



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE COSECHA FORESTAL EN  
PLANTACIONES DE *Tectona grandis* DE LA EMPRESA NOVOPAN  
DEL ECUADOR S.A.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:**

**MARCO VINICIO CHILLAGANA ALOMOTO**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE COSECHA FORESTAL EN  
PLANTACIONES DE *Tectona grandis* DE LA EMPRESA NOVOPAN  
DEL ECUADOR S.A.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:** MARCO VINICIO CHILLAGANA ALOMOTO

**DIRECTOR:** Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA, PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

**©2023, Marco Vinicio Chillagana Alomoto**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **MARCO VINICIO CHILLAGANA ALOMOTO**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 26 de enero de 2023.

---

**Marco Vinicio Chillagana Alomoto**

**CI: 0503721037**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE COSECHA FORESTAL EN PLANTACIONES DE *Tectona grandis* DE LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.**, realizado por el señor: **MARCO VINICIO CHILLAGANA ALOMOTO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

**FIRMA                      FECHA**

Dra. Rosa Del Pilar Castro Gómez, MSc.                      \_\_\_\_\_ 2023/01/26  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda, PhD.                      \_\_\_\_\_ 2023/01/26  
**DIRECTOR DEL TRABAJO**  
**DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva, MSc.                      \_\_\_\_\_ 2023/01/26  
**ASESORA DEL TRABAJO**  
**DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño, amor y admiración dedico este trabajo a mis padres: María Piedad y Manuel Elías, agradezco poder haber compartido tantos momentos bellos en su compañía y sobre todo haber podido sentir su cariño, amor, y apoyo en esta larga trayectoria.

Marco

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios todopoderoso por darme la sabiduría necesaria y mostrarme el camino correcto en la vida. Mi más sincero agradecimiento a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO y con ello a todos los maestros que formaron parte de mi educación ya que cada uno supo brindarme sus conocimientos, experiencias, y amistad aportando a mi formación tanto profesional como humanitaria para el servicio a la sociedad. Al Ingeniero Eduardo Salazar PhD., director del presente trabajo de titulación por su apoyo, enseñanzas, motivación, amistad, tiempo, y sobre todo por aportar con sus conocimientos para el desarrollo del presente, a su vez quiero aprovechar para expresarle mi gran admiración por ser un hombre exitoso, amable, bueno y principalmente siempre estar al pendiente de sus alumnos. De manera muy especial a mis padres María y Manuel por brindarme el apoyo necesario durante todo este largo camino, por ayudarme a ser mejor persona y sobre todo por su amor incondicional y esfuerzo durante toda mi formación académica. A mis hermanos, Kleber, David, Magaly, Miriam, Patricio y Susana por ser mi apoyo y mi consuelo en los días malos y estar conmigo durante este caminar, a mis cuñados Jorge, María y Fanny a mis amigos Paul, Bryan, Blanca, Patricio, Ronny, Rugel y Gabriela por ser parte de este sueño y ayudarme a cumplirlo con sus consejos y apoyo. Por último, pero no menos importante, a la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A., por acogerme para esta investigación y en el ámbito laboral; sin olvidar a mi gran amigo y colega, Ing. Álvaro Barahona quien compartió sus conocimientos conmigo y me apoyo desde el inicio. ¡GRACIAS!

Marco

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
SUMMARY .....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Planteamiento del Problema .....	3
1.1.1. <i>Identificación del problema</i> .....	3
1.2. Limitaciones y delimitaciones .....	4
1.2.1. <i>Limitaciones</i> .....	4
1.2.2. <i>Delimitaciones</i> .....	4
1.3. Problema General de Investigación .....	4
1.4. Problemas específicos de investigación.....	4
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.6. Justificación.....	5
1.6.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	5
1.6.2. <i>Justificación Metodológica</i> .....	6
1.6.3. <i>Justificación Práctica</i> .....	6
1.7. Hipótesis .....	6
1.7.1. <i>Hipótesis nula</i> .....	6
1.7.2. <i>Hipótesis alterna</i> .....	6

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	7
2.1. Antecedentes de investigación .....	7
2.2. Referencias teóricas .....	7
2.2.1. <i>Tectona grandis</i> .....	7

2.2.2.	<i>Plantaciones de Tectona grandis</i> .....	8
2.2.3.	<i>Cosecha Forestal</i> .....	8
2.2.4.	<i>Planificación de cosecha</i> .....	9
2.2.5.	<i>Equipos y maquinarias forestales</i> .....	10
2.2.5.1.	<i>Bulldozer</i> .....	10
2.2.5.2.	<i>Retroexcavadora</i> .....	10
2.2.5.3.	<i>Desbrozadoras</i> .....	10
2.2.5.4.	<i>Skidders</i> .....	11
2.2.5.5.	<i>Procesadoras y autocargadoras</i> .....	11
2.2.6.	<i>Tipos de cosecha forestal</i> .....	12
2.2.6.1.	<i>Cosecha forestal tradicional</i> .....	12
2.2.6.2.	<i>Cosecha forestal semi-mecanizada</i> .....	12
2.2.7.	<i>Rendimiento de cosecha</i> .....	12
2.2.8.	<i>Costos de cosecha</i> .....	13

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	14
3.1.	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	14
3.2.	<b>Nivel de investigación</b> .....	14
3.3.	<b>Diseño de la investigación</b> .....	14
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i> .....	14
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i> .....	14
3.4.	<b>Tipo de estudio</b> .....	15
3.5.	<b>Población, Planificación, selección y tamaño de la muestra</b> .....	15
3.5.1.	<i>Lugar de estudio</i> .....	15
3.5.2.	<i>Lugar de estudio según el Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental</i> .....	15
3.5.3.	<i>Aspectos generales del lugar</i> .....	16
3.6.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	16
3.6.1.	<i>Metodología</i> .....	16
3.6.1.1.	<i>Metodología para determinar el rendimiento de las cosechas semi-mecanizada y tradicional</i> .....	17
3.6.1.2.	<i>Metodología para evaluar los costos de cosechas semi-mecanizada y tradicional</i> .....	17
3.6.2.	<i>Análisis estadístico</i> .....	18
3.6.3.	<i>Materiales de campo</i> .....	18
3.6.4.	<i>Materiales equipos y programas de oficina</i> .....	18

## CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	19
<b>4.1.</b>	<b>Determinación del lugar de estudio</b> .....	19
<b>4.2.</b>	<b>Cosecha semi-mecanizado</b> .....	19
<b>4.2.1.</b>	<i>Procesos presentes en la cosecha semi-mecanizada</i> .....	20
<b>4.2.2.</b>	<i>Rendimiento de la cosecha semi-mecanizada</i> .....	22
<b>4.2.3.</b>	<i>Análisis estadístico de los datos de la cosecha semi-mecanizada</i> .....	23
<b>4.2.4.</b>	<i>Gastos operacionales de la cosecha semi-mecanizada</i> .....	23
<b>4.3.</b>	<b>Cosecha tradicional</b> .....	24
<b>4.3.1.</b>	<i>Procesos presentes en la cosecha tradicional</i> .....	24
<b>4.3.2.</b>	<i>Rendimiento de la cosecha tradicional</i> .....	25
<b>4.3.3.</b>	<i>Análisis estadístico de los datos de la cosecha tradicional</i> .....	26
<b>4.3.4.</b>	<i>Gastos operacionales de la cosecha tradicional</i> .....	27
<b>4.4.</b>	<b>Comparación de los rendimientos y gastos operacionales de las cosechas</b> .....	28
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	30
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	31
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Taxonomía de la especie <i>Tectona grandis</i> .....	8
<b>Tabla 1-3:</b>	Aspectos generales del lugar .....	16
<b>Tabla 1-4:</b>	Proceso 1: Cosecha semi-mecanizada .....	20
<b>Tabla 2-4:</b>	Proceso 2: Cosecha semi-mecanizada .....	21
<b>Tabla 3-4:</b>	Proceso 3: Cosecha semi-mecanizada .....	21
<b>Tabla 4-4:</b>	Promedios de tiempo y rendimiento del proceso semi-mecanizado .....	22
<b>Tabla 5-4:</b>	Análisis estadístico de los datos de la cosecha semi-mecanizada .....	23
<b>Tabla 6-4:</b>	Gastos operacionales mensuales de la cosecha semi-mecanizada para tres cuadrillas .....	24
<b>Tabla 7-4:</b>	Proceso 1: Cosecha tradicional .....	25
<b>Tabla 8-4:</b>	Proceso 2: Cosecha tradicional .....	25
<b>Tabla 9-4:</b>	Promedios de tiempo y rendimiento de la cosecha tradicional .....	26
<b>Tabla 10-4:</b>	Análisis estadístico de los datos de la cosecha tradicional .....	27
<b>Tabla 11-4:</b>	Gastos operacionales mensuales de la cosecha tradicional para tres cuadrillas ...	27
<b>Tabla 12-4:</b>	Rendimientos y gastos operacionales mensuales de las cosechas .....	28
<b>Tabla 13-4:</b>	Rendimientos y gastos operacionales, por hora y por m <sup>3</sup> , de las cosechas .....	29

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-4:</b>	Mapa del lugar de estudio.....	19
-------------------------	--------------------------------	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PERIODICIDAD DE LA COSECHA SEMI-MECANIZADO EN LOS DÍAS LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES
- ANEXO B:** PERIODICIDAD DE LA COSECHA TRADICIONAL EN LOS DÍAS LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES
- ANEXO C:** TOMA DE DATOS
- ANEXO D:** PLANTACIÓN DE *Tectona grandis* DE NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.
- ANEXO E:** CARGADORA CASE 4 O TOIMIL
- ANEXO F:** SKIDDER TIMBERHARD 8 Y CARGADO
- ANEXO G:** PAQUETE DE MADERA ROLLIZA
- ANEXO H:** PAQUETES DE MADERA EN LA ZONA DE CARGA JUNTO AL CAMINO
- ANEXO I:** PROCESO DE CARGA MANUAL
- ANEXO J:** CAMIÓN DE CARGA

## RESUMEN

La presente investigación consistió en la evaluación de dos métodos de cosecha forestal en plantaciones de *Tectona grandis* de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. Para esto se estructuró un diseño experimental de tipo correlacional en el que se estudiaron los procesos de dos tipos de cosechas, la semi-mecanizada y la tradicional realizadas en el recinto Los Ángeles de la provincia de Los Ríos. Donde primero se realizó un levantamiento de datos topográficos para delimitar la zona de estudio, donde se determinaron los procesos de cada tipo de cosecha: para la cosecha semi-mecanizada se consideraron tres procesos, el primero de apeado, troceado y apilado; el segundo de estrobea, winchado y arrastre, el tercero: carga y despuntado; y se cronometraron los tiempos de los procesos y subprocesos y se midieron los volúmenes de madera; para la cosecha tradicional fueron dos procesos donde se realiza apeo con motosierra, limpieza de la zona de seguridad o vías de escape, para luego proceder al troceado y medición, arrastre y carga con personas. De cada proceso y subproceso se describieron las actividades y se establecieron los pagos de los trabajadores encargados; finalmente se calcularon los rendimientos en metros cúbicos y dólares, así como los gastos de operación y la relación beneficio/costo de las cosechas. La cosecha semi-mecanizada dio como resultado el triple del rendimiento de la cosecha tradicional, con mayores gastos operacionales de, USD 64,20 frente a USD 47,07 por hora, respectivamente, pero con mejores beneficios con relación a los gastos, teniendo que en la cosecha semi-mecanizada, por cada dólar invertido, se recupera 4,55 veces esa cantidad, mientras que, la tradicional solo recupera el 2,07. Se concluyó que la cosecha semi-mecanizada es más rápida y con mayores rendimientos, se recomienda evitar el uso prolongado de la cosecha tradicional para evitar pérdidas monetarias.

**Palabras clave:** <COSECHA FORESTAL>, <COSECHA SEMI-MECANIZADA>, <COSECHA TRADICIONAL>, <LOS RÍOS (PROVINCIA)>, <RENDIMIENTO FORESTAL>, <TECA (*Tectona grandis*)>.

0276-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate two methods of forest harvesting in *Tectona grandis* plantations of the NOVOPAN Company in Ecuador. An experimental design of correlational type was structured. The processes of two types of harvests were studied, the semi-mechanized and the traditional ones carried out in the Los Angeles area of Los Ríos province. First, a survey of topographic data was carried out to delimit the study area in order to determine the processes of each type of harvest. For the semi-mechanized harvest, three processes were considered, the first of felling, chopping and stacking; the second of strobea, winching and hauling, the third of loading and blunting. It was considered the times of the processes and sub-processes were timed and the volumes of wood were measured. For the traditional harvest, there were two processes were carried out with a chainsaw, cleaning the safety zone or escape routes, and then proceeding to chop and measure, dragging and loading with people. The activities of each process and sub-process were described and the payments of the workers in charge were established. Finally, the yields in cubic meters and dollars were calculated, as well as the operating expenses and the benefit/cost ratio of the crops. Semi-mechanized harvesting resulted in triple the yield of traditional harvesting, with higher operating expenses of \$ 64.20 vs. \$ 47.07 per hour, respectively, but with better benefits relative to expenses. It was shown that in the semi-mechanized harvest, for every dollar invested, 4.55 times that amount is recovered, while the traditional one only recovers 2.07. It was concluded that the semi-mechanized harvest is faster and with higher yields. It is recommended to avoid the prolonged use of the traditional harvest to avoid monetary losses.

**Keywords:** <FOREST HARVEST>, <SEMI-MECHANIZED HARVEST>, <TRADITIONAL HARVEST>, <LOS RIVERS (PROVINCE)>, <FOREST YIELD>, <TEAK (*Tectona grandis*)>.

Riobamba, February 7th, 2023

PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador es considerado como uno de los principales países en cuestión a la biodiversidad faunística y florística, por lo dicho se dictamina que consta con áreas forestales en un porcentaje del 51,7 %, lo que es semejante a un aproximado de 13,2 millones de hectáreas de la superficie terrestre del país. Es por ello que se considera al sector forestal como uno de los principales accionarios tanto en la producción de alimentos, en la cosecha de materia prima o a su vez están ligados al cuidado de las áreas forestales siempre buscando lo mejor en cuanto a desarrollo y cuidado de la naturaleza. Se recalca que a nivel mundial el 30 % de los bosques se manejan principalmente para la producción de madera y productos forestales no madereros (FAO, 2020, p. 5).

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) para el año 2005 menciona que las plantaciones forestales a nivel mundial se estimaban en poco más de 106 millones de hectáreas, un aproximado de 2,7 % del área total de bosques del planeta; de los cuales, 11 326 000 de hectáreas se encontraban en Sudamérica. Ecuador percibía un total de 164 mil ha para este año, siendo el séptimo con mayor extensión a nivel sudamericano (FAO, 2005; citado en CORPEI y EXPOECUADOR, 2007, p. 21).

De acuerdo con Sánchez et al. (2020, p. 1), el país registró 180 000 ha de plantaciones forestales, evidenciando un aumento de áreas destinadas a plantación, siendo en su mayoría las especies de pino, teca, eucalipto, melina y balsa. El 65 % de estas áreas se encuentran en las provincias de Cotopaxi, Los Ríos, Guayas, Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas.

La teca, o también conocida como teak en algunos lugares, lleva el nombre científico de *Tectona grandis*, siendo una especie de gran importancia económica debido al alto valor comercial de su madera, apreciada a nivel nacional e internacional gracias a su vistoso color y vetado, y excelentes características tecnológicas como alta resistencia mecánica, durabilidad al ataque de hogos e insectos, resistencia a enfermedades y fuego, además de presentar un crecimiento inicial muy rápido junto a una capacidad de autopoda y rebrote (Ecuador forestal, 2010, p. 1). Convirtiendo a esta especie en una de las más apetecidas por las empresas madereras del Ecuador.

En los últimos años en el país las cosechas forestales han tenido un mejoramiento y un avance considerable esto se basa en que se deja atrás el método tradicional de cosecha y se buscan nuevas tecnologías que permitan realizar el mismo procesamiento, pero optimizando recursos y personal. Lo que ha llevado al objetivo de aumentar la productividad para satisfacer la demanda de madera

que cada vez es mayor. Lo que se busca es que exista un manejo forestal sustentable (MAE, 2019, p. 7).

En cuanto a la utilización de nuevas tecnologías para la cosecha forestal también tiene sus limitantes debido a que las empresas madereras no están aptas ni capacitadas en niveles de producción y de inversión requerida que se necesita para optar la ocupación de las maquinarias en cuestión puesto que los valores y costos para adquirir las maquinarias suelen ser elevados y en algunos casos difíciles de conseguir si se habla ya de cosecha a manera industrial.

Se hace referencia a distintos tipos y formas de extracción y cosecha de madera ya que están vinculados o se basan en distintos puntos ya sea tecnológicos, económicos o inclusive por las condiciones del lugar y la morfología del suelo entre otros aspectos. Cabe recalcar que la sofisticación del proceso de cosecha se ve influenciado en los puntos antes mencionados, es decir para obtener una excelente cosecha forestal es necesario tener los conocimientos y maquinaria óptima para cada etapa de su proceso (Lanly, 2003, párr. 5).

La evaluación del sistema de cosecha semi-mecanizada y tradicional citado en el presente estudio, abarca las máquinas, herramientas, actividades y personal que se encuentran dentro de los procesos, estos tipos de cosecha son utilizados por la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. que busca minimizar los daños ambientales, optimizar las aplicaciones en la recuperación de los productos forestales y al mismo tiempo obtener productos de buena calidad.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

##### *1.1.1. Identificación del problema*

La cosecha forestal a nivel mundial ya sea directa o indirectamente ha producido destrucción de bosques nativos, las empresas que se dedican o que en sus procesos tienen actividades relacionadas con la cosecha forestal están ampliamente vinculadas a la degradación progresiva de la naturaleza debido a que para ellas lo importantes es producir, vender y obtener ganancias del producto final que mayormente es la madera. Entre los principales impactos negativos que acarrea la cosecha forestal esta la destrucción de bosques nativos, generación de un monocultivo que puede dañar los suelos, entre otros. Por el contrario, a la vez que provocan afectaciones socioambientales, es necesario recalcar que son generadores de empleo para la población del lugar en la que se encuentra la plantación, pero, perjudicialmente este personal de trabajo carece de conocimientos de las normas, reglamentos y leyes que aseguren un buen trabajo y sobre todo un buen proceder en la ejecución de las actividades encargadas (Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales, 1998, p. 6).

Uno de los problemas que se ha presentado en la empresa NOVOPAN respecto a la cosecha forestal de *Tectona grandis* es que no se conoce claramente cuál de los dos tipos de cosecha que se emplea en la zona de plantación es la que da mejores resultados vinculado al rendimiento y costos de cosecha. Es por ello que presentan problemas ambientales, sociales y económicos por lo cual se requiere un análisis de rendimiento entre los dos tipos de cosecha y de igual manera un análisis de costos, con la finalidad de conocer cuál de las dos cosechas ya sea la tradicional o la semi-mecanizada es más apta en la utilización para el mejoramiento de los procesos de la empresa y obtener mejores resultados en su producto final de calidad y de exportación. Es por ello que busca la optimización de recursos, tanto del personal del trabajo, como de los tiempos de cosecha. Es propicio la creación de documentos en donde se puntué los parámetros adecuados para que exista una buena cosecha tomando en cuenta todos los factores que se ven involucrados en los procesos en estas actividades forestales con el objetivo de tener como prioridad el cuidado del ambiente y la protección del suelo (García y Flego, 2005, p. 18).

## **1.2. Limitaciones y delimitaciones**

### ***1.2.1. Limitaciones***

Los limitantes que se presentan en esta investigación son los tiempos de trabajo y el tiempo o estación de año en la cual se debe realizar las cosechas forestales ya que cada cosecha depende de varios parámetros a considerar tales como el tiempo, crecimiento y tamaño de las especies, si ya se encuentra lista para la cosecha o no. Al igual que se considera un limitante el tiempo u horario de trabajo de los trabajadores que desempeñan sus labores en las plantaciones de *Tectona grandis* de la empresa NOVOPAN ya que se necesita obtener información sobre cada uno de los procesos y actividades que se realizan tanto en la cosecha semi-mecanizada y tradicional.

### ***1.2.2. Delimitaciones***

La delimitación de la presente investigación es el área de las plantaciones de la especie al igual que se informa para estudios posteriores que el propósito de la investigación es evaluar el rendimiento y los costos de producción tanto de la cosecha semi-mecanizada como de la tradicional para obtener resultados que permitan demostrar cuál de estos dos tipos de cosechas es más factible en la cosecha de *Tectona grandis*.

## **1.3. Problema general de Investigación**

¿Por qué los distintos métodos de cosecha forestal presentan resultados diferentes unos con otros en las plantaciones de *Tectona grandis* de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A.?

## **1.4. Problemas específicos de investigación**

- ¿Cómo se puede determinar el rendimiento de la cosecha forestal semi-mecanizada y tradicional de *Tectona grandis*?
- ¿Es posible evaluar los costos de la cosecha forestal semi-mecanizada y tradicional de la plantación *Tectona grandis*, mediante su rendimiento?

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Evaluar los dos métodos de cosecha forestal en la plantación de *Tectona grandis* de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Determinar el rendimiento en la cosecha forestal semi-mecanizada y tradicional de *Tectona grandis*.
- Evaluar los costos de la cosecha forestal semi-mecanizada y tradicional de la plantación *Tectona grandis*.

## **1.6. Justificación**

### ***1.6.1. Justificación teórica***

El propósito de esta investigación es aportar conocimientos sobre el rendimiento y costos de producción de las cosechas de *Tectona grandis* en las plantaciones de la empresa NOVOPAN, cada proceso o sistema de cosecha se aplica en dependencia a lo que se requiera obtener ya sea con el tipo de cosecha tradicional en donde se ve influenciado la presencia básicamente de personal que realice el trabajo en su mayoría manualmente, mientras que el tipo de cosecha semi-mecanizada además de lo manual necesita maquinaria que ayude en el cumplimiento del proceso es por ello que los costos y rendimiento de cada proceso es diferente.

A pesar de que en el país existen distintos tipos de cosecha (mecanizado, semi-mecanizado y tradicional) se debe hacer referencia a que no existe conocimientos adecuados que garanticen que se cumpla con los parámetros y procedimientos necesarios para dictaminar que el proceso está bien elaborado. El uso de nuevas tecnologías en las cosechas permite mejorar la rentabilidad aumentando el rendimiento y disminuyendo la cantidad de insumos. Se considera que al no cumplir adecuadamente los procesos de cosecha puede existir una disminución en su rendimiento lo que afecta directamente al aumento considerable de costos y es por ello que se realiza esta investigación para poder definir qué tipo de cosecha presenta mejores resultados siempre buscando un alto rendimiento o buena ejecución hasta la obtención de un buen producto final (García y Flego, 2005, p. 18).

### ***1.6.2. Justificación metodológica***

Mediante la aplicación de distintas metodologías tanto para el cálculo del rendimiento de cada cosecha como para el cálculo de los costos de producción es necesario la aplicación de técnicas adecuadas que permitan obtener resultados que validen y brinden confiabilidad para ser utilizados en distintos trabajos de investigación que tengan referencia sobre la evaluación de distintos métodos de cosechas forestales en diferentes plantaciones o a su vez para mejorar la productividad y obtener resultados finales adecuados y concretos para industrias madereras o que tengas fines comerciales de madera. Gonçalves (2018, p. 7) en su investigación propone cual es la correcta metodología para evaluar los costos finales de cosecha en distintas plantaciones forestales.

### ***1.6.3. Justificación práctica***

En la actualidad existen varios procesos de cosecha que se manejan en el Ecuador, en esta investigación se busca analizar claramente a dos tipos de cosecha forestal de *Tectona grandis* de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A, como se hace referencia a la cosecha tradicional y a la cosecha semi-mecanizada, con la finalidad de conocer qué tipo de cosecha dota de mejores rendimientos al momento de finalizar con su proceso.

En el momento que se hace referencia a cosecha se debe tomar en cuenta las estrategias que se utilicen para dicho proceso ya que es primordial para obtener buenos resultados en el producto final, es por ello que se necesita realizar un análisis de rendimiento y de costos referente a los dos tipos de cosecha presentados en la investigación. La cosecha debería realizar un plan anual de corte para que sea de manera sustentable. Y se debe considerar el cuidado de la salud y seguridad de las personas que laboran. Las actividades de cosecha se realizan en su mayor parte de forma mecanizada (MASISA, 2022, p. 4).

## **1.7. Hipótesis**

### ***1.7.1. Hipótesis nula***

El método de cosecha semi-mecanizado frente al tradicional no tendrá ninguna diferencia.

### ***1.7.2. Hipótesis alterna***

El método de cosecha semi-mecanizado frente al tradicional tendrá por lo menos una diferencia.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1. Antecedentes de investigación

Al pasar de los tiempos se ha visto la necesidad de implementar nuevas tecnologías forestales orientadas hacia la extracción de madera, tomando en cuenta los factores sociológicos, económicos, tecnológicos, meteorológicos y principalmente las condiciones del bosque. En el Ecuador la introducción de nuevas tecnologías forestales se va incluyendo lentamente, puesto que existen empresas madereras las cuales tienen el fin de acceder a las mismas, el desarrollo de las tecnologías forestales va avanzando de manera rápida y satisfactoria, con el objetivo de aumentar la productividad del sector maderero y satisfacer la demanda de madera que cada vez crece (Quinchuela, 2015, p. 1).

La industria forestal ha crecido a pasos agigantados en los últimos tiempos, por lo que hoy en día es una de las industrias más importantes a nivel mundial. En este crecimiento se ha implementado la cosecha forestal como un modelo de tecnología forestal, provocando grandes impactos en el sector forestal (Álvarez et al., 2009, p. 4).

#### 2.2. Referencias teóricas

##### 2.2.1. *Tectona grandis*

La teca o *Tectona grandis* es un gran árbol caducifolio que predomina en los bosques de madera dura. Tiene pequeñas flores blancas fragantes y hojas peludas en la parte inferior. Es nativo de Indochina, introducido en los países tropicales de América Latina hace unos 100 años. Actualmente, se estima que las plantaciones mundiales alcanzan los 3 millones de hectáreas. Con respecto a Ecuador, debido a su rápido crecimiento, calidad de la madera y alta proporción de biomasa, esta especie se ha adaptado al suelo y ha ganado gran importancia económica y ecológica, y su demanda de programas de reforestación es alta (Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá, 2014, párr. 1).

La madera de esta especie es muy apreciada por su extraordinaria dureza, tenacidad, facilidad de trabajo y su resistencia a la oxidación y la corrosión cuando entra en contacto con algún metal, lo que la hace ideal para las industrias del mueble, la marina y la construcción. Es apreciada por su aspecto estético, con tonalidades que van del dorado al castaño oscuro, pasando por tonos rojizos,

con mechas rectas y textura suave. Además, la alta concentración de aceites naturales le brinda características de resistencia al agua, la humedad, al sol y a la lluvia (Nieto et al., 2018, p. 109).

**Tabla 1-2:** Taxonomía de la especie *Tectona grandis*

<b>Clase:</b>	Equisetopsida
<b>Subclase:</b>	Magnoliidae
<b>Superorden:</b>	Asteranae
<b>Orden:</b>	Lamiales
<b>Familia:</b>	Lamiaceae
<b>Genero:</b>	<i>Tectona</i>
<b>Especie:</b>	<i>Tectona grandis</i> ; L

**Fuente:** Tropicos, 2022.

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

### 2.2.2. *Plantaciones de Tectona grandis*

Esta especie fue introducida a Centroamérica específicamente en Panamá en 1926 con semillas de Sri Lanka, desde donde se enviaban las semillas a la mayoría de los países Centroamericanos y el Caribe. Las primeras plantaciones se establecieron en Costa Rica, entre 1926 y 1929. Otros países donde se establecieron plantaciones son Brasil, Perú, El Salvador, Honduras, Bolivia, Ecuador y Jamaica. Las plantaciones de esta especie en el Ecuador en los últimos años han aumentado debido a que su producto final tiene características importantes y útiles en distintas industrias, pero la que mayor se emplea en el país es en la industria maderera. Con la finalidad de obtener más producción de este tipo de materia prima se han creado varias plantaciones distribuidas a nivel nacional de esta especie (Holguín, 2015, p. 4).

### 2.2.3. *Cosecha Forestal*

La cosecha forestal corresponde a un proceso de extracción de árboles hasta el trozado de los mismos principalmente de eucalipto y pino, para después exportarlos a aserraderos, papelerías, y celulosas siguiendo un proceso de volteo, desarme y descortezado (Linfati et al., 2016, p. 556). Según Mudraz et al. (2021, p. 2) se entiende por cosecha forestal al conjunto planificado de actividades que están relacionadas con el talado, procesamiento y extracción de trozos y partes aprovechables del árbol para su posterior transformación teniendo en cuenta los efectos que tendrá en el entorno natural y social a corto, mediano y largo plazo.

El fin de una cosecha forestal es la generación de mayores beneficios económicos teniendo en cuenta los lineamientos ambientales, se pueden desarrollar diferentes actividades las cuales se dividen en dos grupos como: silvícolas las cuales se relacionan con el cultivo, cuidado y explotación de los bosques; y las de transporte las cuales involucran tanto al transporte de la madera como al mantenimiento y construcción de redes de carretera (Mudraz et al., 2021, p. 2).

#### ***2.2.4. Planificación de cosecha***

Los procesos de planificación consideran horizontes de largo, mediano y corto plazo, los que en conjunto dan paso al desarrollo de flujos económicos que respetan al medioambiente, empresas asociadas y comunidades que son intervenidas por las operaciones empresariales, por lo que dividen a la planificación de cosecha en tres: planificación táctica, planificación estratégica y planificación de corto plazo (MASISA, 2012, p. 25).

Linfati et al. (2016, p. 556) manifiesta que la planificación de cosecha táctica se preocupa de decisiones a mediano plazo de 2 a 3 años aproximadamente, así mismo, exterioriza que la planificación de cosecha estratégica genera decisiones sustentables donde no se vea afectado el entorno ni los recursos que se utilizan. Por lo general, en una planificación táctica se deben hacer preguntas como: ¿Qué áreas cosechar en cada uno de los períodos?, y ¿Qué cantidad de rollizos se debe producir? Para así poder satisfacer toda la demanda agregada de celulosa, aserraderos y exportación, permitiendo definir un esquema de producción con una mayor precisión considerando las orientaciones de nivel estratégico y así dar la opción de evaluar, identificar y seleccionar actividades e inversiones requeridas con el fin de crear condiciones que hagan posibles el alcance de los objetivos de la empresa involucrando así las necesidades personales y el nivel de intervención hacia la comunidad y medio ambiente (MASISA, 2012, p. 2).

La planificación estratégica define a largo plazo y de manera sustentable el desarrollo del patrimonio forestal, donde se considera a la planificación como un proyecto de inversión el cual puede ser optimizado a través de la selección de actividades adecuadas para realizar en el patrimonio ambiental, para lo mismo se considera: estructura, objetivos, restricciones presupuestarias, medioambiente (MASISA, 2012, p. 2).

La planificación a corto plazo detalla principalmente las actividades a realizar de acuerdo a los compromisos y restricciones que afecten a la normalidad de la empresa, realizando una asignación de equipos de una manera más adecuada.

### ***2.2.5. Equipos y maquinarias forestales***

De acuerdo al Gobierno de Navarra (2017, pp. 3-14), existen los siguientes equipos y maquinaria forestal:

#### ***2.2.5.1. Bulldozer***

El bulldozer presenta una doble modalidad de trabajo con curvas de nivel y de ahoyado siguiendo una línea máxima de pendiente, esta maquinaria permite desarrollar trabajos por curva de nivel en condiciones de estabilidad con pendientes de hasta aproximadamente de un 32 %, donde interviene varios parámetros como el estado de humedad del terreno, pedregosidad, tipo de vegetación, regularidad de la ladera y características de la maquinaria. Además, trabaja por líneas máximas de pendientes y ascenso de la máquina en marcha de atrás, permite un umbral de trabajo de hasta el 60 % de pendiente. A pesar de todos los beneficios que trae esta maquinaria también trae diferentes riesgos principalmente en la reforestación donde puede presentar vuelco lateral, el mecanismo que presenta el vuelco en bulldozers se asocia en gran mayoría a trabajos por curva de nivel donde se pueda limitar la pérdida de la capacidad de agarre y el desequilibrio de la máquina (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

#### ***2.2.5.2. Retroexcavadora***

Las retroexcavadoras principalmente son maquinaria de orugas, donde su trabajo se enfoca en el ahoyado con cazo u otro implemento del brazo, por lo que la máquina trabaja siempre por líneas de máxima pendiente, la máquina posee características con una incidencia fundamental en su aptitud para realizar labores forestales en condiciones de seguridad. Una retroexcavadora de 25 t en condiciones aptas puede alcanzar hasta valores no superiores de 48% de pendiente, y una de 20 t en condiciones aptas puede llegar hasta un 65% de pendiente (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

#### ***2.2.5.3. Desbrozadoras***

Máquinas empleadas principalmente para la eliminación de la vegetación adventicia no deseada, se clasifica en dos grupos: desbrozadoras portátiles y desbrozadores acopladas a la toma de fuerza (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

## **Desbrozadoras acopladas a la toma de fuerza**

Se distinguen en dos grupos las acopladas al bastidor y las acopladas a un brazo hidráulico, donde se pueden diferenciar entre cuchillas, cadenas o martillos, en función del sistema de corte o trituración empleado. Los dos tipos de desbrozadoras corren el riesgo de las proyecciones asociadas al golpe por parte de un mecanismo de corte (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

## **Desbrozadoras portátiles**

Máquinas portátiles de hasta 14 kg de peso, está equilibrada en torno a un largo brazo y enganchada a un cinturón que se sujeta a hombros y espalda, el riesgo más común en esta maquinaria son las proyecciones, vibraciones del sistema mano – brazo, sobreesfuerzos, y condiciones ambientales de trabajo (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

### *2.2.5.4. Skidders*

Una de las máquinas forestales más difundida, encargada de las explotaciones forestales en su mayoría, posee características genéricas articuladas y de potencia no superior a 175 CV. El skider es una de las máquinas más estables por su diseño, debido a la anchura de su eje y su bajo centro de gravedad (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

### *2.2.5.5. Procesadoras y autocargadoras*

Tractores forestales adaptados para desarrollar trabajos específicos, permitiendo una elevada movilidad en terrenos con pendiente y bajo condiciones de tracción complicadas. Tiene un alto riesgo de vuelco debido a su trabajo con grúa hidráulica por lo que se limitan a trabajar en ciertas zonas llanas o con dotación de infraestructuras adecuadas (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

## **Procesadoras**

Compuestas por una grúa hidráulica dotada de un cabezal procesador multifuncional pesado, además de poseer un brazo que oscila entre los 7 y 9 m de longitud provocando así que tenga un elevado riesgo de vuelco por lo que estas máquinas no deben superar una pendiente del 20 % (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

## **Autocargadores**

Disponen de una guía hidráulica que recoge las trozas y las deposita sobre su cama, después de su llenado se desplaza hasta el cargadero donde procede a descargar la madera recolectada (Gobierno de Navarra, 2017, pp. 3-14).

### ***2.2.6. Tipos de cosecha forestal***

#### ***2.2.6.1. Cosecha forestal tradicional***

El sistema tradicional es uno de los sistemas de cosecha forestal el cual involucra una mayor ocupación de la mano de obra, principalmente mediante el uso de motosierras en el volteo y animales de tiro de extracción, este sistema es aplicado por lo general en bosques forestales pequeños donde no se tiene como objetivo la operación a gran escala, sino la producción de un menor impacto ambiental con menores requerimientos (Carey et al., 2006, p. 273). Además, llega a ser un sistema de cosecha rentable ya que no se ve en la necesidad de mantener una cosecha mecanizada que suele ser mucho más costosa y mediante el empleo de bueyes pueden solventar todas las necesidades provocando un menor impacto en la vegetación del suelo.

#### ***2.2.6.2. Cosecha forestal semi-mecanizada***

El sistema de cosecha forestal ha sufrido en los últimos años una fuerte mecanización en sus actividades, por lo que se busca implementar un sistema de cosecha forestal mecanizada dentro del concepto de una sostenibilidad ambientalmente adecuada, socialmente benéfica y económicamente rentable (Bustamante, 2017, p. 1).

La cosecha forestal semi-mecanizada consiste principalmente en realizar un corto manual en el tallo al ras del suelo por parte de corteros, donde se retira el cogollo y las hojas cuando el corte se realiza en verde (Cenicaña, 2015, párr. 2).

### ***2.2.7. Rendimiento de cosecha***

Se conoce como rendimiento de cosecha a la producción obtenida por unidad de superficie. En la investigación efectuada por Llanga (2011, p. 8) especifica que el rendimiento es la relación que existe entre los tiempos totales con los volúmenes extraídos durante la cosecha expresados en unidades de m<sup>3</sup>/h. Pero el rendimiento de una cosecha está directamente relacionado con una serie de factores. Entre los cuales están los factores geomorfológicos, geográficos, climáticos de los

lugares donde se encuentran las plantaciones. También se encuentran los factores de masa que son los que tienen que ver con la edad, la forma y tamaño de los cultivos. Y los factores humanos que son los encargados de la correcta realización de las cosechas y del personal depende directamente el rendimiento que se obtenga tomando en cuenta que existen varios tipos de cosecha en los cuales los procesos varían y de aquello también depende su rendimiento final. Los tipos de cosecha que utilizan maquinarias o tecnología logran conseguir rendimientos diarios elevados pero el capital de inversión es mayor.

#### **2.2.8. Costos de cosecha**

El costo de producción de las cosechas forestales son gastos corrientes o los costos que se emplean en todas las actividades de producción al igual que los costos de los equipos, herramientas, maquinarias y los costos de los trabajadores expresados en forma monetaria para que la cosecha salga a flote o se produzca de buena manera. Según Gonçalves (2018, p. 7) el costo de producción es igual al costo operacional sobre el rendimiento de la cosecha. Se recalca que el costo de operación equivale a la suma de los costos fijos y costos variables. Estos costos varían dependiendo de las actividades, procesos maquinarias y trabajadores que actúen en cada tipo de cosecha. El costo final de producción se obtiene en unidades de USD/m<sup>3</sup>. Haciendo referencia a la cantidad monetaria ganada por metro cubico de cualquier cosecha forestal.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de la investigación

La investigación hace referencia a un enfoque cuantitativo con correlación debido a que se efectuaron mediciones de tiempo, costos y rendimiento en los procesos de cosecha semi-mecanizada y tradicional de plantación de *Tectona grandis* de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. El estudio se llevó a cabo con datos observables y medibles con base en conocimientos literarios metodológicos en donde se utilizó diferentes equipos e instrumentos para la obtención de datos que permitieron el correcto desarrollo de la investigación.

#### 3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación en este estudio corresponde a un nivel de tercer nivel con el cual se desea adquirir el título de pregrado en ingeniería forestal, este estudio brindará información pertinente para estudios posteriores es por ello que se trata de inculcar las buenas prácticas forestales en distintos aspectos en este caso puntuando algunos tipos de cosechas forestales evaluando sus rendimientos y costos de producción, lo que permitirá conocer qué tipo de cosecha es mayormente recomendable en las plantaciones de distintas especies forestales.

#### 3.3. Diseño de la investigación

##### *3.3.1. Según la manipulación o no de la variable independiente*

Corresponde a un diseño experimental de tipo correlacional, debido a que se realizó la descripción de las variables en cuestión como son el tiempo, costos y rendimiento de cada tipo de cosecha ya sea la cosecha tradicional y la cosecha semi-mecanizada, al igual que se realizó la comparación de los resultados entre los dos tipos de cosecha.

##### *3.3.2. Según las intervenciones en el trabajo de campo*

La investigación estuvo sujeta a un trabajo de campo realizado en distintas fechas con la finalidad de obtener valores representativos y acordes en cada tipo de cosecha analizada. Por ende, corresponde a un estudio longitudinal.

### **3.4. Tipo de estudio**

El tipo de estudio corresponde a una investigación de campo debido a que constituye un proceso sistemático que se fundamenta en la toma de datos directamente en las cosechas que se realizan en las plantaciones de *Tectona grandis*, tomando datos e información para evaluar los rendimientos y costos de producción.

### **3.5. Población, Planificación, selección y tamaño de la muestra**

La presente investigación se realizó en plantaciones forestales de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. ubicada en el recinto Los Ángeles, perteneciente a la parroquia Patricia Pilar en la provincia de Los Ríos. Donde se recolectaron valores cuantitativos que permitieron obtener los resultados para la evaluación de los dos métodos de cosecha forestal que se aplican en estas plantaciones, con el fin de conocer el rendimiento y el costo de producción de cada cosecha.

#### ***3.5.1. Lugar de estudio***

Las plantaciones forestales de NOVOPAN se encuentran en la provincia de Los Ríos en el recinto Los Ángeles en las coordenadas 673674,00 m E y 9939630,00 m S, esta empresa cuenta con distintas plantaciones distribuidas a nivel nacional, pero para este estudio se realizó en las plantaciones que se especifican en la siguiente ilustración.

#### ***3.5.2. Lugar de estudio según el Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental***

Según la clasificación de ecosistema propuestas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). Las plantaciones de *Tectona grandis* de NOVOPAN se encuentran en el ecosistema denominado Bosque siempreverde no inundado de terrazas y de la llanura aluvial de la Costa debido a que su ecosistema se encuentra dentro del sector Biogeográfico del Chocó Ecuatorial, presentes las provincias de Esmeraldas, Manabí y Los Ríos. Al igual por estar formada de tierras bajas y suelos con una correcta drenación al noroeste del Ecuador. Y por poseer un bioclima húmedo, pluviestacional (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012, p. 22).

### 3.5.3. Aspectos generales del lugar

Se realizó la Tabla 1-3 con la finalidad de dar a conocer características importantes sobre algunos de los aspectos o componentes que están presentes en la zona de estudio.

**Tabla 1-3:** Aspectos generales del lugar

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
Relieve	La mayoría del territorio se encuentra conformado por colinas medianas cuya altura va desde los 124 metros hasta los 300 metros. Relieves que proveen belleza escénica al territorio parroquial.
Geología	Composición geológica del suelo con potencial para explotación minera. Ya que existe la presencia de varios tipos de suelos con características diferentes como son finos, medios y gruesos.
Suelos	Son suelos con la mayor producción agrícola del país al ser este un suelo con características muy favorables para la producción agrícola es también favorable para la actividad de plantaciones forestales.
Temperatura	Es uno de los factores más importantes en el estudio ya que la especie que se cosecha se ve influenciada en su desarrollo en climas tropicales y este lugar presenta un clima tropical megatérmico semi húmedo con temperaturas promedio entre los 24 y 26 °C.
Precipitación	Mediante valores promedios anuales referenciados en el relieve, la topografía de la zona, el clima entre otros se obtiene que los valores de las isoyetas varían entre 1600 mm a 2400 mm.
Agua	Tiene la presencia de la cuenca del Río Babahoyo con los ríos Sibimbe y Zapotal además que cuenta con esteros de agua dulce lo que ayuda a la siembra y cultivo de especies forestales.

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

## 3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

### 3.6.1. Metodología

La metodología aplicada en el estudio se dividió en dos partes para que se cumplan con los objetivos propuestos es por ello que la primera parte se realizó para determinar el rendimiento de los tipos de cosecha y la segunda parte para calcular los costos de cosecha de ambos tipos.

### 3.6.1.1. Metodología para determinar el rendimiento de las cosechas semi-mecanizada y tradicional

- a) Se adquirió los permisos correspondientes para la elaboración de la investigación. Posteriormente se realizó el registro de las coordenadas en el área de estudio para delimitar su extensión con el uso de un GPS.
- b) Se realizó la toma de datos correlacionales dependiendo de la cosecha (ANEXO C). Después se procedió con la identificación del tipo de cosecha, considerando que en esta zona se realiza la cosecha semi-mecanizada y tradicional por poseer terrenos planos.
- c) Se realizó la toma de datos y valores en cada actividad que se realiza en el proceso de cosecha para la semi-mecanizada que consta con tres subprocesos:
  - El primero de apea, troceado y apilado;
  - El segundo de estroba, winchado y arrastre,
  - El tercero: carga y despuntado.Para la cosecha tradicional:
  - Apeo con motosierra, limpieza de la zona de seguridad o vías de escape,
  - Para luego proceder al troceado y medición, arrastre y carga con personas.
- d) En el método semi-mecanizado y tradicional se tomó los valores arrojados en tiempo por los equipos como la motosierra, macheteador, toimil cargadora como *skidders*, los tiempos en que se demoraron en efectuar su trabajo el operador de motosierra, apeador y el cargador. Los datos fueron tomados según la periodicidad de tres días a la semana en el horario de una jornada laboral.
- e) Posterior aquello se procedió con los cálculos correspondientes a los rendimientos de cada tipo de cosecha (Relación volumen/tiempo).

### 3.6.1.2. Metodología para evaluar los costos de cosechas semi-mecanizada y tradicional

- a) Se adquirió los permisos correspondientes para la elaboración de la investigación. Posteriormente se delimitaron cinco hectáreas en las cuales se evaluó el costo de cosecha. Después se recolectó información acerca del personal de trabajo y el tiempo de producción.
- b) Se calculó el costo operacional donde se consideró la mano de obra de cada trabajador con los tiempos desempeñados en cada actividad. Al igual que los costos de la maquinaria y equipamiento que se utiliza a lo largo de toda la cosecha. Dependiendo del tipo de cosecha ya que en esta investigación se planteó la evaluación de costos para la cosecha semi-mecanizada y tradicional.
- c) Se calculó el rendimiento o productividad de la cosecha para cada tipo de cosecha ya sea para la semi-mecanizada y la tradicional por separado.

d) Se aplicó la siguiente ecuación referente al cálculo de los costos de producción:

$$CPr = \frac{CT}{Prod}$$

Donde:

CPr= Costo de producción

CT=Costo Operacional

Pro=Productividad de la cosecha

e) Finalmente se obtuvo los costos finales de cada tipo de cosecha con los resultados de costos de operabilidad y productividad (Gonçalves, 2018, p. 7).

### ***3.6.2. Análisis estadístico***

Con la empleabilidad del software SPSS que es un programa de apoyo estadístico ampliamente utilizado en análisis de datos porque tiene la capacidad de funcionar con valores en bases de datos amplias y extensas además de poseer una de las interfaces que proporcionan datos válidos y concretos. Se realizó un análisis estadístico para conocer los resultados favorables en los distintos tipos de cosechas presentadas en este estudio como son el método tradicional o el método semi-mecanizado en función a los resultados obtenidos ya sea en la determinación del mejor rendimiento o en la evaluación de los costos de cada tipo de cosecha.

### ***3.6.3. Materiales de campo***

Aquellos materiales utilizados en la toma de datos en lo que respecta a la visita de campo que se realizó para conocer cómo se realizan las cosechas en el lugar de estudio a continuación se presenta una lista: borrador, botas, cámara fotográfica, clinómetro, cronometro, forcípula, GPS, lápiz, libreta de campo, poncho de agua.

### ***3.6.4. Materiales equipos y programas de oficina***

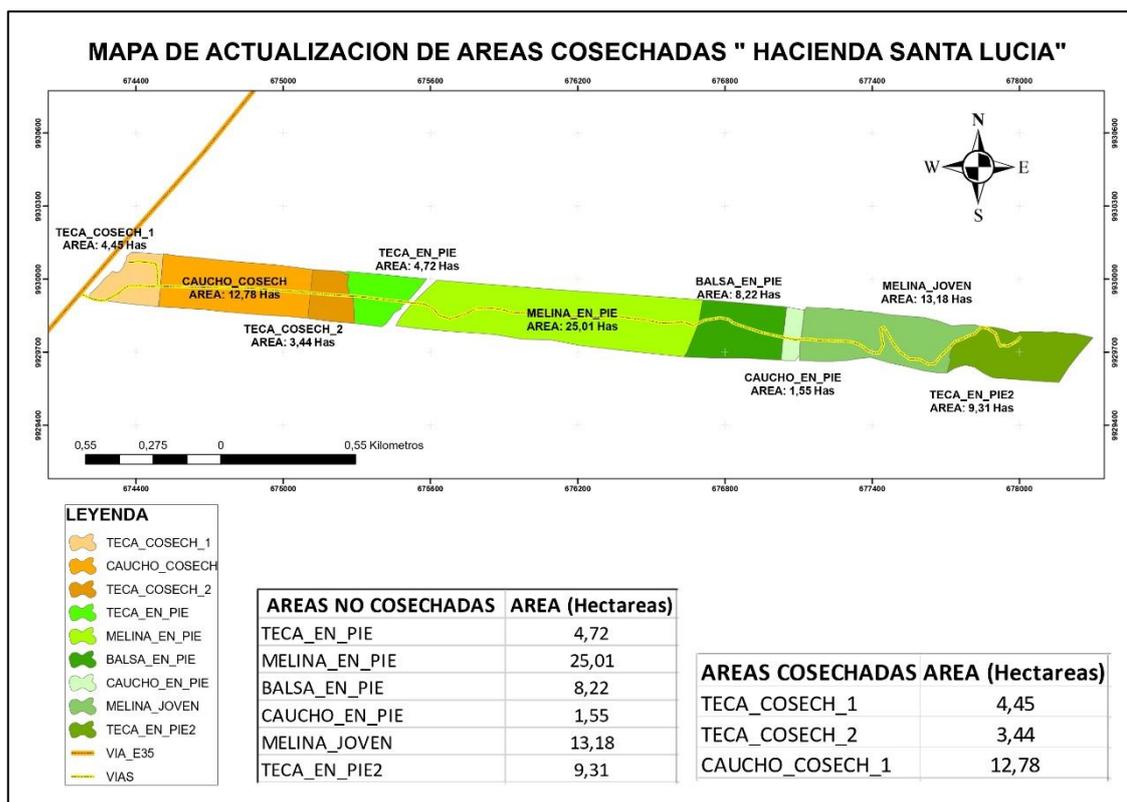
Son todos los materiales, equipos y programas que se utilizaron en la ejecución de todo lo que corresponde a la parte teórica y escrita ya sea cálculos o representaciones con la finalidad de la obtención de buenos resultados acordes al estudio. Aplicación Android Multi Timer, Calculadora, Excel, Google Earth pro, Software SPSS, Word.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Determinación del lugar de estudio

La evaluación de los métodos de cosecha semi-mecanizada y tradicional se lo realizó en las plantaciones forestales de *Tectona grandis* de NOVOPAN, las cuales están ubicadas en la provincia de Los Ríos en el recinto Los Ángeles perteneciente a la parroquia Patricia Pilar, lugar en el que se estaban desarrollando los procesos de cosecha al momento del levantamiento de datos de la presente investigación.



**Ilustración 1-4.** Mapa del lugar de estudio

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

#### 4.2. Cosecha semi-mecanizado

La cosecha semi-mecanizada es el principal mecanismo usado en la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A., se la realiza en tres procesos descritos a continuación:

#### 4.2.1. Procesos presentes en la cosecha semi-mecanizada

La cosecha semi-mecanizada de *Tectona grandis* que se realiza en las plantaciones de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. consta de tres procesos que se describen en las tablas 1-4, 2-4 y 3-4. A su vez, en estas tablas se establecieron los promedios de tiempo para cada subproceso estudiado, el personal necesario y la remuneración correspondiente. Hay que resaltar que los tiempos empleados en los procesos y subprocesos no son exactamente consecutivos debido a que existen entretiempos que no se tomaron en cuenta, en estos entretiempos se pueden mencionar acciones como movilización entre árboles al momento de talar, encendido y calentado de las maquinarias, afilado de herramientas (machetes y cadena de motosierra), lluvias excesivas, accidentes y acciones varias.

En el proceso 1 participa un grupo de cuatro personas, a este grupo en campo se lo denomina como cuadrilla. De acuerdo con el Ing. Álvaro Barahona de NOVOPAN del Ecuador S.A., en campo trabajan varias cuadrillas al mismo tiempo, con la meta diaria de producir madera para el llenado de varios camiones, cada camión se llena con alrededor de 20 m<sup>3</sup> y durante el levantamiento de datos de la presente investigación se encontraron trabajando tres camiones. El apeado lo realiza el operador de motosierra, tardando 2 minutos por árbol, para posteriormente con ayuda de los apeadores, quitar las ramas del tronco y ubicarlo en buena posición para segmentarlo en trozos de 2,5 m, este proceso se repite hasta que la cuadrilla corta los árboles designados para el día de trabajo, después se encargan de formar pilas (paquetes) de alrededor de 3,31 m<sup>3</sup> para el siguiente proceso. En relación a los pagos de los trabajadores, el operador de motosierra gana 15 dólares más que el apeador debido al riesgo de operar una maquina cortante y a que necesita un mayor tiempo de experiencia en su profesión.

**Tabla 1-4:** Proceso 1: Cosecha semi-mecanizada

Subproceso	Equipo	Tiempo	Descripción de la Actividad	Personal/Pago por 8 h
<b>APEADO</b>	Motosierra	2 min	Realización de una muesca y corte transversal	1 operador de motosierra/35 USD
<b>TROCEADO</b>	Motosierra	12 min	Segmentación del árbol en trozas de 2,50 m	
<b>APILADO</b>		50 min	Realización de paquetes de 3,31 m <sup>3</sup>	3 apeadores/20 USD

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

El proceso 2 es realizado por el operador del skidder, termino usado en campo para referirse al operador de la maquinaria llamada *skidder* (vehículo forestal con una garra mecánica) y un apearador de la cuadrilla encargados de enganchar los paquetes de troncos y luego transportarlos hasta el terreno designado para el acopio a los camiones, usualmente ubicado a unos 30 metros de donde se encontraban los paquetes de trozas, este proceso toma alrededor de 8 minutos de trabajo continuo, pero existe una mayor cantidad de pérdida de tiempo debido a que el proceso anterior tarda más en llevarse a cabo. En términos económicos, el operador del skidder gana un total de 480 dólares mensuales, valor establecido por un contrato formal con la empresa.

**Tabla 2-4:** Proceso 2: Cosecha semi-mecanizada

<b>Subproceso</b>	<b>Equipo</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Descripción de la Actividad</b>	<b>Personal/Pago por 8 h</b>
<b>ESTROBEA</b>	Skidder	3 min	Enganche de paquetes de 3,31 m <sup>3</sup>	1 operador del skidder/480 USD mensual
<b>WINCHADO</b>	Wincha con cable	2 min	Arrastre del paquete hacia el Skidders con ayuda de un cable	
<b>ARRASTRE</b>	Skidder	3 min	Recorrido del Skidders hacia el patio de acopio a una distancia de 30 m	

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

Para el proceso 3, la única persona encargada de este trabajo fue el cargador, nombre con el que se le conoce al conductor de la maquinaria Case 4 (vehículo forestal con una garra más pequeña que el skidder), que sube y acomoda las trozas de madera en el trailer (2,5 m de ancho). Al igual que el operador del skidder, gana en función del contrato establecido con la empresa.

**Tabla 3-4:** Proceso 3: Cosecha semi-mecanizada

<b>Subproceso</b>	<b>Equipo</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Descripción de la Actividad</b>	<b>Personal/Pago por 8 h</b>
<b>CARGA</b>	Case 4 o tomil modificado	3 min	Carga de 3,31 m <sup>3</sup> con ayuda de una garra de transporte	1 cargador/480 USD mensual
<b>DESPUNTADO</b>	Motosierra	6 min	Igualado de la madera de un trailer de 50 m <sup>3</sup>	

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

#### 4.2.2. Rendimiento de la cosecha semi-mecanizada

Al tratarse de procesos paralelos, donde, mientras los encargados del proceso 1 se dedican únicamente al apeado, troceado y apilado (exceptuando un apeador de vez en cuando que ayuda al proceso 2), los encargados de los procesos 2 y 3 trabajan con la materia prima producida por varias cuadrillas en campo, dificultando la toma de datos exactos de los procesos de la cosecha semi-mecanizada.

Por recomendación del Ing. Barahona, se estudió la cosecha en base al trabajo que realiza una cuadrilla al día, con requerimientos establecidos para su trabajo, conocido como “avance”, de acuerdo a esto, cada cuadrilla debe cubrir una cuota diaria mínima de 20 m<sup>3</sup>, para el llenado de un camión; según el rendimiento del proceso 3 en la Tabla 4-4, los días analizados (ANEXO A) se produjo un promedio de 66,84 m<sup>3</sup> de madera al día, esto con tres cuadrillas en campo, dando como resultado un promedio por cuadrilla de 22,28 m<sup>3</sup>, valores que entran en lo establecido en los avances de la empresa.

El rendimiento del proceso 1 que dio un valor de 3,31 m<sup>3</sup> corresponde a acciones no exactamente consecutivas, ya que no se contaron los entretiempos de no operación, por lo que no se puede decir que en cada una de las 8 horas de trabajo se produce la cantidad de m<sup>3</sup> mencionados. Al dividir el valor de 22,28 m<sup>3</sup> para las horas de trabajo, tendríamos un rendimiento relativo de 2,79 m<sup>3</sup>/h.

**Tabla 4-4:** Promedios de tiempo y rendimiento del proceso semi-mecanizado

<b>PROMEDIOS</b>	
<b>Proceso 1:</b> apeado, troceado y apilado	
Tiempo (min)	64
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	3,31
<b>Proceso 2:</b> estrobea, winchado y arrastre	
Tiempo (min)	8
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	26,15
<b>Proceso 3:</b> carga y despuntado	
Tiempo (min)	9
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	66,84

Realizado por: Chillagana, Marco, 2023.

Teniendo el valor de rendimiento promedio diario de 66,84 m<sup>3</sup>, podemos extrapolar este valor para tener la producción mensual de madera de teca; para esto, se tomaron en consideración los días hábiles con los que trabaja la empresa, siendo estos de cinco días a la semana por cuatro semanas al mes, dando un total de 20 días hábiles. Mensualmente, bajo esta cosecha semi-mecanizada se producirían alrededor de 1336,8 m<sup>3</sup>; que corresponderían a un valor de ingreso para la empresa de 46788 dólares, valor resultante de la multiplicación del valor del rendimiento mensual por el costo de exportación del metro cúbico de madera rolliza de teca, 400 dólares.

#### 4.2.3. Análisis estadístico de los datos de la cosecha semi-mecanizada

Los datos de los tiempos y rendimientos recopilados muestran varianzas del 0,148 hasta el 2,931 % (Tabla 5-4), por lo que se puede decir que los datos recopilados no tienen una gran variación, los procesos registrados fueron bastante uniformes en sus tiempos y rendimientos. Al tener una varianza baja se puede inferir que la desviación de los datos también será baja, como se puede ver en la tabla, teniendo variaciones de menos de dos minutos en los tiempos y de menos de 2 m<sup>3</sup> en los rendimientos.

**Tabla 5-4:** Análisis estadístico de los datos de la cosecha semi-mecanizada

	Media	Desviación	Varianza
Tiempo Proceso 1	64,1890	1,50232	2,257
Tiempo Proceso 2	8,2966	0,87630	0,768
Tiempo Proceso 3	9,3648	0,90627	0,821
Rendimiento Proceso 1	3,3125	0,38473	0,148
Rendimiento Proceso 2	26,1543	0,99360	0,987
Rendimiento Proceso 3	66,8422	1,71196	2,931

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

#### 4.2.4. Gastos operacionales de la cosecha semi-mecanizada

Para una producción mensual de 1336,8 m<sup>3</sup> de madera rolliza de *Tectona grandis* con el método de cosecha semi-mecanizado, la empresa NOVOPAN invertiría en gastos operacionales alrededor de 20030,59 dólares (Tabla 6-4). Los gastos correspondientes a la mano de obra de los operadores del *skidder* y la cargadora y los relacionados a estos se mantienen constantes por ser procesos hechos únicamente por una persona y una maquinaria, mientras que los demás gastos corresponden a los de tres cuadrillas.

**Tabla 6-4:** Gastos operacionales mensuales de la cosecha semi-mecanizada para tres cuadrillas

Gastos operativos cosecha semi-mecanizada (USD/mes)							
	Tipo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo diario	Costo mensual	Costo para 3 cuadrillas
<b>Mano de obra</b>							
Motosierrista			1	35	35	700	2100,00
Apeador			3	20	60	1200	3600,00
Skiddero			1			480	480,00
Cargador			1			480	480,00
<b>Alquiler maquinaria</b>							
Skidder		USD/m <sup>3</sup>	1336,8	2,8			3743,04
Cargadora		USD/m <sup>3</sup>	1336,8	4,5			6015,60
<b>Combustible</b>							
Motosierra	Extra	galón	3	2,4	7,2	144	432,00
	Aceite Stihl	litro	0,75	9,85	7,3875	147,75	443,25
Skidder	Diesel	galón	17	1,75	29,75	595	595,00
Cargadora	Diesel	galón	15	1,75	26,25	525	525,00
<b>Materiales extra</b>							
Cadena motosierra	cadena 36 dientes/Steel		2	18,75		37,5	112,50
Machete	bellota		2	8,7		17,4	52,20
Lima para cadena	Steel tipo 7/18		4	2,5		10	30,00
Cable para wincha			0,3	1200		360	360,00
<b>Alimentación</b>							
Cargador	comida		3	2,5	7,5	150	150,00
Skiddero	comida		3	2,5	7,5	150	150,00
<b>Dotación de seguridad</b>							
Casco			4	60		240	720,00
Guantes			4	3,5		14	42,00
<b>TOTAL</b>							20030,59

Realizado por: Chillagana, Marco, 2023.

### 4.3. Cosecha tradicional

#### 4.3.1. Procesos presentes en la cosecha tradicional

La cosecha tradicional de *Tectona grandis* en las plantaciones de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. no es una cosecha que se la haga en paralelo con la cosecha semi-mecanizada, es una acción opcional para el caso de que una maquinaria de carga, ya sea el *skidder*, el *Case 4* o ambos, dejen de funcionar, por lo que se necesitaría continuar la extracción únicamente con ayuda de la acción humana. Consta de dos procesos que se describen en las tablas 7-4 y 8-4. A su vez, en estas tablas se establecieron los promedios de tiempo para cada subproceso estudiado, el personal necesario y la remuneración correspondiente.

El proceso 1 y 2 es realizado por las mismas personas de las cuadrillas, donde el operador de motosierra se sigue encargado del tumbado y troceado de los árboles, pero que, al cumplir con lo establecido a sus competencias, colabora en la carga de las trozas al momento de apilar y cargar a los camiones.

**Tabla 7-4:** Proceso 1: Cosecha tradicional

<b>Subproceso</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Instrumento o personal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Personal/Pago por 8 h (USD)</b>
<b>Apeo</b>	2 min	Motosierra 3G1 Stihl	Realización de la muesca y corte transversal	1 operador de motosierras/30 3 apeadores/20
<b>Troceado</b>	12 min	Motosierra y machete	Segmentación del árbol en trozas de 2,50 m de longitud	
<b>Extracción y apilado</b>	60 min	Personal encargado	Apilar manualmente en la vía de carga con distancia de 30 m	

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

**Tabla 8-4:** Proceso 2: Cosecha tradicional

<b>Subproceso</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Instrumento o personal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Personal/Pago por 8 h (USD)</b>
<b>Carga manual</b>	60 min	Personal encargado	El personal encargado debe realizar la carga hacia el transporte	Mismas personas del proceso 1

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

#### **4.3.2. Rendimiento de la cosecha tradicional**

Tomando en cuenta los valores tomados tres días de una semana (lunes, miércoles y viernes) de trabajo de la cosecha tradicional (ANEXO B), se elaboró la Tabla 9-4, que engloba los promedios de los procesos. El proceso 1 destacó por ser el que lleva un poco más de tiempo, al tardarse un promedio de 74 minutos y por producir un rendimiento menor, mientras que el subproceso 2 tiene un rendimiento de casi el doble del subproceso 1.

Al ser un proceso de carga netamente manual, el transporte de las trozas desde la zona de apilado hasta el camión de carga exige un mayor esfuerzo por parte del personal y un mayor tiempo invertido, obligando a que todo el personal de las tres cuadrillas se encargue de este proceso,

ocasionando que, en un día, se llene un solo camión. Como se mencionó anteriormente, esta cosecha solo se la hace en el caso hipotético de daño de ambas maquinarias grandes (*skidder* y Case 4), pero en la realidad de la cosecha de la empresa, esta situación raramente ocurre, o se produce el daño de una sola de las máquinas; igualmente, este daño no es algo con lo que se deba trabajar todo el día, sino que se procede con la cosecha tradicional hasta que se repara el daño y se puede continuar con la cosecha semi-mecanizada, por lo que no los resultados de los rendimientos pueden haber variado en gran medida.

**Tabla 9-4:** Promedios de tiempo y rendimiento de la cosecha tradicional

<b>PROMEDIOS</b>	
<b>Proceso 1:</b> apeo, troceado, extracción y apilado	
Tiempo (min)	74
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	2,46
<b>Proceso 2:</b> carga manual	
Tiempo (min)	60
Rendimiento (m <sup>3</sup> /4h)	4,12

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

En el caso hipotético de que la cosecha tradicional se realizara completamente en los días hábiles de un mes, con un rendimiento promedio por camión de 22,28 m<sup>3</sup> (valor promedio de llenado del camión en la cosecha semi-mecanizada) se extrapolaría que al mes se producen 445,6 m<sup>3</sup> de madera rolliza de teca, que corresponderían a una ganancia para la empresa de 15596 dólares.

#### **4.3.3. Análisis estadístico de los datos de la cosecha tradicional**

De acuerdo con la Tabla 10-4, los datos tomados de la cosecha tradicional tienen variaciones que van desde 0,087 hasta 4,950 %, valores bastante bajos, mostrando que hay homogeneidad en los procesos de la cosecha tradicional. Las desviaciones muestran que los valores tomados tienen ligeras desviaciones del valor de la media, siendo para los tiempos de poco más de dos minutos, y para el rendimiento de menos de un metro cúbico.

**Tabla 10-4:** Análisis estadístico de los datos de la cosecha tradicional

	Media	Desviación	Varianza
Tiempo Proceso 1	73,6177	1,08009	1,167
Tiempo Proceso 2	59,9322	2,22495	4,950
Rendimiento Proceso 1	2,4593	0,29479	0,087
Rendimiento Proceso 2	4,1159	0,57623	0,332

Realizado por: Chillagana, Marco, 2023.

#### 4.3.4. Gastos operacionales de la cosecha tradicional

Para una producción mensual de 445,6 m<sup>3</sup> de madera rolliza de *Tectona grandis* con el método de cosecha tradicional, la empresa NOVOPAN gastaría alrededor de 7531,95 dólares por el trabajo de las tres cuadrillas (Tabla 11-4).

**Tabla 11-4:** Gastos operacionales mensuales de la cosecha tradicional para tres cuadrillas

Gastos operacionales cosecha tradicional (USD/mes)							
Rubro	Tipo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo diario	Costo mensual	Costo para 3 cuadrillas
<b>MANO DE OBRA</b>							
Operador de motosierra			1	35	35	700	2100
Apeador			3	20	60	1200	3600
<b>INSUMOS</b>							
<b>Combustible</b>							
Motosierra	Extra	galón	3	2,4	7,2	144	432
	Aceite Stihl	litro	0,75	9,85	7,3875	147,75	443,25
<b>Materiales extra</b>							
Cadena motosierra	Cadena 36 dientes/Steel		2	18,75		37,5	112,5
Machete	Bellota		2	8,7		17,4	52,2
Lima para cadena	Steel tipo 7/18		4	2,5		10	30
<b>Dotación de seguridad</b>							
Casco			4	60		240	720
Guantes			4	3,5		14	42
<b>TOTAL</b>							7531,95

Realizado por: Chillagana, Marco, 2023.

#### 4.4. Comparación de los rendimientos y gastos operacionales de las cosechas

Con los resultados obtenidos de ambas cosechas se elaboró la Tabla 12-4, donde se pueden visualizar de mejor manera los valores de rendimiento de trabajo al mes en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) y dólares (USD), junto con los gastos operacionales de cada cosecha. De estos resultados se pudo deducir que:

- En la cosecha semi-mecanizada se producen 1336,80 m<sup>3</sup> al mes, con un gasto operativo de USD 20030,59 y una remuneración de USD 534720,00, que equivale a 26,70 veces de beneficio en relación con sus costos.
- En la cosecha tradicional se producen 445,60 m<sup>3</sup> al mes, con un gasto operativo de USD 7531,95 y una remuneración de USD 178240,00, que equivale a un 23,66 veces de beneficio en relación con sus costos.
- El rendimiento en m<sup>3</sup>/mes y en USD/mes de la cosecha semi-mecanizada fue el triple a la de la cosecha tradicional. De acuerdo con la información proporcionada por el Ing. Barahona, en campo pueden llegar a trabajar hasta ocho cuadrillas, haciendo que la producción semi-mecanizada aumente en gran medida el rendimiento mensual.
- El gasto operativo de la cosecha semi-mecanizada es 2,72 veces el gasto de la cosecha tradicional, pero la relación beneficio/costo es mucho mayor para el primer tipo de cosecha.
- De la diferencia entre las relaciones beneficio/costo de los tipos de cosecha, se puede interpretar que, en los momentos donde no se pueda realizar la cosecha semi-mecanizada la empresa pierde por lo menos de 3,04 veces sus ingresos habituales, por lo que se debe recuperar la funcionalidad de las maquinarias lo más pronto posible, para evitar dichas pérdidas.

**Tabla 12-4:** Rendimientos y gastos operacionales mensuales de las cosechas

	<b>Semi-mecanizada</b>	<b>Tradicional</b>
Rendimiento (m <sup>3</sup> /mes)	1336,80	445,60
Rendimiento (USD/mes)	534720,00	178240,00
Gasto operacional (USD/mes)	20030,59	7531,95
Costo/beneficio	26,70	23,66

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

De acuerdo a los valores de rendimientos y gastos operacionales por hora y por metro cubico (Tabla 13-4), se pudo deducir que:

- Por hora, la cosecha semi-mecanizada produjo 8,36 m<sup>3</sup> con un gasto operacional de USD 125,19 y una ganancia de USD 3342,00; también, este tipo de cosecha tardó 7,18 min en producir un metro cúbico con un gasto operacional de USD 14,98 y con un precio de venta de exportación de USD 400.
- Por hora, la cosecha tradicional produjo 2,79 m<sup>3</sup> con un gasto operacional de USD 47,07 y una ganancia de USD 1114,00; también, este tipo de cosecha tardó 21,54 min en producir un metro cúbico con un gasto operacional de USD 16,90 y con un precio de venta de USD 400.
- El rendimiento en m<sup>3</sup>/hora y en USD/hora de la cosecha semi-mecanizada es el triple al de la cosecha tradicional.
- El rendimiento de la cosecha semi-mecanizada es de tan solo 7,18 minutos por metro cúbico, siendo un tercio de lo que tarda la cosecha tradicional en procesar la misma cantidad de madera.
- El valor de rendimiento de dólares por m<sup>3</sup> es el mismo para cada tipo de cosecha, dicho valor, como lo menciona el Ing. Barahona, se encuentra preestablecido de acuerdo a tablas de valores de comercialización de la empresa.
- El gasto operacional por metro cúbico para la cosecha tradicional fue de USD 16,90, mientras que para la cosecha semi-mecanizada fue de USD 14,98, teniendo que en la cosecha tradicional se gastó 1,13 veces el dinero usado en la cosecha semi-mecanizada.

**Tabla 13-4:** Rendimientos y gastos operacionales, por hora y por m<sup>3</sup>, de las cosechas

	<b>Semi-mecanizada</b>	<b>Tradicional</b>
Rendimiento (m <sup>3</sup> /hora)	8,36	2,79
Rendimiento (min/m <sup>3</sup> )	7,18	21,54
Rendimiento (USD/hora)	3342,00	1114,00
Rendimiento (USD/m <sup>3</sup> )	400	400
Gasto operacional (USD/hora)	125,19	47,07
Gasto operacional (USD/m <sup>3</sup> )	14,98	16,90

**Realizado por:** Chillagana, Marco, 2023.

## **CONCLUSIONES**

Se acepta la hipótesis alterna, teniendo que, existieron diferencias entre la cosecha semi-mecanizada y la cosecha tradicional de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A.; estas diferencias se vieron tanto en tiempos y volúmenes de rendimientos como en gastos operacionales, siendo la cosecha semi-mecanizada la más óptima para cumplir los objetivos de la empresa.

Al momento de realizarse el presente estudio los rendimientos de la cosecha semi-mecanizada mostraron ser el triple de los rendimientos de la cosecha tradicional. Estos valores son dependientes de la cantidad de cuadrillas que se encuentren operando en campo, por lo que se puede decir que, a mayor cantidad de cuadrillas, mayor el rendimiento de la cosecha.

Los costos de la cosecha semi-mecanizada, dependiendo del número de cuadrillas en campo, son mayores a los de la cosecha tradicional. Para el caso de tres cuadrillas en campo los costos de la cosecha semi-mecanizada fueron de 2,72 veces el de la cosecha tradicional.

Los beneficios de la cosecha semi-mecanizada fueron de 26,70 veces sus costos, mientras que los beneficios de la cosecha tradicional fueron de solo 23,66 veces sus costos operacionales. El uso de la maquinaria forestal en las cosechas se justifica al generar mayores beneficios económicos.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar un estudio más detallado del proceso de cosecha semi-mecanizado de la teca en la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A., que englobe datos de los tiempos de inactividad y evalúe los casos por los que existe inactividad más importantes y frecuentes para desarrollar un plan que evite estos problemas.

Comparar los costos operacionales y los beneficios al trabajar con diferentes cantidades de cuadrillas en campo para determinar el número óptimo de personal necesario para la cosecha.

## BIBLIOGRAFÍA

**ÁLVAREZ, J.; et al.** Impacto de la Cosecha Mecanizada en la Cadena de Valor Forestal (Monografía) (Licenciatura) [en línea]. Universidad de la República, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Montevideo-Uruguay. 2009, p. 4. [Consulta: 14 enero 2022]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/59/1/M-CD4047.pdf>.

**BUSTAMANTE, L.** *Mecanización de la cosecha* [en línea]. Montevideo-Uruguay: Universidad de la República, 2017, p. 1. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://silo.tips/download/mecanizacion-de-la-cosecha>.

**CAREY, P.; et al.** “Evaluación técnica de un sistema tradicional de cosecha en plantaciones de *Eucalyptus globulus* de corta rotación en Valdivia, Chile”. *Bosque* [en línea], 2006, (Chile) 27(3), pp. 272-276. [Consulta: 15 enero 2022]. ISSN: 0304-8799. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v27n3/art08.pdf>.

**CATÁLOGO VIRTUAL DE FLORA DEL VALLE DE ABURRÁ.** *Tectona grandis* [en línea]. Medellín-Colombia: Universidad EIA, 2014. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/231>.

**CENICAÑA.** *Cosecha, alce y transporte de caña* [en línea]. Cali-Colombia: Cenicaña, 2015. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.cenicana.org/cosecha-alce-transporte/>.

**CORPEI; & EXPOECUADOR.** *Planificación estratégica. Plantaciones forestales en el Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones y Agencia Ejecutora del Programa de Cooperación Económica con Ecuador, 2007, p. 21. [Consulta: 09 noviembre 2022]. Disponible en: [http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE\\_Plantaciones.pdf](http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Plantaciones.pdf).

**ECUADOR FORESTAL.** *Ficha técnica N° 12. Teca* [en línea]. Quito-Ecuador: Ecuador forestal, 2010, p. 1. [Consulta: 09 noviembre 2022]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/TECA.pdf>.

**FAO.** *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020, p. 5. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/CA8753ES/CA8753ES.pdf>.

**GARCÍA, E.; & FLEGO, F.** *Agricultura de Precisión* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Universidad de Palermo, 2005, p. 18. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>.

**GOBIERNO DE NAVARRA.** *Maquinaria Forestal* [en línea]. Navarra-España: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2017, pp. 3-14. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D0BC5D5B-545F-4F6A-8F85-35595E34930C/0/13unidad13.pdf>.

**GONÇALVES, R.** “Análisis económico de la cosecha mecanizada en repoblaciones de *Eucalyptus* spp. en sitios montañosos”. *Madera y Bosques* [en línea], 2018, (Brasil) 24(3), pp. 1-12. [Consulta: 13 enero 2022]. ISSN: 2448-7597. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v24n3/2448-7597-mb-24-03-e2431621.pdf>.

**HOLGUÍN, E.** Análisis de la comercialización de la teca caso: China, período 2010-2014 y promoción de productos elaborados en teca para la exportación (Tesis) (Maestría) [en línea]. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Maestría en Negocios Internacionales y Gestión de Comercio Exterior. Guayaquil-Ecuador. 2015, p. 4. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12018/1/TESIS%20DE%20MAESTRIA%20-%20ESTHER%20HOLGUIN.pdf>.

**LANLY, J.** *Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2003. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/xii/ms12a-s.htm>.

**LINFATI, R.; et al.** “Planificación agregada en la cosecha forestal: un modelo de programación matemática y solución”. *Maderas. Ciencia y tecnología* [en línea], 2016, (Chile) 18(4), pp. 555-556. [Consulta: 15 enero 2022]. ISSN: 0718-221X. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/maderas/v18n4/aop4816.pdf>.

**LLANGA, P.** Evaluación de los sistemas de cosecha en plantaciones de pino (*Pinus patula*) en forma mecanizada y semi-mecanizada en la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2011, pp. 7-57. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1357/1/33T0093.pdf>.

**MAE.** *Proyecto Socio Bosque* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019, p. 7. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/12.SOCIO\\_BOSQUE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/12.SOCIO_BOSQUE.pdf).

**MASISA.** *Plan de Manejo Forestal* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: MASISA Forestal S.A., 2012, pp. 2-25. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: [https://corporativo.masisa.com/wp-content/uploads/2019/10/Plan\\_de\\_Manejo\\_Forestal\\_2012\\_Resumen\\_Publico.pdf](https://corporativo.masisa.com/wp-content/uploads/2019/10/Plan_de_Manejo_Forestal_2012_Resumen_Publico.pdf).

**MASISA.** *Resumen público del plan de manejo y monitoreos* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: MASISA Forestal Argentina, 2022, p. 4. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: <https://corporativo.masisa.com/wp-content/uploads/2022/04/resumen-publico-plandemaneymonitoreos-2022.pdf>.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR.** *Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador Continental* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012, p. 22. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf).

**MOVIMIENTO MUNDIAL POR LOS BOSQUES TROPICALES.** *Plantaciones forestales: impactos y luchas* [en línea]. Montevideo-Uruguay: Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales, 1998, p. 6. [Consulta: 13 enero 2022]. ISBN: 9974-574-22-6. Disponible en: [https://www.wrm.org.uy/pt/files/2013/04/Plantaciones\\_forestales\\_Impactos\\_y\\_luchas.pdf](https://www.wrm.org.uy/pt/files/2013/04/Plantaciones_forestales_Impactos_y_luchas.pdf).

**MUDRAZ, D.; et al.** Planificación de la cosecha forestal (Proyecto de grado) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de la República Uruguay, Facultad de Ingeniería, Ingeniería en Producción. Montevideo-Uruguay. 2021, p. 2. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/28019/1/MHF21.pdf>.

**NIETO, J.; et al.** “Análisis de la diversidad genética del germoplasma de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Ecuador”. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], 2018, (Ecuador) 5(21), pp. 108-121. [Consulta: 15 enero 2022]. ISSN: 2448-6671. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v5n21/v5n21a8.pdf>.

**QUINCHUELA, D.** Aprovechamiento forestal semi-mecanizado de madera de *Pinus radiata* D. Don (pino) en plantaciones de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. en la parroquia Cebadas, cantón Guamote provincia de Chimborazo (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal.

Riobamba-Ecuador. 2015, p. 1. [Consulta: 14 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4259/1/33T0143%20.pdf>.

**SÁNCHEZ, A.; et al.** *Sector maderero Ecuador. Panorama general* [en línea]. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2020, p. 1. [Consulta: 09 noviembre 2022]. Disponible en: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/06/Sector-maderero-Ecuador-aprobado.pdf>.

**TROPICOS.** *Tectona grandis L. f.* [en línea]. San Luis-Estados Unidos: Missouri Botanical Garden, 2022. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/33700544>.

## ANEXOS

### ANEXO A: PERIODICIDAD DE LA COSECHA SEMI-MECANIZADO EN LOS DÍAS LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES

Día Lunes	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO
	<b>Proceso 1</b>			
Tiempo (min)	65,18	63,14	63,30	63,87
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	3,18	3,04	3,80	3,34
	<b>Proceso 2</b>			
Tiempo (min)	7,36	9,01	8,21	8,19
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	25,09	26,53	27,66	26,43
	<b>Proceso 3</b>			
Tiempo (min)	9,43	10,73	8,18	9,45
Rendimiento (m <sup>3</sup> /8h)	68,13	67,21	68,84	68,06

Día Miércoles	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO
	<b>Proceso 1</b>			
Tiempo (min)	62,28	63,27	66,22	63,92
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	3,26	3,34	3,97	3,52
	<b>Proceso 2</b>			
Tiempo (min)	9,14	7,35	8,15	8,22
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	25,54	27,18	24,53	25,75
	<b>Proceso 3</b>			
Tiempo (min)	8,31	9,98	9,61	9,30
Rendimiento (m <sup>3</sup> /8h)	66,64	67,66	63,45	65,92

Día Viernes	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO
	<b>Proceso 1</b>			
Tiempo (min)	66,19	62,94	65,19	64,77
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	3,13	2,70	3,39	3,07
	<b>Proceso 2</b>			
Tiempo (min)	9,65	8,59	7,20	8,48
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	25,99	26,65	26,20	26,28
	<b>Proceso 3</b>			
Tiempo (min)	8,36	9,47	10,21	9,35
Rendimiento (m <sup>3</sup> /8h)	65,21	66,10	68,33	66,55

### ANEXO B: PERIODICIDAD DE LA COSECHA TRADICIONAL EN LOS DÍAS LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES

Día Lunes	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO
	<b>Proceso 1</b>			
Tiempo (min)	73,46	72,78	72,52	72,92
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	2,81	2,58	2,55	2,65
	<b>Proceso 2</b>			
Tiempo (min)	60,71	60,65	61,27	60,88
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	4,88	3,36	4,62	4,29

<b>Día Miércoles</b>	Dato 1	Dato 2	Dato 3	<b>PROMEDIO</b>
	<b>Proceso 1</b>			
Tiempo (min)	73,46	74,80	73,00	73,75
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	2,57	2,05	2,11	2,24
	<b>Proceso 2</b>			
Tiempo (min)	57,18	56,59	61,40	58,39
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	4,45	3,70	4,11	4,08

<b>Día Viernes</b>	Dato 1	Dato 2	Dato 3	<b>PROMEDIO</b>
	<b>Proceso 1</b>			
Tiempo (min)	75,19	74,93	72,43	74,18
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	2,57	2,10	2,79	2,49
	<b>Proceso 2</b>			
Tiempo (min)	58,32	63,56	59,72	60,53
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	4,46	4,26	3,21	3,98

### ANEXO C: TOMA DE DATOS





**ANEXO D:** PLANTACIÓN DE *Tectona grandis* DE NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.



**ANEXO E:** CARGADORA CASE 4 O TOIMIL





**ANEXO F: SKIDDER TIMBERHARD 8 Y CARGADO**





**ANEXO G: PAQUETE DE MADERA ROLLIZA**



**ANEXO H: PAQUETES DE MADERA EN LA ZONA DE CARGA JUNTO AL CAMINO**



## ANEXO I: PROCESO DE CARGA MANUAL



## ANEXO J: CAMIÓN DE CARGA

