambiente (suelo, agua y aire) por el uso posterior de los productos químicos (herbécidas).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEFOR. (1998). Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal. Manual técnico de plantaciones forestales.
- Aparicio, V.; De Gerónimo, E.; Guijarro, K. H.; Pérez, D.; Portocarrero, R.; Vidal, C. 2015. 1° ed. Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Balcarce, Buenos Aires. Faimallá, Tucumán. Reconquista, Santa Fe. Ediciones INTA. 13.
- Backer, M., Guerra P., Sequeiras, B. (1982). Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Manual Técnico N° 14/CATIE.
- Baldoceda, A., Pinedo, V. (1991). Temas forestales (Silvicultura de la bolaina blanca).
- Bockor I. (1983). Resultados preliminares de los ensayos de especies y procedencias en campo abierto. Proyecto Peruano – Alemán INFOR/GTZ.
- Brack A. (1999). Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo.
- Cabrera, I. (2014). Comportamiento Silvicultural de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* C. Martius) a diferentes densidades a partir del segundo año de plantación. [Tesis para obtener el título de ingeniero en recursos naturales renovables, mención forestal, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Carrera, J. (2018). Determinación del rendimiento de mano de obra en el proyecto: mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego canal Tucu-Chuquián, Bolognesi – Áncash, 2017. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo].
- CATIE. (1989). Manual para determinar rendimientos y costos de faena de producción de los sistemas de árboles de uso múltiple. Proyecto cultivo de árboles de uso múltiple. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- CATIE. (1996). Costos de Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales en Costa Rica. Area de Manejo y Silvicultura de Bosques Tropicales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

- Ccorahua, E. (2016). Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial torre del sol. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Andina del Cusco].
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). (2011). Evaluación de costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales. CONAFOR y Universidad Autónoma Chapingo.
- Consuegra, J. (2010). Presupuesto de Construcción. México: Hansber.
- CORPORACION NACIONAL FORESTAL (CONAF). (2013). Guía Básica de Buenas Prácticas para Plantaciones Forestales de Pequeños y Medianos Propietarios. CONAF. Ministerio de Agricultura.
- Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Copyright Columbia University. CONABIO.
- Damalas, C. A.; Eleftherohorinos, I. 2011. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. In: International Journal of Environmental Research and Public Health. Greece. 8:1402-1419.
- Díaz, A., Patiño, F., Montero, G., Arcos, R., Morales, A., Hernández, F., Hidalgo, V., Usó, D. (2003). [Tutorial para la Asignación de Costos y Presupuestos, Universidad Nacional Autónoma de México]
- FAO. (1976). Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. Edit. FAO.
- FAO. (2001). Situación de los bosques del mundo. Italia, Roma. Recuperado el 20 de setiembre de 2019 de <http://www.fao.org/docrep/003/y0900s/y0900s00.htm>.
- FAO. (2006). Recomendaciones para el manejo de malezas. Servicio de Protección Vegetal de FAO.
- FAO. (2007). (Food and Agriculture Organization). Situación de los bosques del mundo. Italia, Roma Recuperado el 20 de setiembre de 2019 de <http://www.fao.org/icalog/inters.htm>.

- Flores, Y., INIA. (2002). Semilla de especies forestales de importancia económica en la región Ucayali. Primera edición.
- Gómez, M., Reiche, C. (1991). Costos de cultivos de árboles de uso múltiple en América central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Gómez, M., Reiche, C. (1996). Costos de establecimiento y manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Gravilescu, M. 2005. Fate of Pesticides in the Environment and Its Bioremediation. In Engineering in Life Science. 5 (6): 497-526.
- Guevara, M. (2011). Productividad y costos operacionales de la chapea mecanizada en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* en la zona norte de Costa Rica. Rev. Forestal Mesoamericana Kurú.
- Guevara, M., Murillo, O. (2009). Costos y rendimientos de ocho tipos de poda en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* Willd en la zona norte de Costa Rica. Rev. Forestal Kurú.
- Holdridge, R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. 3 ed. San José, Costa Rica, Servicio editorial IICA.
- Kolmans, E., Vásquez, D. (1999). Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Grupo de Agricultura Orgánica Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.
- Ortiz, W. (2009). Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart), en fase de vivero en la UNAS – Tingo María. [Tesis para obtener el título de ingeniero en recursos naturales renovables, mención forestal, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Pina, J. I. 2012. Clasificación Toxicológica y Etiquetado de Productos Fitosanitarios. Criterios regulatorios Locales e Internacionales. Serie de Informes Especiales ILSI Argentina. International Life Science Institute-ILSI-. 1 ed. Vol. 3. Buenos Aires. Argentina.
- Ramírez, J.A; Lacasaña, M. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch. Prevención Riesgos Laborales. Barcelona. España. 4 (2): 67-75.

- Reiche, C. (1989). Manual para determinar rendimientos y costos de faena de productos de los sistemas de árboles de uso múltiple. Cartago, CATIE.
- Rosales, E., Esqueda, V. s/d. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAP.
- Rueda, D.O. (2001). Evaluación técnica y de costo de cuatro tratamientos para el control de malezas en plantaciones de caoba del Pacífico. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo.
- Salinas, M. (2012). Costos y Presupuestos de Obra. 9na edición. Lima: editorial ICG.
- Sánchez, L., Gamboa, E. (2004). Control de malezas con herbicidas y métodos mecánicos en plantaciones jóvenes de café. Rev. Bioagro 16(2). Tachira, Venezuela.
- Trujillo, E. (2011). Plantación forestal: Planeación para el éxito. Costa Rica. 9 p. Recuperado el 20 de setiembre de 2019 de <http://www.revista-MM.com>.
- Vásquez, V. (1990). Experimentación agrícola: Diseños estadísticos para la investigación científica tecnológica. Amaru Editores S.A.
- Villalba, J., Montouto, C., Cazaban, J., Caraballo, P., Betancur, O. (2010). Efecto del laboreo sobre la eficacia de herbicidas y el crecimiento de *Eucalyptus spp.* Rev. Agrociencias Volumen 14(2). Facultad de Agronomía.
- Villalva, N. (2011). Evaluación del crecimiento de la *Guazuma crinita* Mart (bolaina blanca) en tres estratos de la comunidad nativa de Puerto Ocopa. [Tesis para obtener el título de Ingeniero en Ciencias Agrarias, especialidad de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Welch, T.G., Smith, R.P., Ramussen, G.A. (1985). Brush Management Technologies. In Integrated brush management systems for South Texas, Development and Implementation.

ANEXO

Anexo A. Datos registrados y procesados

Tabla 8. Medidas de resumen de la variable rendimiento (jornal/ha).

Medida de resumen	1° evaluación			2° evaluación			3° evaluación		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
Media	1,05	1,06	3,71	0,86	0,84	2,93	0,80	0,75	2,73
Mínimo	1,03	1,01	3,35	0,82	0,83	2,32	0,78	0,71	2,56
Máximo	1,07	1,10	4,30	0,90	0,86	3,15	0,83	0,79	2,86
Rango	0,04	0,09	0,96	0,08	0,03	0,83	0,05	0,08	0,29
D.E.	0,017	0,049	0,421	0,035	0,013	0,407	0,021	0,034	0,142
Varianza	0,0003	0,0024	0,177	0,001	0,0002	0,166	0,0004	0,001	0,020
E.E.	0,009	0,025	0,210	0,018	0,007	0,204	0,010	0,017	0,071
C.V. (%)	1,62	4,66	11,33	4,08	1,53	13,89	2,59	4,49	5,21

D.E.: Desviación estándar; E.E.: Error estándar; C.V. (%): Coeficiente de variación.

Tabla 9. Medidas de resumen de la variable costos (S/).

Medida de resumen	60 días			120 días			180 días		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
Media	115,81	134,64	129,95	96,76	112,08	102,53	88,50	99,86	95,51
Mínimo	111,69	127,36	117,16	92,31	109,82	81,18	84,45	92,55	89,67
Máximo	118,16	139,20	150,63	101,73	114,54	110,09	92,92	104,78	99,93
Rango	6,47	11,84	33,47	9,42	4,72	28,91	8,46	12,23	10,25
D.E.	2,86	5,62	14,78	3,92	2,31	14,24	4,01	5,2	4,92
Varianza	8,21	31,64	218,49	15,35	5,32	202,82	16,07	27,01	24,2
E.E.	1,43	2,81	7,39	1,96	1,15	7,12	2	2,6	2,46
C.V. (%)	2,47	4,18	11,37	4,05	2,06	13,89	4,53	5,2	5,15

D.E.: Desviación estándar; E.E.: Error estándar; C.V. (%): Coeficiente de variación.

Tabla 10. Rendimientos y costos de control químico y mecánico a 60 días de establecida la plantación.

Trat	Rendimientos			Costos			
	Limpieza	hora/ha (decimal)	Jornal por ha	Mezcla herbicida fumigado (L)	Herbicida (ml/ha)	Alquiler mochila fumigadora (por día) (S/)	Costos (S/)
T ₁ -R ₁	00:13:12	8,59	1,07	5,5	1074,2	40	118,16
T ₁ -R ₂	00:12:42	8,27	1,03	5	976,6	40	111,69
T ₁ -R ₃	00:12:52	8,38	1,05	5,5	1074,2	40	116,13
T ₁ -R ₄	00:13:03	8,50	1,06	5,5	1074,2	40	117,25
T ₂ -R ₁	00:12:28	8,12	1,01	5	1464,8	40	127,36
T ₂ -R ₂	00:13:32	8,81	1,10	5,5	1611,3	40	139,00
T ₂ -R ₃	00:13:34	8,83	1,10	5,5	1611,3	40	139,20
T ₂ -R ₄	00:12:33	8,17	1,02	5,5	1611,3	40	133,00
T ₃ -R ₁	00:45:43	29,76	3,72	-	-	-	130,22
T ₃ -R ₂	00:52:53	34,43	4,30	-	-	-	150,63
T ₃ -R ₃	00:41:08	26,78	3,35	-	-	-	117,16
T ₃ -R ₄	00:42:46	27,84	3,48	-	-	-	121,81

Tabla 11. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks de la variable rendimiento (jornal/ha).

Rendimiento	Media (jornal/ha)	D.E.	W*	p (Unilateral D)
1° evaluación	1,94	1,33	0,66	<0,0001*
2° evaluación	1,54	1,05	0,63	<0,0001*
3° evaluación	1,43	0,96	0,63	<0,0001*

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$, son datos que no siguen distribución normal.

Tabla 12. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks de la variable costos (S/).

Variable	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
1° evaluación	126,80	11,85	0,91	0,3739 ^{ns}
2° evaluación	103,79	10,22	0,86	0,0802 ^{ns}
3° evaluación	94,62	6,50	0,92	0,4670 ^{ns}

^{ns} : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$, los datos siguen distribución normal.

Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis para variable rendimiento a 60 días

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimiento - 60 días	T ₁	4	1,05	0,017	1,06	7,3846	0,0139*
	T ₂	4	1,06	0,049	1,06		
	T ₃	4	3,71	0,421	3,60		

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$.

Tabla 14. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para variable rendimientos a 60 días.

Tratamiento	Media	Ranks	Sig.
T ₁	1,053	4,5	a
T ₂	1,058	4,5	a
T ₃	3,713	10,5	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0,05$).

Tabla 15. Análisis de varianza para variable costos a 60 días

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p-valor
Tratamiento	2	770,18	385,09	4,47	0,0448*
Error	9	775	86,11		
Total	11	1545,18			

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$. C.V. 7,32 %.

Tabla 16. Prueba Duncan de medias entre tratamientos para variable costos a 60 días

Tratamiento	Media	E.E.	Sig.
T ₁	115,80	4,64	a
T ₃	129,95	4,64	a
T ₂	134,65	4,64	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0,05$).

Tabla 17. Rendimientos y costos de control químico y mecánico a 120 días de establecida la plantación.

Trat	Rendimientos				Costos		
	Limpieza	hora/ha (decimal)	Jornal por ha	Herbicida fumigado (L)	Herbicida (ml/ha)	Alquiler mochila fumigadora (por día) (S/)	Costos (S/)
T ₁ -R ₁	00:11:04	7,20	0,90	5	976,6	40	101,73
T ₁ -R ₂	00:10:38	6,92	0,87	4,5	878,9	40	95,66
T ₁ -R ₃	00:10:21	6,74	0,84	5	976,6	40	97,35
T ₁ -R ₄	00:10:05	6,56	0,82	4,5	878,9	40	92,31
T ₂ -R ₁	00:10:26	6,79	0,85	4,5	1318,4	40	109,82
T ₂ -R ₂	00:10:32	6,86	0,86	4,5	1318,4	40	110,43
T ₂ -R ₃	00:10:22	6,75	0,84	5	1464,8	40	114,54
T ₂ -R ₄	0:10:12	6,64	0,83	5	1464,8	40	113,53
T ₃ -R ₁	00:38:39	25,16	3,15	-	-	-	110,09
T ₃ -R ₂	00:38:14	24,89	3,11	-	-	-	108,90
T ₃ -R ₃	00:28:30	18,55	2,32	-	-	-	81,18
T ₃ -R ₄	00:38:36	25,13	3,14	-	-	-	109,94

Tabla 18. Prueba de Kruskal Wallis para variable rendimiento a 120 días

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimiento - 120 días	T ₁	4	0,858	0,035	0,855	7,471	0,0100*
	T ₂	4	0,845	0,013	0,845		
	T ₃	4	2,930	0,407	3,126		

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$.

Tabla 19. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para variable rendimientos a 120 días.

Tratamiento	Media	Ranks	Sig.
T ₂	0,845	4,125	a
T ₁	0,858	4,875	a
T ₃	2,930	10,500	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

Tabla 20. Análisis de varianza para variable costos a 120 días.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p-valor
Tratamiento	2	478,82	239,41	3,21	0,0885 ^{ns}
Error	9	670,51	74,5		
Total	11	1149,32			

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$. C.V. 8,32 %

Tabla 21. Prueba Duncan de medias entre tratamientos para variable costos a 120 días.

Tratamiento	Media	E.E.	Sig.
T ₁	96,76	4,32	a
T ₃	102,53	4,32	a
T ₂	112,08	4,32	a

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0,05$).

Tabla 22. Rendimientos y costos de control químico y mecánico a 180 días de establecida la plantación.

Trat	Rendimientos			Costos			
	Limpieza	hora/ha (decimal)	Jornal por ha	Herbicida fumigado (L)	Herbicida (ml/ha)	Alquiler mochila fumigadora (por día) (S/)	Costos (S/)
T ₁ -R ₁	00:09:50	6,40	0,80	4,5	878,9	40	90,78
T ₁ -R ₂	00:09:55	6,46	0,81	3,5	683,6	40	84,45
T ₁ -R ₃	00:10:11	6,63	0,83	4,5	878,9	40	92,92
T ₁ -R ₄	00:09:35	6,24	0,78	4	781,3	40	85,84
T ₂ -R ₁	00:08:46	5,71	0,71	5	1464,8	40	104,78
T ₂ -R ₂	00:09:17	6,04	0,76	3,5	1025,4	40	92,55
T ₂ -R ₃	00:09:05	5,91	0,74	4,5	1318,4	40	101,58
T ₂ -R ₄	0:09:45	6,35	0,79	4	1171,9	40	100,52
T ₃ -R ₁	00:32:44	21,31	2,66	-	-	-	93,2
T ₃ -R ₂	00:34:50	22,68	2,83	-	-	-	99,2
T ₃ -R ₃	00:31:29	20,50	2,56	-	-	-	89,7
T ₃ -R ₄	00:35:05	16:19:49	2,86	-	-	-	99,9

Tabla 23. Prueba de Kruskal Wallis para variable rendimiento a 180 días.

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimiento - 180 días	T ₁	4	0,805	0,021	0,805	9,269	0,0005*
	T ₂	4	0,750	0,034	0,750		
	T ₃	4	2,727	0,142	2,745		

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$.

Tabla 24. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para variable rendimientos a 180 días

Tratamiento	Media	Ranks	Sig.	
T ₂	0,750	2,75	a	
T ₁	0,805	6,25	a	b
T ₃	2,728	10,50		b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0,05$).

Tabla 25. Análisis de varianza para variable costos a 180 días

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	p-valor
Tratamiento	2	262,85	131,43	5,86	0,0235 ^{ns}
Error	9	201,85	22,43		
Total	11	464,71			

* : significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0,05$.

Tabla 26. Prueba Duncan de medias entre tratamientos para variable costos a 180 días

Tratamiento	Media	E.E.	Sig.	
T ₁	88,50	2,37	a	
T ₃	95,51	2,37	a	b
T ₂	99,86	2,37		b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0,05$).

Anexo B. Panel fotográfico



Figura 3. Producción de plántones de *Guazuma crinita* en vivero.



Figura 4. Transporte de plántones de *Guazuma crinita* a campo definitivo.



Figura 5. Sembrado de plantas de *Guazuma crinita* en parcela experimental.



Figura 6. Herbicida glifosato utilizado.



Figura 7. Dosificación de herbicida glifosato en mochila fumigadora de 20 L.



Figura 8. Fumigación con dosis de 1,5 Kg de herbicida en parcela experimental.



Figura 9. Control mecánico de malezas.



Figura 10. Apuntes de tiempos empleados en el control mecánico de malezas.