

# **Efecto del aprovechamiento forestal en el dosel inferior y el suelo en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras**

**Alexis Santiago Dubon Escobar**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

# **Efecto del aprovechamiento forestal en el dosel inferior y el suelo en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Alexis Santiago Dubon Escobar**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2015

# **Efecto del aprovechamiento forestal en el dosel inferior y el suelo en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras**

Presentado por:

Alexis Santiago Dubon Escobar

Aprobado:

---

Josué León, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Laura Suazo, Ph.D.  
Directora  
Departamento de Ingeniería en  
Ambiente y Desarrollo

---

Juan Carlos Flores, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **Efecto del aprovechamiento forestal en la biomasa del dosel inferior y el suelo en un bosque de conífera en Santa Inés, Honduras**

**Alexis Santiago Dubón Escobar**

La Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.) Zamorano cuenta con grandes extensiones de bosque de coníferas, ofreciendo oportunidad de realizar actividades de manejo forestal. Por ser un área de captación de agua es importante determinar el efecto en el dosel inferior y el suelo de las actividades de corta selectiva. Los objetivos del estudio fueron: determinar el tratamiento silvícola, estimar el efecto en el dosel inferior y daño en el suelo. El área de estudio incluye dos diferentes rodales con dos diferentes pendiente que son de 0 a 30% y de 31 a 60%. Se determinó que el tratamiento silvícola a aplicar fue la corta selectiva y sanidad. Se cuantificó el área de daño en el suelo a través de cuatro diferentes criterios de evaluación y se evaluó el efecto en el dosel inferior antes y después de la corta selectiva y sanidad. Se recomendó realizar este tipo de tratamiento para bosques de coníferas y obras de conservación de suelo para reducir el efecto después del aprovechamiento en el dosel inferior y el suelo. El estudio permitió conocer, interpretar y evaluar las condiciones adecuadas para realizar un aprovechamiento forestal con el mínimo impacto. El estudio concluye a que el dosel inferior no tiene efectos negativos por el aprovechamiento forestal y la mayor parte del área aprovechada no ocasionó disturbios (78%) en el suelo.

**Palabras clave:** Biomasa, DAP, inventario forestal.

**Abstract.** The Panamerican Agricultural School (EAP) Zamorano has large areas of coniferous forest, offering an opportunity to engage in forestry management. Being a water catchment area is important determine the effect on the lower canopy and soil. The study objectives were to determine the silvicultural treatment, estimate the effect on the lower canopy and the damage on the ground. The area of study includes two different stands by two different slope ranges that are from 0 to 30% and from 31 to 60%. Silvicultural treatment was determined to apply in the logging. The quantification of the damage area on the ground was done through four different evaluation criteria's and the effect on the lower canopy was evaluated before and after the selective cutting. It was recommended to do this type of treatment for coniferous forests and soil conservation works to reduce the effect after the logging in the lower canopy and ground. The study permitted to know, interpret and evaluate the adequate conditions for logging with a minimal impact. The study concluded that the lower canopy had no negative effects on lower canopy and that most of the area did not cause disturbances (78%) on the ground.

**Key words:** Biomass, DAP, forestry inventory.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>15</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>16</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>18</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Lista de especies en el dosel inferior del bosque de conífera en Santa Inés, Honduras.....	5
2. Nomenclatura para evaluar las condiciones del suelo en el bosque de conífera en Santa Inés, Honduras..	7
3. Biomasa del dosel inferior antes y despues del aprovechamiento para dos diferentes rangos de pendiente en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras...	11
Figuras	Página
1. Ubicación de dos rodales en la microcuenca Santa Inés, Honduras, 2015.....	3
2. Área de estudio: rodales en la microcuenca Santa Inés, Honduras, 2015 .....	4
3. Esquema de un muestreo sistemático para la estimación de biomasa del bosque de conífera en Santa Inés, Honduras .....	7
4. Distribución diámetro-altura en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras. ....	8
5. Distribución de individuos por cada clase diamétrica del rodal 1 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras.....	9
6. Distribución del volumen por cada clase diamétrica del rodal 1 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras.....	9
7. Distribución de individuos por clase diamétrica del rodal 2 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras. ....	10
8. Distribución del volumen por clase diamétrica del rodal 2 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras..	10
9. Porcentaje de área afectada en la parcela uno del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	12
10. Porcentaje de área afectada en la parcela dos del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	12
11. Porcentaje de área afectada en la parcela tres del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	13
12. Porcentaje de área afectada en la parcela cuatro del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	13

Anexos	Página
1. Biomasa por cada nivel en la parcela uno antes del aprovechamiento.....	18
2. Biomasa por cada nivel en la parcela dos antes del aprovechamiento .....	18
3. Biomasa por cada nivel en la parcela tres antes del aprovechamiento.....	18
4. Biomasa por cada nivel en la parcela cuatro antes del aprovechamiento.....	18
5. Biomasa por cada nivel en la parcela uno después del aprovechamiento... ..	19
6. Biomasa por cada nivel en la parcela dos después del aprovechamiento.....	19
7. Biomasa por cada nivel en la parcela tres después del aprovechamiento .....	19
8. Biomasa por cada nivel en la parcela cuatro después del aprovechamiento .....	19
9. Resultados del análisis ANOVA para estimar el efecto en el dosel inferior después de la corta selectiva en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	20
10. Área afectada en m <sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela uno en el bosque de conífe- ras en la microcuenca Santa Inés, Honduras... ..	20
11. Área afectada en m <sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela dos en el bosque de conífe- ras en la microcuenca Santa Inés, Honduras. ....	20
12. Área afectada en m <sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela tres en el bosque de conífe- ras en la microcuenca Santa Inés, Honduras. ....	21
13. Área afectada en m <sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela cuatro en un bosque de co- níferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras. ....	21
14. Arrastre de árboles utilizando tracción animal en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	21
15. Ubicación de la bacadilla en el rodal uno en un bosque de coníferas en la micro- cuenca Santa Inés, Honduras. ....	22
16. Mapa milimetrado del área disturbada en el suelo en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	22

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques cubren aproximadamente 4,000 millones de hectáreas, representando el 30% de la superficie terrestre (Meza 2005). Los bosques de coníferas alcanzan aproximadamente el 49.5% de las áreas boscosas a nivel mundial y se ubica en las zonas de climas boreales y templados del planeta, especialmente en países con mayores niveles de desarrollo económico (Flores y Mairena 2005). Cumplen funciones de un sistema sustentable en relación al suelo, agua, biodiversidad y otra cantidad de beneficios para la vida. En la actualidad, gran parte de la población se beneficia de manera directa del bosque por medio del aprovechamiento de bienes y productos forestales.

Las coberturas forestales proveen distintos grados de protección, de tal manera que el hombre puede controlar en gran parte la erosión escogiendo adecuadamente el uso y el manejo de la tierra (CATIE 2004). El aprovechamiento de los recursos forestales forma parte del desarrollo económico y social de los países, donde en la actualidad se dan diferentes intentos a nivel mundial para alcanzar el manejo sostenible de los bosques (Contreras y Cordero 1996). La creciente demanda por productos y servicios provenientes de los bosques en los últimos años ha generado una presión enorme sobre los recursos forestales del mundo, poniendo en riesgo su existencia en el futuro (Pratt y Quijandra 1997).

Existe una necesidad permanente de perfeccionar los sistemas y técnicas de explotación para conseguir la plena compatibilidad con los objetivos de la ordenación forestal responsable y contribuir, por tanto, a alcanzar las metas económicas y sociales del desarrollo sostenible (Dykstra y Heinrich 1996). En Honduras el ecosistema predominante son los bosques, los cuales se encuentran afectados por problemas de incendios forestales, corta ilegal y consumo de leña para vivienda y similares que los ubica en un estado de vulnerabilidad (Pratt y Quijandra 1997).

Los bosques de conífera en Honduras son más homogéneos en estructura y composición que los bosques latifoliados. La especie más representativa del país es el *Pinus oocarpa*. En cuanto al aprovechamiento, proveen mayor volumen comercial por unidad de área debido a su homogeneidad y tamaño que reduce los costos de aprovechamiento por unidad de volumen (Orozco, Brumer y Quiros 2006).

Conocer la cantidad de bosque disponible es necesario para un buen manejo, pero debido a sus grandes extensiones, es necesario inventariar por medio de muestreos cuando de amplias áreas se trata (Mercado 1997). Los inventarios forestales determinan las características dasométricas que sirven para definir un volumen promedio por ha en función de la especie, sitio y edad. Las actividades silvícolas están determinadas por la elaboración del inventario, ya que define la capacidad del bosque para poder regenerarse (Glade 2006).



Entre los diferentes métodos de aprovechamiento se encuentra la corta selectiva, la cual permite la regeneración natural inducida mediante cortas parciales que facilitan la apertura gradual del dosel. Los árboles que son cosechados son los más viejos y maduros, la intensidad de aprovechamiento se realiza en relación a la capacidad de regeneración del bosque. Si lo amerita, el tratamiento debe ir acompañado de una limpieza sanitaria que remueva todos los árboles que se encuentren afectados por plagas y enfermedades, así como todos aquellos que se encuentren en un estado defectuoso para su aprovechamiento (Aguilera 2013).

Toda actividad de aprovechamiento forestal causará, irremediablemente, algún nivel de daño ya sea a la masa remanente, al suelo y/o a las fuentes de agua (Contreras, Cordero y Fredericksen 2001). Además, causa daño considerable a la vegetación del dosel inferior como consecuencia de la construcción y el uso de pistas de arrastre, caminos madereros y patios por acopio (Palacio 1989). La intensidad de los daños a la vegetación está relacionado directamente con la intensidad de aprovechamiento (Dubon 1996). El sotobosque es quien se encarga, más allá del bosque, de brindarle la protección al suelo de la erosión, debido a que se encuentra presente en mayores densidades, donde incluye toda la capa de materia orgánica que es acumulada en el suelo (Pritchett 1991).

Las actividades de aprovechamiento pueden realizarse de manera artesanal que por lo general no ocasionan daños significativos en comparación al uso de maquinaria (Cruz 2003). La caída y el arrastre de los árboles puede ocasionar un impacto en el suelo que ocasiona la remoción y la compactación que va aumentando por la presión ejercida de la maquinaria o los animales, por el número de pasadas de los mismos en un mismo punto (Salas 1987).

El Zamorano cuenta con extensas áreas de bosque natural, donde el aprovechamiento forestal no se ha intensificado, sin datos registrados de la magnitud de los daños al sotobosque y el suelo. Comunidades están restringiendo el uso de recurso forestal por restricciones de protección, sin conocer aún sí realmente hay impacto con una baja cosecha y con ciertas pendientes. Estos daños son los más estudiados y publicados, sin embargo, los estudios son muy difícil de comparar porque las condiciones del bosque, la cantidad de volumen a extraer, la metodología y las definiciones de daños van a variar según el lugar donde se realice el aprovechamiento (Orozco, Brumer y Quiros 2006).

El área total de estudio es de cuatro ha ubicadas en la parte media de la cuenca. Los criterios para determinar el área fueron las condiciones similares en las características del sotobosque y el suelo, incluyendo la homogeneidad del bosque. Se clasificó en dos rangos de pendiente de 0 a 30% y de 31 a 60%.

El objetivo general del estudio fue evaluar el efecto del aprovechamiento forestal en el dosel inferior y el suelo en el bosque de coníferas y los objetivos específicos fueron: i) determinar el tratamiento silvícola aplicable al bosque de coníferas de Santa Inés según su estructura y densidad, ii) evaluar el resultado de realizar el aprovechamiento forestal en el dosel inferior y el suelo en el bosque de coníferas, en la microcuenca Santa Inés.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización de la zona de estudio.** El estudio se realizó en el bosque de conífera ubicado en la microcuenca de Santa Inés. Está localizado entre los municipios de Güinope, San Antonio de Oriente y Yuscarán, a 30 kilómetros de Tegucigalpa, Honduras (Figura 1). Con altitud que va desde 784 a 1,154 msnm, la temperatura promedio anual es de 24° C y una precipitación promedio anual de 1,100 mm.

**Área de estudio.** El Zamorano cuenta con un área de 737.81 ha de propiedad ubicadas en la microcuenca Santa Inés. De estas, 582.26 ha son bosque de coníferas, con edades que oscilan entre los 30 a 35 años. Los rodales se dividieron según dos diferentes rangos de pendiente que son de 0-30% y de 31-60%. Luego la rodalización se realizó basada en la estructura del bosque y el dosel inferior homogéneo. Se delimitaron cuatro ha en los dos diferentes rodales. Cada rodal tiene un área de dos ha, con características de sotobosque y suelo similares. Se obtuvo una imagen satelital con la ubicación de ambos rodales, donde el rodal uno tiene la pendiente de 0 a 30% y el rodal dos de 31 a 60% (Figura 2).

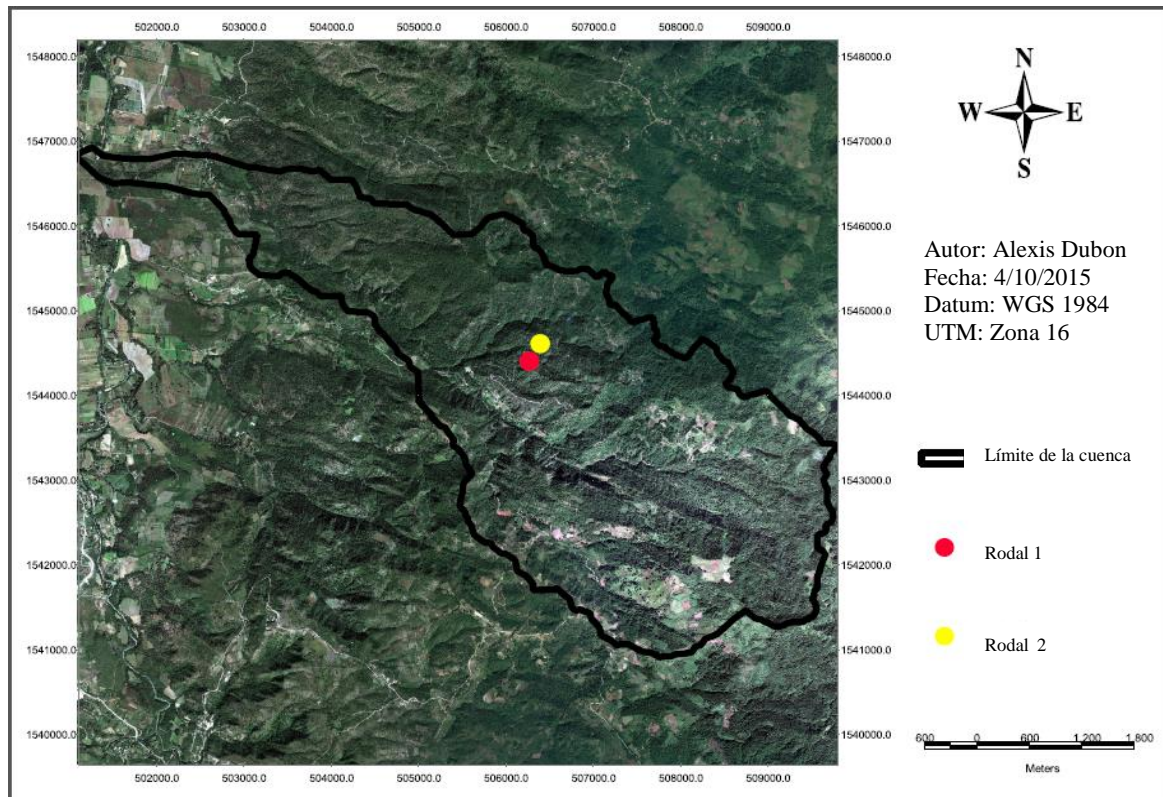


Figura 1. Ubicación de dos rodales en la microcuenca Santa Inés, Honduras, 2015.

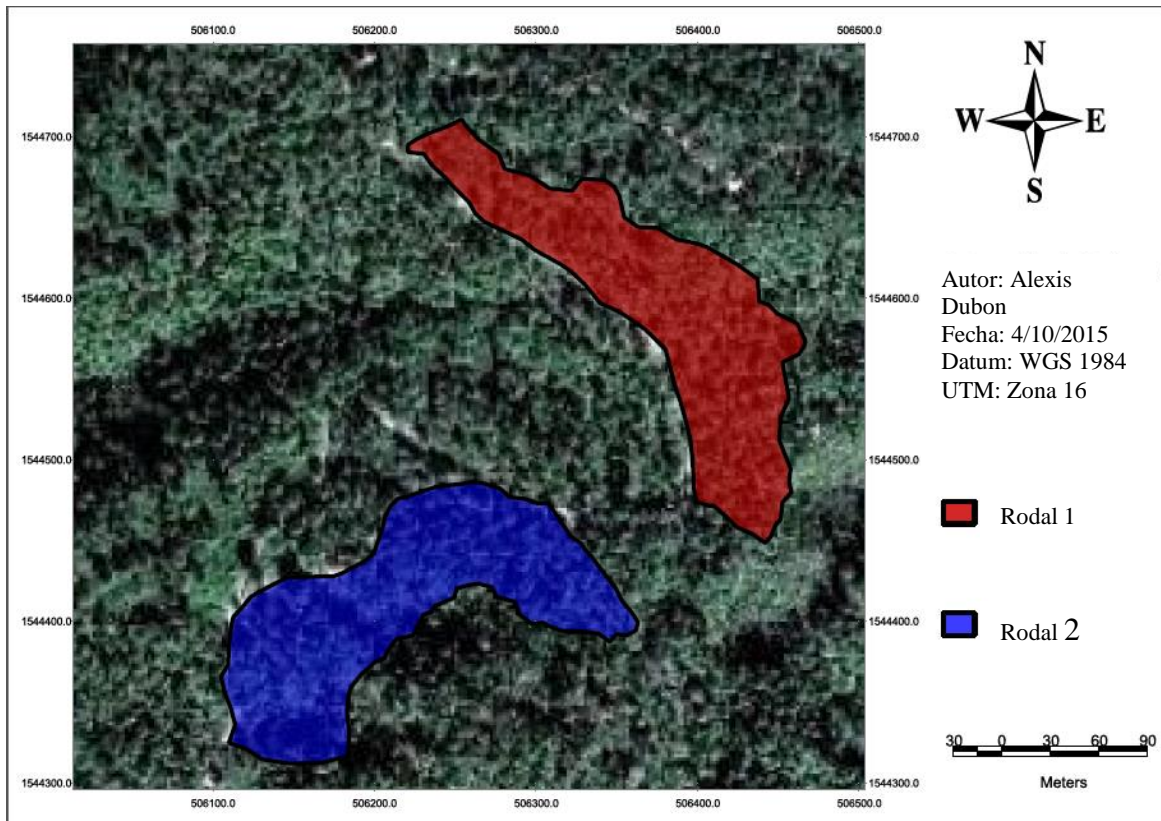


Figura 2. Área de estudio: rodales en la microcuenca Santa Inés, Honduras, 2015.

**Características del bosque.** La especie de conífera en el área es el *Pinus oocarpa*. El bosque cuenta con un estrato P1. El cual se caracteriza por ser similar en altura, diámetro, edad y densidad (Alvarado 2013). El estrato P1 se encuentra en un 83% del área de los rodales, con una edad promedio de 31 años. Es un bosque de pino mediano con una subclase de tipo ralo. El manejo forestal ha sido deficiente, consecuencia de esto se han acumulado en gran cantidad árboles enfermos y deformes.

**Descripción del dosel inferior.** La densidad de biomasa en el dosel inferior es similar en los dos rodales de estudio. Las especies pertenecientes al dosel inferior fueron identificadas con la ayuda de un baquiano, con amplios conocimientos acerca de los nombres comunes debido a que reside en las cercanías del bosque. La dificultad de este método se presenta al momento de investigar los nombres científicos, ya que en muchas regiones del país, los nombres nativos cambian, debido a la diversidad de nombres comunes que se le da a una especie determinada (Dykstra y Heinrich 1996). Los nombres científicos fueron identificados en base a las características de crecer en áreas forestales de ciertas especies que conforman el dosel inferior (Cuadro 1). La mayoría de las especies son de tipo arbustiva, facilitando el ingreso para la toma de datos. Al momento de realizar el aprovechamiento se considera realizar el mínimo daño al dosel inferior, ya que el suelo es protegido mayormente por la biomasa, no por el bosque de pino.

Cuadro 1. Lista de especies en el dosel inferior del bosque de conífera en Santa Inés, Honduras.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Encino	<i>Quercus corrugate</i>
Zarza	<i>Rubus ulmifolius</i>
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>
Encinillo	<i>Quercus berberidifolia</i>
Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>
Carbon	<i>Prosopis juliflora</i>
Uvilla	<i>Synardisia venosa</i>
Agrito	<i>Berberis trifoliolata</i>
Cordoncillo	<i>Piper marginatum</i>
San juanillo	<i>Setaria sphacelata</i>
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Tarasca	<i>Antirrhinum majus</i>
Uva de montaña	<i>Vitis rupestris</i>
Tabaquillo	<i>Emilia fosbergii</i>
Guarumo	<i>Cecropia sp.</i>
Guayabillo	<i>Matudea trinervia</i>
Guajuinicuil	<i>Inga spuria</i>
Quebradillo	<i>Acanthosyris spinescens</i>

**Descripción del suelo.** La cubierta forestal que descansa sobre la superficie del suelo es abundante en ambos rodales de manera uniforme. Se considera cubierta forestal a toda la materia orgánica, entre ella la hojarasca y las capas de materiales orgánicos en descomposición (Pritchett 1991). El bosque posee suelos andosoles (Alfic Haplustand), que tienen características de ser poco profundos (Velasquez y Lezana 2012).

**Inventario forestal.** El propósito de desarrollar el inventario forestal fue obtener la información de área basal y volumen del bosque en pie, el cual permitió seleccionar el tratamiento silvícola a aplicar y efectuar la actividad de aprovechamiento de manera sostenible. Inicialmente se delimitó los dos rodales que cumplieran los siguientes criterios: rangos de pendiente de 0-30% y 31-60%, dosel inferior homogéneo y el mismo tipo de suelo. Se utilizó el método de muestreo sistemático con aleatoriedad en los estratos con el fin de que los estratos estuvieran distribuidos de manera homogénea y que el diseño sistemático proporcionará una distribución regular con distancias iguales entre las unidades de muestreo. En campo, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) utilizando la forcípula. Se midió la altura a uno de cada cinco árboles utilizando un clinómetro considerando solo los árboles con DAP mayor a 10 cm.

Para la ecuación de altura se hizo una relación entre la altura en m y el diámetro en cm, con el objetivo de definir otras curvas proporcionales y conocer la distribución de los individuos en el bosque. Se calculó el índice de densidad de copa y la corta anual permisible. Una vez realizado el inventario se envió el expediente con la solicitud ante el Instituto de Conservación y Desarrollo Forestal (ICF). El permiso fue aprobado con previa verificación del sitio por parte de un técnico forestal que comprobó las condiciones del bosque y los datos del inventario.

**Aprovechamiento forestal.** La actividad en general del aprovechamiento se inició con la ayuda de trabajadores de Zamorano, cumpliendo funciones específicas como la limpieza, el corte, arrastre de la madera, transporte hacia la bacadilla y el transporte hacia la unidad de forestales de Zamorano. Según el índice de densidad de copa, el tratamiento a aplicar es el de corta selectiva y sanidad, sin necesidad de realizar un raleo, que comúnmente es ejecutado. Se marcó con pintura blanca a todos los árboles semilleros y con pintura azul a todos los árboles maduros, deformes y enfermos. Se cortaron aquellos arboles marcados con pintura azul y dejando los árboles semilleros marcados con pintura blanca.

**Efectos en el dosel inferior.** Para estimar el daño, se cuantificó la biomasa presente en ambos rodales por medio del método de muestreo doble botanal. Este consiste en realizar un mayor número de muestreos poco precisos en áreas. Considerando que los errores son aleatorios, se obtiene una estimación de la biomasa más exacta y precisa en comparación a una menor cantidad de muestras. Con una mayor área, incluyendo un mayor esfuerzo requerido (Diaz 2007). La intensidad de muestreo fue del 5% por cada ha, es decir, 500 muestras/ha. Las parcelas de muestreo tienen un área de 1 m<sup>2</sup> de forma circular.

Se realizó el muestreo de manera sistemática, en líneas paralelas con distanciamientos entre parcelas de 5 m y entre líneas de 10 m, para un total muestreado de 500 m<sup>2</sup>/ha (Figura 3). El método de muestreo consiste en clasificar cinco diferentes niveles de biomasa presente en cada ha en específico. Siendo el nivel uno, el nivel más bajo de biomasa presente en 1 m<sup>2</sup> y el nivel cinco, el más alto. La selección de los niveles se realizó en base a observaciones en toda el área. Se cortó y pesó la biomasa por cada nivel, antes y después del tratamiento de corta selectiva y sanidad. Luego se secó en un horno solar a 50°C en las horas pico y a temperatura ambiente durante 72 horas. Se obtuvo el peso seco por diferencia entre el peso inicial y el peso final. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa Excel con las funciones de MegaStat.

**Efecto en el suelo.** El tipo de evaluación diseñado por Cordero y Meza en el año 1992, tiene como fin determinar el nivel de alteración del suelo en la superficie evaluada a través de criterios de daño en el suelo por actividades de aprovechamiento forestal (Contreras, Cordero y Fredericksen 2001). Se utilizó cuatro diferentes criterios de daño para evaluar el impacto del aprovechamiento forestal en la superficie del suelo (Cuadro 2). Para la recolección de datos se delimitó cinco parcelas de 20 m × 20 m en cada ha. Se dividió cada ha en 25 subparcelas, para luego hacer una distribución al azar utilizando la función Ran# de la calculadora. Lo que se busca es separar la proporción del área de aprovechamiento fue alterada y determinar si existe el potencial para que ocurran problemas en el dosel inferior.

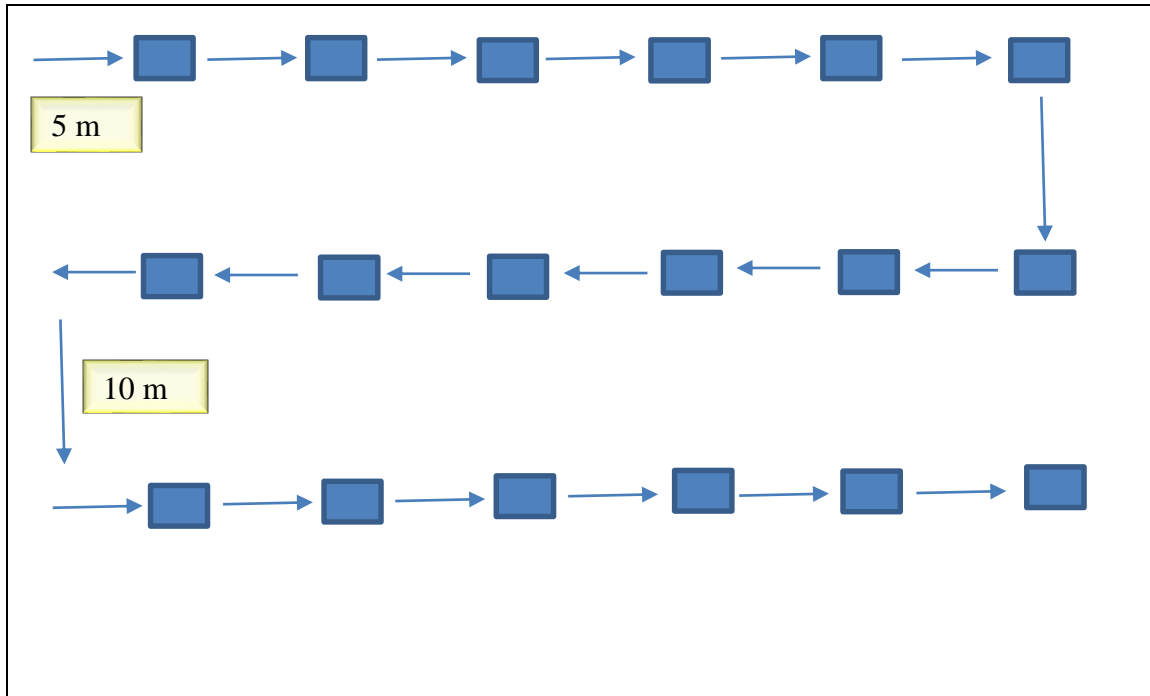


Figura 3. Esquema de un muestreo sistemático para la estimación de biomasa del bosque de conífera en Santa Inés, Honduras.

Se evaluó las condiciones dentro de cada parcela y se midió tomando distancias y rumbos. Se calculó el porcentaje de área para cada criterio de daño del suelo utilizando papel milimétrico para graficar las áreas de las subparcelas.

Cuadro 2. Nomenclatura para evaluar las condiciones del suelo en el bosque de conífera en Santa Inés, Honduras.

<b>Criterios de daños al suelo</b>	<b>Nivel</b>
Sin disturbar: materia orgánica en su lugar, sin alteración	1
Algo disturbado: materia orgánica removida, en su lugar	2
Muy disturbado: materia orgánica removida, suelo expuesto	3
Extremadamente disturbado: evidente remoción del suelo	4

Fuente: Cordero y Meza 1992, adaptada por el autor.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Inventario forestal.** Se midió el DAP de 262 árboles en el rodal uno y 281 árboles en el rodal dos, para un total de 543 árboles en toda el área de estudio. Para definir el tratamiento silvícola fue necesario conocer la distribución de los individuos y en base a ello aplicar la ecuación de altura (Figura 4). La distribución define la estructura vertical de los rodales. Con las características del bosque se determinó que el tratamiento es la corta selectiva y sanidad. Se calculó la distribución de individuos por clase diamétrica para ambos rodales, lo que permitió determinar la frecuencia relativa y la probabilidad de que un árbol pertenezca a una clase diamétrica en específico.

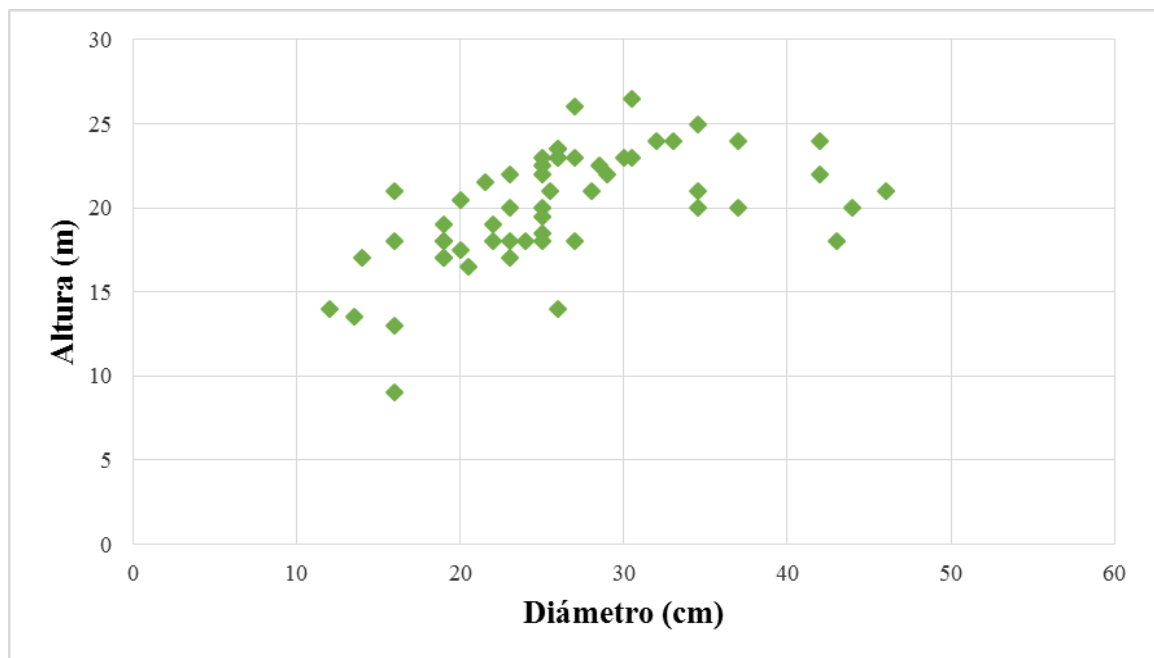


Figura 4. Distribución diámetro-altura en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

La estructura del rodal 1 está compuesta principalmente por árboles con diámetros de 25 a 29.9 cm y sin presencia de árboles con diámetro de 50 a 54.9 cm (Figura 5). El rodal 2, tiene las mismas condiciones en cuanto a estructura del rodal 1, siendo más homogéneo en distribución en el resto de clases diamétrica (Figura 6). El volumen fue calculado utilizando la fórmula de volumen propuesta por el Inventario Forestal Nacional (INFONAC).



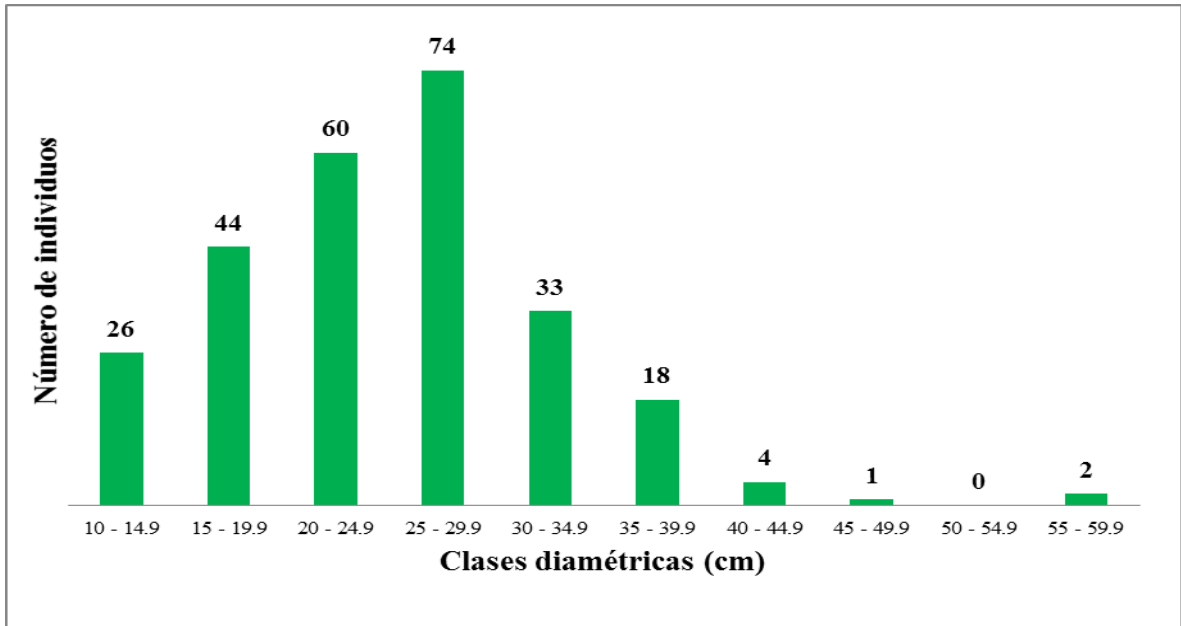


Figura 5. Distribución de individuos por clase diamétrica del rodal 1 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras.

El rodal uno cuenta con un volumen total de  $74.42 \text{ m}^3$ , el cual coincide con la distribución de individuos por cada clase diamétrica, siendo los árboles con diámetro de 25 a 29.9 cm los que presentan el mayor volumen (Figura 7). El rodal dos, presentó un mayor volumen, con  $81.99 \text{ m}^3$ , con el máximo rendimiento de individuos con diámetro de 30 a 34.9 cm (Figura 8).

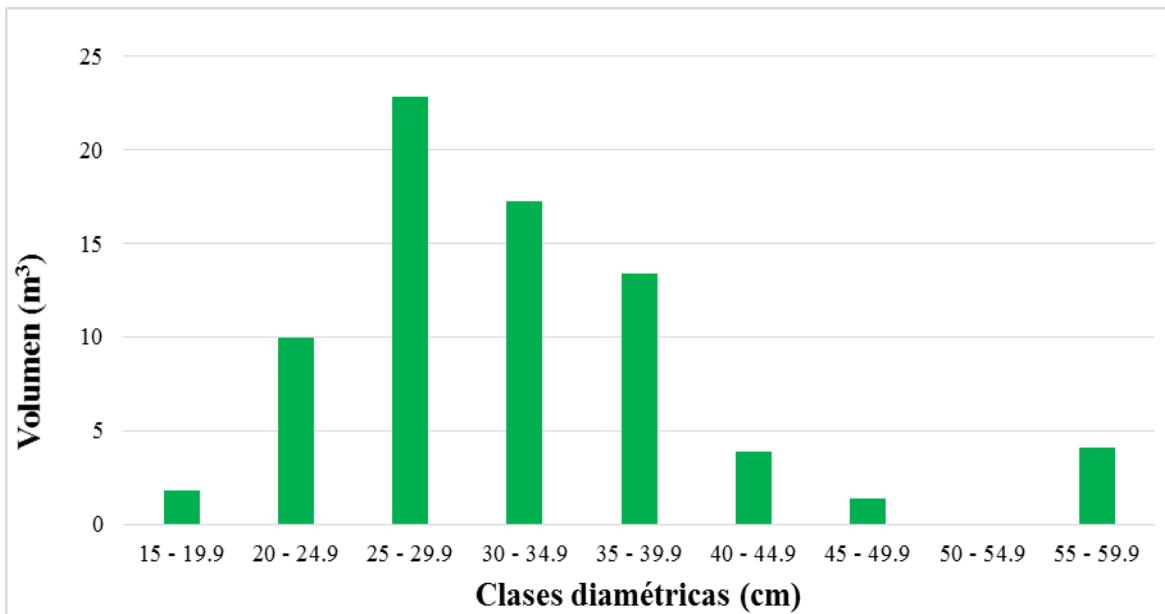


Figura 6. Distribución del volumen por clase diamétrica del rodal 1 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras.



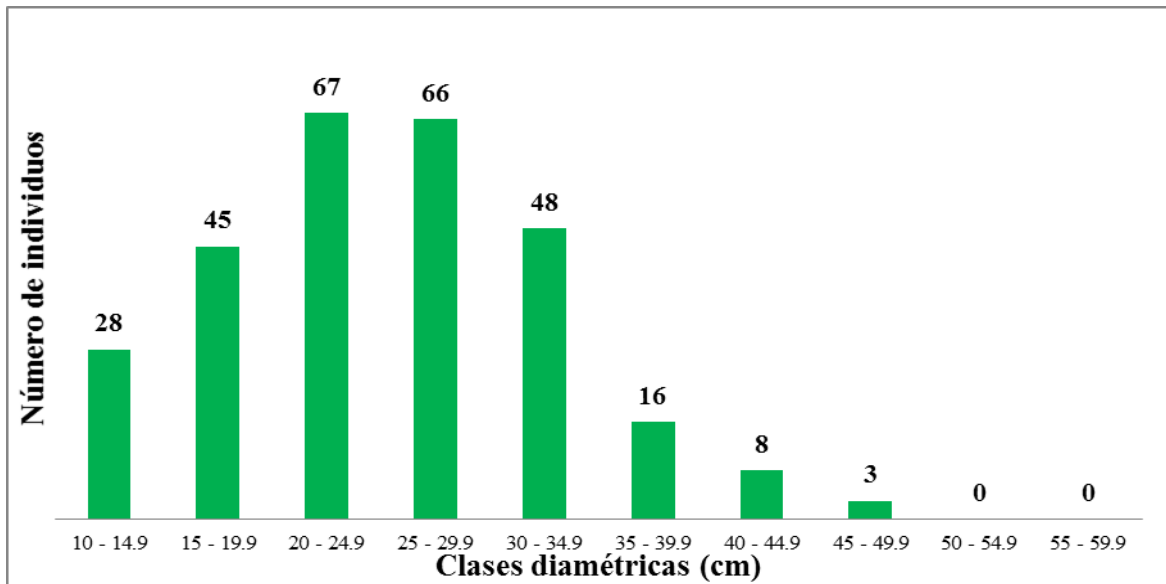


Figura 7. Distribución de individuos por clase diamétrica del rodal 2 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras.

Un bosque de estrato P1 permite calcular la densidad del bosque en función de la densidad de cobertura de copas. El índice de densidad de copa permite conocer la densidad del rodal y decidir los tratamientos requeridos del bosque. Este índice determinó que el área no requirió de raleo sino la corta selectiva y sanidad. La corta anual permisible fue de 39.75 m<sup>3</sup>/ha según los datos registrados de volumen por unidad de área y la edad promedio del árbol.

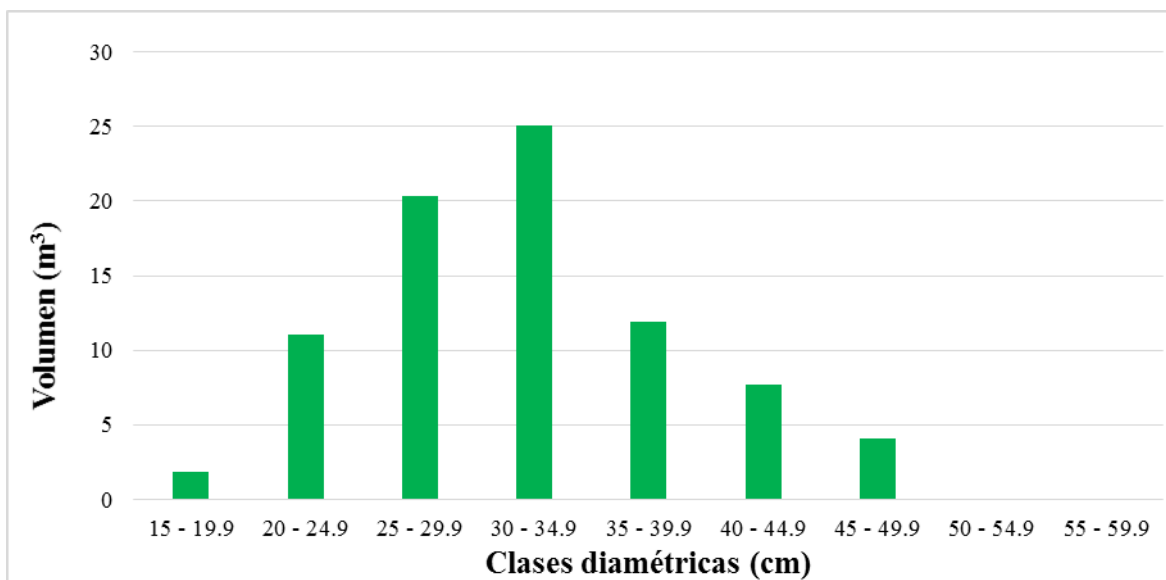


Figura 8. Distribución del volumen por clase diamétrica del rodal 2 en el bosque de coníferas en Santa Inés, Honduras.

**Estimación de la biomasa.** Para cuantificar el efecto del aprovechamiento en el dosel inferior, se realizó a través de la cuantificación de la biomasa del dosel inferior el cual se estimó con el cálculo de la media a través de estimaciones de regresión. Las cantidades fueron estimadas en kg de materia seca para los dos rangos de pendiente, se clasificaron los pesos de biomasa por cada ha aprovechada (Cuadro 3). Los resultados del análisis estadístico ANOVA con un nivel de significancia del 5% demuestran que no hubo diferencia significativa antes y después de realizar la corta selectiva en la cantidad de biomasa del dosel inferior. De igual forma se infiere que la pendiente no influye en el efecto que tiene el aprovechamiento forestal mediante corta selectiva en la biomasa del dosel inferior y el suelo.

En el estudio de Guerrero *et al.* (2011), destaca la importancia de definir la intensidad de muestreo, el tamaño y la forma de las parcelas para tener un alto nivel de significancia. Méndez y Vargas (1992) concluyeron que por cada árbol que se aprovecha, se eliminan o dañan 12 individuos del dosel inferior y la mayoría de los daños al bosque es causado por la caída de los árboles y a su vez, un porcentaje relativamente bajo es eliminado por la apertura de pistas de arrastre.

Cuadro 3. Biomasa del dosel inferior antes y después del aprovechamiento para dos diferentes rangos de pendiente en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

Parcela	Pendiente (%)	Biomasa A.A. (KgMS/ha)	Biomasa D.A. (KgMS/ha)
1	0-30%	45602	31849.8
2	0-30%	29158.4	20687.6
3	31-60%	55186	39113.2
4	31-60%	50200	32624

Simbología: A.A.; antes del aprovechamiento. D.A.; después del aprovechamiento.

**Daño del suelo.** Durante el aprovechamiento forestal, una de las actividades implicadas es el arrastre y transporte de los árboles hacia la bacadilla. Este se realizó utilizando tracción animal con bueyes. El arrastre producido por el transporte de la madera ocasionó algún grado de disturbio en el suelo en ambos rodales además de la misma caída del árbol. La valoración de daños al suelo tuvo como fin determinar su nivel de alteración en la superficie (Contreras *et al.* 2001). El daño fue cuantificado midiendo las áreas sin disturbar y las que sufrieron disturbios con diferentes niveles de intensidad. Se determinó que el área aprovechada no presentó disturbios significativos en el suelo.

En el estudio de Luna *et al.* (2012), obtuvo mayor cantidad de área disturbada. Esto debido a que parte del aprovechamiento se realizó con el uso de tractor de orugas. Contreras y Cordero (1996) concluyen que a pesar de no ocasionar daños significativos al suelo por el aprovechamiento, se construyen más caminos de los necesarios. Recomiendan que al realizar las rutas de arrastre se considere minimizar la alteración del bosque y los movimientos de tierra.

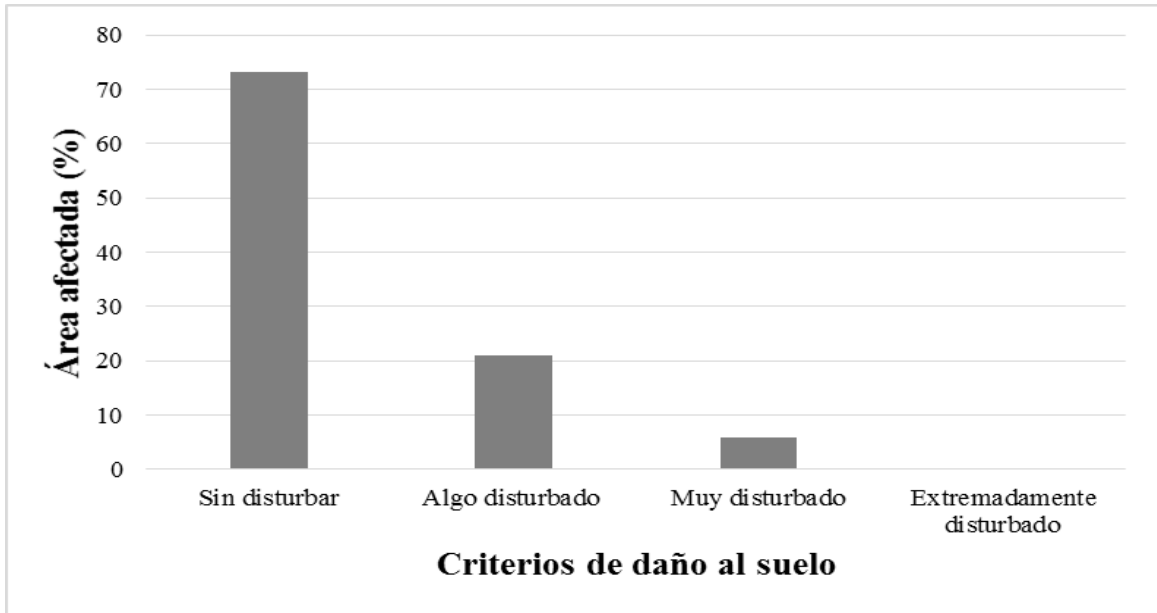


Figura 9. Porcentaje de área afectada en la parcela uno del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

La parcela uno y dos se encuentran dentro del rango de pendiente de 31 a 60%, donde no se registró disturbios extremos. Siendo en su mayoría área sin disturbar y algo disturbado, con poco porcentaje extremadamente disturbado (Figuras 9 y 10).

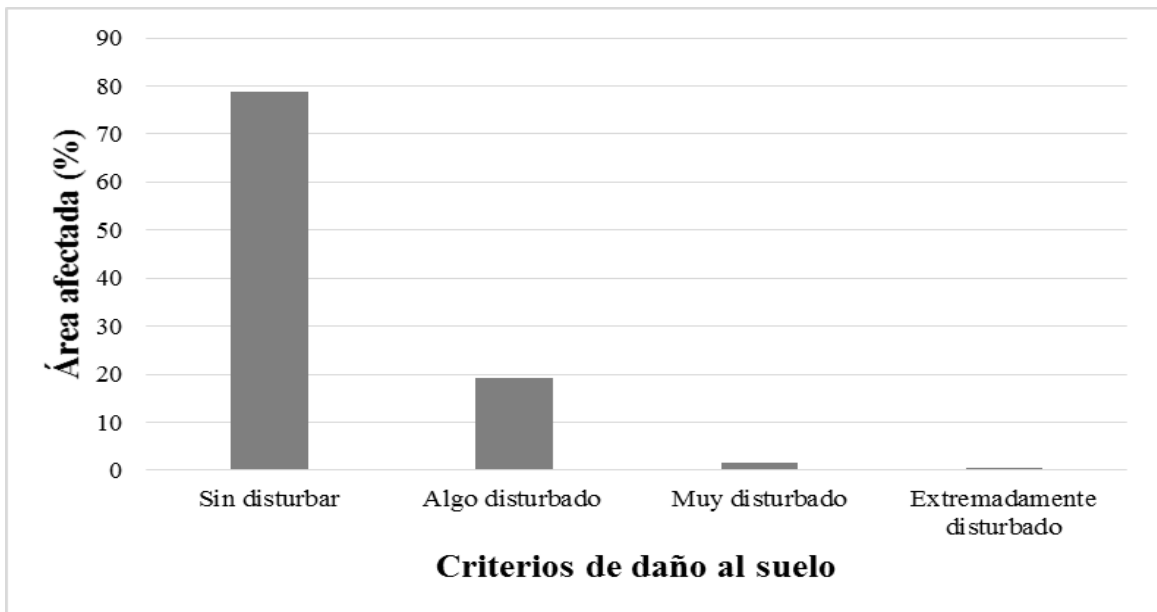


Figura 10. Porcentaje de área afectada en la parcela dos del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

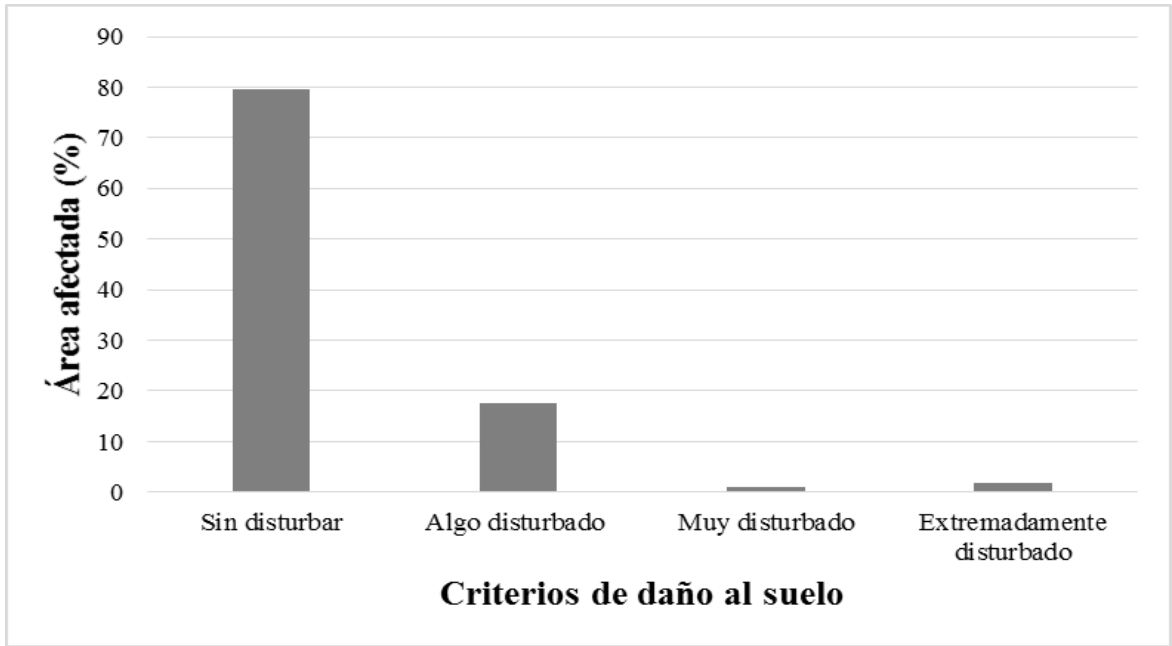


Figura 11. Porcentaje de área afectada en la parcela tres del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

Las parcelas tres y cuatro presentaron pequeñas áreas con disturbios extremos, esto debido a que la pendiente dificulta la movilidad de la madera a la bacadilla. Esta acción provoca más daños por arrastre, aun así, el área sin disturbar fue predominante. El suelo que se presentó muy disturbado fue principalmente por la caída de del árbol (Figuras 11 y 12).

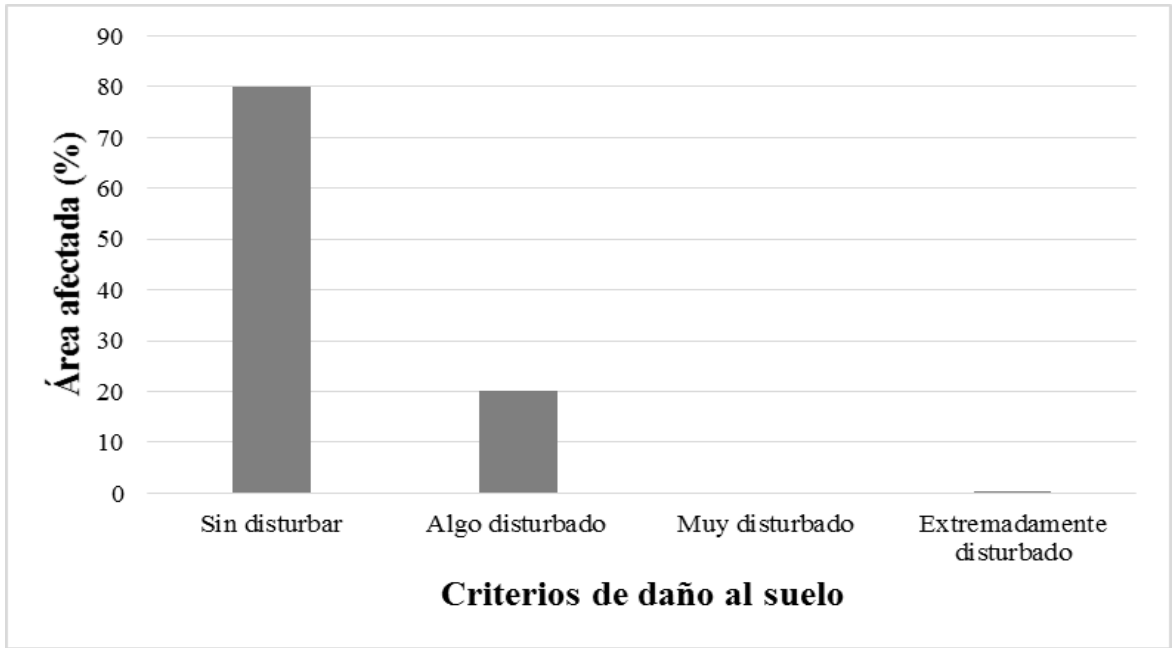


Figura 12. Porcentaje de área afectada en la parcela cuatro del bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

## 4. CONCLUSIONES

- El inventario forestal permitió definir el tratamiento silvícola, el cual fue la corta selectiva y sanidad. Se consideraron los siguientes criterios: índice de densidad de copas, distribución de individuos por estrato y la densidad de los árboles por cada rodal.
- La pendiente (0-30% y 31-60%) en el bosque de conífera, no tuvo influencia en los efectos de dosel inferior y el suelo, al realizar aprovechamientos con tratamiento de corta selectiva en el bosque de coníferas de Santa Inés. Con un nivel de significancia de 95%.
- No hubo diferencias significativas en la pérdida de biomasa del dosel inferior después del aprovechamiento forestal aplicando la corta selectiva en el bosque de conífera, por lo que los daños a la cobertura del suelo son mínimos.
- El 78% del suelo en el área intervenida (aprovechada) no sufrió disturbios, el 19.4% fue algo disturbado, el 2% muy disturbado y un 0.6% extremadamente disturbado después de realizar la corta selectiva en el bosque de coníferas en Santa Inés.
- El arrastre con tracción animal es una práctica adecuada cuando se desea realizar actividades de manejo que implique aprovechamiento en áreas de recarga hídrica.

## 5. RECOMENDACIONES

- El bosque de coníferas de Santa Inés puede ser manejado como un bosque productivo, siempre que se incluyan buenas prácticas de aprovechamiento que impliquen mínimos efectos en el suelo y el dosel inferior con el propósito de no afectar el recurso hídrico por escorrentía y sedimentación.
- Se recomienda realizar un estudio después del aprovechamiento, con el fin de evaluar la capacidad de regeneración de la biomasa del dosel inferior que fue afectada después del aprovechamiento.
- Realizar una investigación sobre la escorrentía o efectos en el suelo por erosión y sedimentos en el agua a través de parcelas de escorrentía después del aprovechamiento a una mayor escala de aprovechamientos, que puede ser en un tributario de orden 1 en la microcuenca Santa Inés.
- Aunque los daños al dosel inferior y el suelo son mínimos por efectos de la pendiente, se recomienda disminuir ese impacto. Esto se logra definiendo un plan sistemático de rutas de arrastre para el transporte de madera hacia la bacadilla estudiando previamente las mejores rutas alternativas.
- Estudiar el efecto del aprovechamiento forestal en rangos de pendiente mayores a 60% para evaluar si existe un efecto en el dosel inferior y el suelo. Considerar otros tratamientos silvícolas necesarios en el bosque de coníferas de Santa Inés como las quemadas prescritas, raleos y podas.

## 6. LITERATURA CITADA

Aguilera, B. M. 2013. Guia basica de buenas practicas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios. Santiago, Chile: conaf. 14-15.

CATIE. 2004. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Cartago, Costa Rica, Ipfe. 329 p.

Contreras, F., y Cordero, W. 1996. Evaluacion del aprovechamiento forestal en la comunidad de Bella Flor, Lomerio. Santa Cruz, Bolivia: Bofor. 30 p.

Contreras, F., Cordero, W., y Fredericksen, T. S. 2001. Evaluación del aprovechamiento forestal. Santa Cruz, Bolivia: Bolfor. 49 p.

Cordero, W., y Meza, A. 1992. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. Mejorado. *In:* Curso intensivo internacional de silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales. Turrialba, Costa Rica, centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. p 52.

Cruz, M. 2003. Evaluación de un aprovechamiento forestal en bosque latifoliado y elaboración de tablas de volumen en la zona atlántica de Honduras. La Ceiba, Honduras: afe-cohdefor. 62 p.

Díaz, R. O. 2007. Utilización de pastizales naturales. cordoba, argentina: editorial brujas. 454 p.

Dubon, P. 1996. Evaluación comparativa entre el sistema de aserrío manual tradicional con sierra de viento y el aserrío con motosierra con marco en la costa norte de honduras. tesis M.Sc., Turrialba, Costa Rica, centro agronomico tropical de investigación y enseñanza. 120 p.

Dykstra, D. P., y Heinrich, R. 1996. Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma, Italia: FAO. 85 p.

Fernández, D. C. 1996. manual de manejo y conservación de suelos y aguas. san José, costa rica, editorial universidad estatal a distancia san José. 278 p.

Flórez, E., y Mairena, R. 2005. diagnóstico de la situación forestal en bosques de pino en honduras. tegucigalpa: rainforest alliance. 88 glade, j. 2006. normas de inventario forestal para los planes de manejo predial. Buenos Aires, Argentina: Inta. 17 p.

Guerrero, I. L., Fontenot, J. P., y Peniche, T. B. 2011. comparaciones entre cuatro métodos de estimación de biomasa en praderas de festuca alta. revista mexicana de ciencias pecuarias, 2(2): 209-220.

Luna, J. A., Calderón, O. A., Garza, E. J., Pérez, J. J., Ybarra, E. J., Rivas, J. J., y Larreta, B. V. 2012. impactos de las operaciones forestales de derribo y arrastre en el Salto, Durango. revista mexicana de ciencias forestales 3(10): 52-64.

Méndez, J.A.; Vargas, R. 1992. Análisis silvicultural del impacto del aprovechamiento. comisión de desarrollo forestal de San Carlos. In Memorias II Congreso Forestal Nacional 25, 26 Y 27 de Noviembre de 1993. San José, Costa Rica. pp. 126-128.

Mercado, O. C. 1997. Análisis del impacto de un aprovechamiento forestal en el bosque seco sub-tropical de Lomerio, Santa Cruz-Bolivia. Santa Cruz, Bolivia: BOFOR. 68 p.

Meza, A. 2005. Las operaciones de corta en el aprovechamiento de plantaciones forestales. In Kurú: Revista Forestal, San Jose, Costa Rica. Tecnológico de Costa Rica. p. 1-3.

Orozco, L., Brumér, C., y Quirós, D. 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, Costa Rica: Centro agronomico tropical de investigación y enseñanza. 442 p.

Palacio, A. G. 1989. Conservacionismo y desarrollo del recurso forestal Texto guía forestal. Mexico D.F., Mexico, editorial trillas. 205 p.

Pratt, L., y Quijandría, G. 1997. Sector forestal en Honduras: Análisis de sostenibilidad. Tegucigalpa, Honduras: clacds. 28 p.

Pritchett, W. L. 1991. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. México D.F., México: Editorial Limusa. 634 p.

Rivera, M. A. 2013. Guía de silvicultura: Análisis y prescripción de comportamiento en planes de manejo con fines de silvicultura y manejo forestal. Tegucigalpa, Honduras: ICF. 98 p.

Salas, G. d. 1987. Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América tropical. San Jose, Costa Rica: IICA. 447 p.

Velasquez, A. F., y Lezana, O. A. 2012. Estudio edafológico y de cobertura para la modelación hidrológica con el modelo SWAT de la microcuenca Santa Inés, Honduras. Tesis Ing. Amb. , Valle del Yeguaré , Honduras, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 35 p.



## 7. ANEXOS

Anexo 1. Biomasa por cada nivel en la parcela uno antes del aprovechamiento

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	1.8
2	3.1
3	4.8
4	5.7
5	7.2

Anexo 2. Biomasa por cada nivel en la parcela dos antes del aprovechamiento.

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	1.1
2	1.8
3	2.7
4	3.9
5	5

Anexo 3. Biomasa por cada nivel en la parcela tres antes del aprovechamiento.

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	2.8
2	3.7
3	5.1
4	7
5	8.9

Anexo 4. Biomasa por cada nivel en la parcela cuatro antes del aprovechamiento

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	2.4
2	3.5
3	4.8
4	6.7
5	7.7

Anexo 5. Biomasa por cada nivel en la parcela uno después del aprovechamiento.

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	0.7
2	2.1
3	3.2
4	4.4
5	7

Anexo 6. Biomasa por cada nivel en la parcela dos después del aprovechamiento.

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	0.4
2	1.1
3	1.9
4	2.8
5	4.7

Anexo 7. Biomasa por cada nivel en la parcela tres después del aprovechamiento.

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	1.1
2	2
3	3.4
4	4.2
5	8.7

Anexo 8. Biomasa por cada nivel en la parcela cuatro después del aprovechamiento.

<b>Niveles</b>	<b>Biomasa</b>
1	0.9
2	1.6
3	2.9
4	3.8
5	7.8

Anexo 9. Resultados del análisis ANOVA para estimar el efecto en el dosel inferior después de la corta selectiva en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

One factor ANOVA

	<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
	45,036.60	4	11,285.801	Biomasa A.A.
	31,068.65	4	7,648.754	Biomasa D.A.
	38,052.63	8	11,636.307	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	390207,254.405	1	390207,254.4050	4.20	.0864
Error	557618,225.070	6	92936,370.8450		
Total	947825,479.475	7			

Anexo 10. Área afectada en m<sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela uno en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

<b>Subparcela</b>	<b>S.D. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>A.D. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>M.D. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>E.D. (m<sup>2</sup>)</b>
1	193	163.5	43.5	
2	361.5	16.5	22	
3	198	152.5	49.5	
4	382.5	17.5		
5	330.5	69.5		

Simbología: S.D.; sin disturbar. A.D.; algo disturbado. M.D.; muy disturbado. E.D.; extremadamente disturbado.

Anexo 11. Área afectada en m<sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela dos en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

<b>Subparcela</b>	<b>S.D. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>A.D. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>M.D. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>E.D. (m<sup>2</sup>)</b>
1	332.5	35.5	32	
2	246.4	151.5		2.1
3	377.5	22.5		
4	400			
5	217	176.5		6.5

Simbología: S.D.; sin disturbar. A.D.; algo disturbado. M.D.; muy disturbado. E.D.; extremadamente disturbado.

Anexo 12. Área afectada en m<sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela tres en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

Subparcela	S.D. (m <sup>2</sup> )	A.D. (m <sup>2</sup> )	M.D. (m <sup>2</sup> )	E.D. (m <sup>2</sup> )
1	327	53.5	19.5	
2	244.5	155.5		
3	365			35
4	257	143		
5	400			

Simbología: S.D.; sin disturbar. A.D.; algo disturbado. M.D.; muy disturbado. E.D.; extremadamente disturbado.

Anexo 13. Área afectada en m<sup>2</sup> de las subparcelas en la parcela cuatro en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

Subparcela	S.D. (m <sup>2</sup> )	A.D. (m <sup>2</sup> )	M.D. (m <sup>2</sup> )	E.D. (m <sup>2</sup> )
1	290	109.5		
2	254	146		
3	306.5	93.5		
4	394.5	5.5		
5	357.5	48.5		

Simbología: S.D.; sin disturbar. A.D.; algo disturbado. M.D.; muy disturbado. E.D.; extremadamente disturbado.

Anexo 14. Arrastre de árboles utilizando tracción animal en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.





Anexo 15. Ubicación de la bacadilla en el rodal uno en un bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.



Anexo 16. Mapa milimetrado del área disturbada en el suelo en el bosque de coníferas en la microcuenca Santa Inés, Honduras.

