



ADMINISTRACION FORESTAL DEL ESTADO
CORPORACION HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL
AFE-COHDEFOR

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES
OIMT

**APORTES EN LA DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES
PERMISIBLES DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS
PRODUCIDOS POR EL APROVECHAMIENTO
FORESTAL EN EL BOSQUE LATIFOLIADO
DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS**

Proyecto PD 47/94 Rev. 3(1)
"Utilización Industrial de Especies Forestales
Menos Conocidas en los Bosques"

FOTOGRAFÍAS DE PORTADA
Por: Edna Carolina Soinet

**Proyecto PD 47/94 Rev. 3(I)
“Utilización Industrial de Especies Forestales
Menos Conocidas en los Bosques
Bajo Manejo Forestal Sostenible”**

PROINEL

**APORTES EN LA DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES PERMISIBLES
DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS PRODUCIDOS POR EL
APROVECHAMIENTO FORESTAL EN EL BOSQUE LATIFOLIADO
DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS**

Edna Carolina Soihet

Informe Técnico

Corrección de Diseño
y Revisión Técnica:

Carlos Vindel Cruz

Revisión Técnica:

Rose Mery Castillo
Oscar Enrique Tovar

La Ceiba, Honduras, C. A.

Mayo del 2003.

INDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	1
AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
A. APORTES EN LA DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES PÉRMISIBLES DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS PRODUCIDOS POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL EN EL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS	4
I. INTRODUCCIÓN	4
II. OBJETIVOS	5
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
IV. MATERIALES Y MÉTODO	9
V. RESULTADOS	13
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
VII. CONCLUSIONES	29
VIII. RECOMENDACIONES	30
IX. GLOSARIO	31
X. BIBLIOGRAFÍA	32
XI. ANEXOS	35
B. FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS DE LOS APROVECHAMIENTOS FORESTALES	41
I. INTRODUCCIÓN	41
II. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS PRODUCIDOS POR LOS APROVECHAMIENTOS FORESTALES	41
III. GLOSARIO	48
IV. BIBLIOGRAFÍA	49
V. ANEXOS	50
C. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACION PARA LA REDUCCIÓN DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS PRODUCIDOS POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL EN EL BOSQUE LATIFOLIADO	57
I. INTRODUCCIÓN	57
II. CLASIFICACIÓN UTILIZADA	57
III. IMPACTOS IDENTIFICADOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS O DE MITIGACIÓN	58
IV. RECOMENDACIÓN GENERAL	65

PRESENTACIÓN

Los bosques latifoliados tropicales de la República de Honduras presentan una gran diversidad de especies de flora y fauna, y una gran riqueza hidrológica, aspectos que han llevado al país a considerarlo de vocación netamente forestal.

La utilización sostenible de los recursos antes descritos sólo se logra con la buena aplicación de los planes de manejo existentes en los bosques latifoliados y a la vez la protección de los mismos por los pobladores aledaños a las zonas forestales.

La AFE-COHDEFOR y la OIMT a través del Proyecto PROINEL, ejecutaron un estudio de investigación que abarco tres aspectos importantes para la sostenibilidad del recurso existente en los bosques latifoliados de Honduras, los cuáles son:

- Aportes en la Determinación de los Límites Permisibles de los Impactos Ecológicos Producidos por el Aprovechamiento Forestal en el Bosque Latifoliado de la Costa Norte de Honduras.
- Formato Para la Evaluación de los Impactos Ecológicos de los Aprovechamientos Forestales.
- Plan de Medidas de Mitigación Para la Reducción de los Impactos Ecológicos Producidos por el Aprovechamiento Forestal en el Bosque Latifoliado de la Costa Norte de Honduras.

La información proporcionada en el presente estudio, será una herramienta de uso práctico para el profesional forestal, para consolidar y así, mejorar sus conocimientos en la supervisión y ejecución de los planes de manejo existentes en el país.

Gustavo Adolfo Morales
Gerencia General AFE-COHDEFOR

Oscar Enrique Tovar
Director Proyecto PROINEL

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Parque Nacional Pico Bonito (FUPNAPIB) : por su colaboración en el préstamo de equipo y apoyo con personal calificado.

Miembros de los Grupos de Aserrió: Mezapita, San Francisco y Toncontín; gracias por su apoyo y colaboración en la toma de datos del estudio.

Doris Castellanos: por su colaboración técnica en la toma de datos y su sincera amistad. Muchas gracias.

Gerardo Rodríguez y Ramón Ordóñez de FUPNAPIB: por sus valiosos consejos y colaboración brindada a través del proyecto.

Angel Ponce, Jesús Martínez, Amado Chávez y Martín Rodezno quienes colaboraron en la toma de datos en los diferentes sitios. Gracias por su colaboración, amistad y apoyo.

Fernando Martínez quien ayudó en la realización de los estudios de fauna. Gracias por su buena disposición a ayudar.

Carlos Amaya gracias por su colaboración con el equipo de medición de las variables climáticas.

Don Vitalino Reyes y su Familia gracias por su hospitalidad. También Doña Carmen de Reyes de Mezapita gracias por su amabilidad.

Johnny Pérez gracias por su valioso apoyo en el análisis estadístico de los resultados.

Jorge Flores gracias por su apoyo incondicional.

Medardo Caballero gracias por sus consejos y colaboración.

Rene Lara gracias por su colaboración.

Nery Martínez gracias por su amistad y consejos.

A todos los que me ayudaron de una u otra manera.

RESUMEN

La información resultante y plasmada en el presente documento se obtuvo de tres áreas que se encuentran bajo planes de manejo, las cuales están localizadas en el Departamento de Atlántida en la zona norte de Honduras, en los bosques comunales de Toncontín, San Francisco y Mezapita (Anexo 1).

El estudio del "Aportes en la Determinación de los Límites Permisibles de los Impactos Ecológicos Producidos por el Aprovechamiento Forestal en el Bosque Latifoliado de la Costa Norte de Honduras" se enfocó en la medición de impactos a corto plazo o inmediatos en los sitios de aprovechamiento actual y para efectos de comparación se midieron algunos impactos a medio y largo plazo en sitios de aprovechamientos anteriores.

De los resultados obtenidos según el promedio de área afectada por árbol aunque presentaron diferencias entre sitios, son menores que los reportados en la mayoría de los estudios sobre impactos de los aprovechamientos en otras regiones del mundo. El área total afectada por la caída de 30 árboles (en los tres sitios) fue de 3,734.68 m², con un promedio por árbol de 123.49 m², donde el valor mínimo de área afectada por árbol fue de 43.9 m² y el valor máximo fue de 198.5 m², lo anterior se identificó en un aprovechamiento actual. Algunos factores que parecen influir sobre las áreas no se relacionan con la tecnología utilizada o el sistema de manejo sino a características propias de las especies encontradas.

Los daños encontrados a la vegetación se relacionaron con los sitios, pero más fuertemente con las especies y el tamaño de las mismas, esto se identificó al comparar las tres áreas incluidas en el estudio. Donde el análisis realizado en 30 claros de aprovechamientos actuales se encontró un total de 3,624 plantas distribuidas en 129 especies diferentes de palmas, vegetación no maderable y especies maderables (Ver Tabla 10); y para el análisis realizado en 15 claros de aprovechamientos anteriores se encontró un total de 7,646 plantas distribuidas en 94 especies diferentes de palmas, vegetación no maderable y especies maderables (Ver Tabla 21).

También se evaluó la siguiente información: disturbios al suelo por sitios y por especie, cambios en la iluminación, cambios en el microclima, residuos dejados por el aprovechamiento, pérdida de hábitat de especies de fauna y daños en fuentes de agua.

Otro de los productos resultantes en el presente estudio es el "Formato Para la Evaluación de los Impactos Ecológicos de los Aprovechamientos Forestales" el cual se diseñó como un Manual de referencia para evaluar los impactos en los aprovechamientos forestales; en el cual se incluyen formularios de *Impactos a Corto Plazo* en: área de claros, daños a la vegetación, disturbios al suelo, medición de temperatura-humedad-altitud, residuos dejados en los claros, cambios en la iluminación, estudios exploratorios de fauna; y formularios de *Impactos a Mediano y Largo Plazo* en: insectos y artrópodos presentes en claros y en el bosque, regeneración establecida en claros, y presencia de plagas por insectos.

El presente documento también incluye un "Plan de Medidas de Mitigación Para la Reducción de los Impactos Ecológicos Producidos por el Aprovechamiento Forestal en el Bosque Latifoliado de la Costa Norte de Honduras" donde en el cual las medidas propuestas se basan en resultados preliminares de impactos ecológicos identificados en el bosque latifoliado de la Región Forestal de Atlántida.

A. APORTES EN LA DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES PERMISIBLES DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS PRODUCIDOS POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL EN EL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS.

I. INTRODUCCION

La conservación de los bosques y el logro del manejo forestal sostenible han sido por décadas una de las principales preocupaciones de la humanidad (Society of American Foresters, 1995 citado por Aguirre, J. A.; Soihet, C.; Vlosky, 1998). En este sentido distintas estrategias han sido desarrolladas mientras la superficie ocupada por los bosques tropicales continua disminuyendo de manera acelerada.

Honduras localizado geográficamente entre los 13°33'16" de latitud norte y entre los 83°08'89" de longitud oeste es uno de los siete países que conforman el istmo de América Central. Su extensión total es de 112.492 km² y su cobertura forestal se estima en 56.805.2 km² (50.5% del territorio). En el país se distinguen 5 tipos de bosque: Bosque de Coníferas o Pinares, Bosques Latifoliados de tierras bajas, Bosques Nublados, Bosques Secos y Bosques de Mangle.

En Honduras el manejo forestal se ha concentrado en bosques de coníferas, con poco interés en los bosques Latifoliados y de Mangle. Esto se refleja en la pérdida acelerada de cobertura de estas áreas.

En los últimos años diferentes iniciativas para la conservación de estos bosques se han implementado, lográndose resultados positivos en áreas bajo manejo intensivo. No obstante las zonas fuera de estas áreas continúan siendo deterioradas.

En la Región Forestal Atlántida (Departamentos de Atlántida, Colón y parte de Yoro y Olancho) se encuentran bosques comunales que han sido sometidos a aprovechamientos forestales durante varios años sin la aplicación de prácticas adecuadas de manejo. Es hasta 1993 cuando se comenzó la implementación de planes de manejo, realizándose diversas actividades como: apertura de caminos, apeo de árboles, aserrió y transporte de la madera. Estas actividades que venían realizándose de manera tradicional se han mejorado con la introducción de equipos como motosierras y con capacitación a productores en técnicas de aprovechamiento menos dañinas como la tala dirigida en el derribo de los árboles (PROINEL, 2001).

Las acciones requeridas para el manejo de un bosque casi siempre incluyen aprovechamientos u otras actividades que producen alteraciones en los ecosistemas forestales. La corta del bosque presenta impactos tanto positivos como negativos para las diferentes especies de flora y fauna dentro del sitio (Gretzinger, S. P. 1996). Además otros factores como el clima y el entorno físico son afectados de diversas maneras.

A pesar de que la implementación de técnicas de impacto reducido en algunas áreas de Bosque Latifoliado en la Región Atlántida del país podría reducir los efectos dañinos en el medio ambiente, no todos los productores están implementando dichas técnicas en sus aprovechamientos. Además ambos tipos de aprovechamiento (tradicional y mejorado) generan impactos tanto positivos como negativos en el ambiente (PROINEL, 2001).

El conocimiento de estos impactos, su extensión, reversibilidad y duración es de vital importancia en la comprensión de la dinámica de los ecosistemas forestales y sus reacciones a las intervenciones. Debido a esto surge la necesidad de realizar estudios que ayuden a la comprensión de dichas reacciones.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Establecer los aspectos más relevantes para la determinación de los límites permisibles de los impactos ecológicos producidos por el aprovechamiento forestal en el bosque latifoliado de la costa norte de Honduras.

2.1.1. Objetivos Específicos

- Identificar los impactos ecológicos producidos por el aprovechamiento forestal en el bosque latifoliado de la costa norte de Honduras.
- Determinar hasta donde sea posible su magnitud, tanto cualitativa como cuantitativamente.
- Con base en los resultados aportar las bases para la reducción de los impactos adversos y la definición de sus límites.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Impactos Ambientales

Un impacto ambiental se define como la alteración que se produce, tanto sobre la salud y el bienestar del ser humano, como sobre la integridad del ambiente, al ejecutar un proyecto o actividad (IICA, 1996 citado por Gretzinger, 1996).

Según Conesa (1993), se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio o en alguno de los componentes del medio. Aquí se hace notar que impacto no solamente implica negatividad, ya que estos pueden ser tanto positivos como negativos.

3.2. Aprovechamiento Forestal

Según FAO s.f., Aprovechamiento Forestal, es el conjunto de todas las operaciones, incluidas la planificación previa y la evaluación posterior, relacionadas con el apeo de los árboles y el desembosque de sus troncos u otras partes aprovechables para su posterior transformación en productos industriales. Se denomina también aprovechamiento de madera.

De acuerdo Anaya y Christiansen (1986), además de las funciones de conservación de suelos, agua y fauna, y de su función recreativa, el objetivo final de los esfuerzos de ordenamiento de bosques es hacer que un suelo produzca la madera y demás productos forestales necesarios al hombre. De allí que las operaciones de aprovechamiento y transporte forestal, hasta colocar la materia prima en las plantas procesadoras, deban ser consideradas como la culminación de las prácticas silviculturales en la masa forestal.

3.3. Impactos Ecológicos de los Aprovechamientos Forestales

Campos y Flores (1994) citado por Camacho (1996), señalan que sin importar el tipo de sistema de corta y transporte de árboles que se utilice la extracción es una operación difícil, a veces peligrosa y perjudicial que tiene el potencial de causar daño sustancial sobre los ecosistemas forestales. El daño causado a los ecosistemas forestales es comúnmente de 3 tipos:

- A. Daños a árboles residuales y otra vegetación, que puede poner en peligro la habilidad del bosque para recuperarse completamente antes de la siguiente tala;
- B. Alteración y compactación del suelo, que incrementa el potencial de erosión, retarda el crecimiento de árboles residuales y puede interferir con el establecimiento o crecimiento de la regeneración;
- C. Daño a los arroyos, causado ya sea directamente cuando las máquinas de arrastre cruzan los arroyos desprotegidos o cuando arrastran los troncos a través de ellos.

3.3.1. Daños en la Vegetación

El corte de un árbol, reporta FRIENDS OF THE EARTH (1991) citado por Camacho (1996), causa daño a la vegetación circundante, incluyendo a los retoños, a los tallos residuales, se pela la corteza de los árboles restantes (que abre camino a los patógenos) y se retarda y estorba el crecimiento de plántulas provenientes de las coronas descartadas de los árboles caídos.

Según Burgess (1971) citado por Veríssimo et. al. (1992) citado por Camacho (1996), una considerable cantidad de daños ocurren por la tumba de árboles, apertura de caminos y extracción. Sobre una investigación realizada en un bosque tropical amazónico de Brasil, Veríssimo et. al. (1992) citado por Camacho (1996), reportó que debido a la extracción de 6,4 árboles/ha se

ocasionó daños severos sobre aproximadamente 150 árboles/ha con dap mayor a 10 cm. Aquello representó daños sobre casi la mitad de los árboles remanentes (48%), de los cuales el tamaño de daño promedio de árboles fue 20 cm de dap.

3.3.2. Caminos de Extracción y Disturbio del Suelo

De acuerdo a Ewel y Conde (1978), citado por FRIENDS OF THE EARTH (1991), citado por Camacho (1996), el suelo de los bosques se compacta más después del aprovechamiento y son más susceptibles a la pérdida de nutrientes. Los nutrientes que se filtran y se van de estos suelos son irreuperables.

Diversas investigaciones realizadas en EE.UU. en bosques de coníferas señalan que las actividades de aprovechamiento sobre todo la construcción de caminos, resultan en compactación del suelo, disturbancia de la capa de materia orgánica y aumento en la erosión que pueden persistir por décadas.

3.3.3. Apertura del Dosel o Formación de Claros

Sloan y Hartshorn (1994), citado por Aguilar y Muñoz (1994), citados por Camacho (1996), argumentan que la caída de árboles provoca la apertura del dosel, esto tiene como consecuencia cambios drásticos en las condiciones físicas y ambientales del sitio, la formación de claros provoca la regeneración de ciertas especies alterando así la composición del bosque.

El tamaño de los claros es el factor decisivo en la determinación de cuáles especies podrán instalarse. Las aperturas pequeñas permiten el ingreso limitado de luz, favoreciendo solamente a individuos suprimidos y/o que toleran la sombra. Por otro lado, las aperturas grandes favorecerán a aquellas especies que requieren de fuertes intensidades de luz para germinación y/o crecimiento (Quevedo 1986 citado por Camacho 1996).

Sloan y Hartshorn (1994), citado por Aguilar y Muñoz (1994), citados por Camacho (1996) determinan un claro pequeño: aquél con un área menor a 200 m² y un claro grande al que posee un área aproximada de 620 m². En una corta planificada se debe dirigir la caída de los árboles, de manera que se provoque un tamaño adecuado de claros, esto se logra con claros individuales, así la radiación solar no llegará con demasiada intensidad al sotobosque.

De acuerdo con End Of The Road (s.f.), la apertura de claros o disurbancias en el bosque pueden causar los siguientes efectos:

- A. Invasión de especies no-nativas: Suelos disturbados y una reducción de la cobertura forestal facilitan la invasión por especies pioneras o exóticas.
 - B. Extensión dentro de áreas no disturbadas: Las especies pioneras o exóticas pueden extenderse a áreas no-disturbadas adyacentes desde caminos y otros sitios disturbados.
-

-
- C. Daño a los Procesos del Ecosistema: Las especies exóticas alteran los procesos esenciales de los ecosistemas, incluyendo la sucesión natural, ciclo de nutrientes, tasas de erosión, regímenes de disturbancia y, composición y dinámica de las comunidades.

3.3.4. Daños a la Vida Silvestre

De acuerdo con End of The Road (s.f.), los principales impactos del aprovechamiento a la vida silvestre son:

- A. Desplazamiento de Vida silvestre: Las especies sensibles de vida silvestre son desplazadas por la construcción de caminos. Estas se mueven o modifican su hábitat en función del aumento en la densidad de caminos y evitan caminos de movimiento diario.
- B. Barreras de Dispersión: Los caminos fragmentan las poblaciones de muchos pequeños mamíferos, anfibios y reptiles creando barreras de dispersión.
- C. Pérdida de Hábitat: Las especies de vida silvestre asociadas con hábitats de bosque interior o de viejo crecimiento son adversamente afectadas por la degradación hábitats y por la fragmentación del bosque debido al aprovechamiento o caminos.
- D. Éxito reducido del anidamiento: El éxito en la reproducción de especies de pájaros de bosque interior disminuye en áreas fragmentadas o disturbadas debido al aprovechamiento o la construcción de caminos. Otras especies de pájaros sufren de un aumento en las tasas de parasitismo de nidos y de predación de nidos.

3.3.5. Otros Impactos Identificados

Según End of The Road (s.f.) otros impactos identificados son:

- A. Incrementos en los sedimentos y alteración de corrientes: Los caminos y el aprovechamiento degradan los ecosistemas acuáticos incrementando los niveles de sedimento y alterando sus patrones de flujo.
- B. Impactos adversos en especies acuáticas: El aumento en sedimentos finos depositados en arroyos y corrientes resultan en la disminución de anfibios acuáticos y en la abundancia de invertebrados. También provocan pérdida de hábitats y complejidad.
- C. Microorganismos del suelo y micorrizas : Estos son afectados negativamente por la construcción de caminos y las actividades de aprovechamiento. Estos son importantes para el ciclo de nutrientes y la supervivencia de los árboles.
- D. Infestaciones por Insectos: La fragmentación del bosque por actividades humanas aumenta los brotes de pestes de insectos. Asimismo la reducción del hábitat para predadores de insectos se traduce en un aumento de la severidad de las epidemias por insectos.

IV. MATERIALES Y METODO

4.1. Area de Estudio

El estudio se realizó en la Región Forestal de Atlántida en bosques bajo manejo en tres comunidades: Toncontín, San Francisco y Mezapita (Ver Anexo 1).

Estas zonas se seleccionaron por sus condiciones de acceso y seguimiento a actividades de manejo forestal con los grupos agroforestales en dichas áreas. Además las tres comunidades presentan características diferentes en vegetación, suelos y condiciones climáticas lo que permitió establecer comparaciones entre sitios.

4.2. METODOLOGÍA

4.2.1. Recolección de Fuentes Secundarias

Esta etapa se realizó con una revisión bibliográfica sobre el tema investigado durante todo el estudio con la finalidad de reforzar los resultados obtenidos.

4.2.2. Recolección de Fuentes Primarias.

Esta etapa comprendió la recolección de datos sus fases se detallan a continuación.

4.2.2.1. Definición del Problema a Investigar

Por medio de una revisión bibliográfica de estudios relacionados con el tema se identificaron los posibles impactos ecológicos del aprovechamiento en cada una de sus etapas (Pre-Aprovechamiento, Aprovechamiento).

Después de identificar los impactos tanto negativos como positivos en cada una de las fases de aprovechamiento se procedió a resumir estos a nivel del aprovechamiento en general y a determinar con base en lo anterior los Impactos a corto y largo plazo así como su reversibilidad. Los resultados se detallan a continuación:

Tabla 1. Impactos positivos y negativos del aprovechamiento.

Impactos Negativos	Impactos Positivos
Disturbios al suelo.	Producción de madera aserrada.
Daños a la vegetación.	Facilidad de acceso al bosque como fuente de alimentos.
Pérdida de hábitats para especies de fauna y alteración de rutas migratorias.	Fuente de empleo para la población local.
Cambios en el microclima.	Aprovechamiento de residuos.
Contaminación de fuentes de agua por sedimentos y residuos de vegetación.	Aprovechamiento de productos no maderables.
Contaminación por ruido.	Posibilidad de certificación de productos por aplicación de técnicas de impacto reducido.
Acumulación de residuos.	Mejora en la clase de iluminación de especies aprovechables.

Tabla 2. Impactos a corto y a largo plazo del aprovechamiento.

Impactos a Corto Plazo	Impactos a Largo Plazo
Compactación del suelo.	Erosión, pérdida de nutrientes y efectos en el establecimiento exitoso de la regeneración.
Pérdida de especies vegetales.	Regeneración de especies de otro grupo ecológico en claros.
Pérdida de hábitats para especies de fauna.	Invasión de nuevas especies de aves, mamíferos e insectos adaptados al nuevo microclima.
Contaminación de fuentes de agua.	Disminución de la capacidad de intercambio de Oxígeno y disminución de poblaciones acuáticas.
Acumulación de residuos.	Proliferación de plagas y enfermedades.
Cambios en el microclima.	Alteración de la composición ecológica.

Tabla 3. Impactos reversibles, irreversibles y recuperables producidos por el aprovechamiento.

Impactos Reversibles	Impactos Irreversibles y algunos recuperables o mitigables
Contaminación por ruido.	Erosión y pérdida de nutrientes del suelo, alterando la composición química y física del mismo.
Cambios en el microclima.	Alteración de la composición de flora y fauna del bosque.
Acumulación de residuos.	Sedimentación severa de fuentes de agua alterando el régimen de flujos y la composición de especies acuáticas. Cambios en el clima local y regional por extensión de daños.

4.2.2.2. Población Objetivo, Marco Muestral y Muestra

La población objetivo comprendió tres sitios a investigar: Toncontín, San Francisco y Mezapita. El marco muestral lo constituyeron los aprovechamientos (árboles cortados) durante el tiempo del estudio junto con las zonas ya aprovechadas dentro de la población de interés. La muestra consistió, hasta donde fue posible de la medición de impactos ecológicos en 10 árboles por sitio y para efectos de comparación se midieron algunos impactos en zonas ya aprovechadas dentro de cada sitio.

La medición de impactos ecológicos en zonas de aprovechamiento actual se realizó una vez terminadas las actividades de aprovechamiento (apeo, troceo y aserrio de trozas) de manera que se midiera el impacto ecológico total de dichas actividades por cada árbol.

4.2.2.3. Definición de Variables

El estudio se enfocó en la medición de impactos a corto plazo o inmediatos en los sitios de aprovechamiento actual y para efectos de comparación se midieron algunos impactos a medio y largo plazo en sitios de aprovechamientos anteriores. Las variables incluidas por impacto se detallan a continuación:

Impactos a corto plazo en sitios de aprovechamiento actual

1. **Disturbios al suelo:** en cada área aprovechada se midió cualitativa y cuantitativamente el grado de disturbios ocasionados al suelo. Así mismo se hizo una evaluación general cualitativa de los disturbios al suelo en caminos de extracción.
2. **Daños a la vegetación:** Se cuantifico en cada claro provocado por la caída de árboles el número de árboles dañados por grupo ecológico, comercial y de tamaño.
3. **Cambios en el microclima:** Se realizó hasta donde fue posible una evaluación cuantitativa y cualitativa de cambios en factores como temperatura y humedad relativa en claro y bosque.
4. **Cambios en la iluminación:** Se realizó una evaluación de las condiciones de iluminación de los árboles en la categoría de fustales situados en claros y en bosque.
5. **Acumulación de residuos:** Se cuantificaron los residuos dejados en cada claro y además se realizó un pequeño estudio de mercado en La Ceiba para determinar si estos residuos podrían ser utilizados en la elaboración de artículos menores como artesanías y otros utensilios. En este estudio se incluyeron también productos no maderables como plantas medicinales, alimenticias y ornamentales.
6. **Daños en fuentes de agua:** Dentro de los claros evaluados solo en uno de los sitios se presentó un claro donde la copa o restos del aprovechamiento se acumularon en fuentes de agua. Para comparar entre sitios se tomaron muestras en otras áreas donde se observó acumulación de residuos en fuentes de agua y en sitios sin alteración.
7. **Pérdida de hábitat para especies de fauna:** Se realizaron tres estudios exploratorios de fauna con la finalidad de comparar la fauna encontrada en claros y en bosque. Para estos estudios se contó con la colaboración de la Fundación FUPNAPIB que proporcionó un parataxonomo para la identificación de especies de fauna.

Impactos a mediano plazo en sitios de aprovechamientos anteriores

1. **Regeneración de especies de otro grupo ecológico en claros:** Se realizó un muestreo del tipo de especies por grupo ecológico que están regenerándose en claros de aprovechamientos anteriores y los resultados se extrapolaron al área de cada claro.
2. **Plagas por acumulación de residuos y efectos en la regeneración:** Se realizó una evaluación cualitativa y hasta donde fué posible cuantitativa

de la incidencia de plagas y/o enfermedades por residuos así como de los impactos en la regeneración.

3. Insectos y otras poblaciones invasoras de fauna en claros: Se analizó cualitativa y cuantitativamente la presencia de un mayor o menor número de insectos y otra fauna invasora de claros en comparación con el bosque circundante.

Las metodologías utilizadas en la medición los diferentes impactos se describen en detalle en el documento: "formato para la evaluación de impactos ecológicos del aprovechamiento".

4.2.2.4. Almacenamiento de datos

Se clasificaron las variables por tipo (nominales, ordinales, continuas, discretas etc.) para facilitar la tabulación y codificación, luego se almacenaron los datos en hojas electrónicas como Excell.

4.2.2.5. Análisis de la Información

Utilizando el programa SAS se realizó un análisis estadístico descriptivo general para todas las variables (Promedios, desviación estándar y frecuencias). También para relacionar algunas variables se realizaron tablas de frecuencias cruzadas.

Para determinar la relación existente entre las variables cuantitativas se realizaron análisis de varianza (ANDEVAS) y para las variables cuyas diferencias fueron significativas se realizaron pruebas de Tukey para comparar los promedios y ver cuales variables difieren entre sí.

Para las variables cualitativas se realizaron pruebas de independencia de Chi cuadrado para determinar si existía relación entre estas. Además se observó el grado de asociación entre las mismas.

También se realizaron otros análisis como: correlación y análisis de correspondencia para determinar otras relaciones.

Todo lo anterior tuvo la finalidad de relacionar los impactos con factores de la vegetación (especie, sitios etc.) y las técnicas aplicadas en el aprovechamiento (tala dirigida, tipo de motosierra etc.) para determinar cuales impactos influyen más y ver cuales son los factores más importantes que se tendrían que controlar y/ o monitorear.

Esto sirvió para recomendar tanto la adopción de ciertas medidas de control como los datos que podrían recolectarse en futuros inventarios para llevar a cabo una evaluación exitosa de los efectos del aprovechamiento en los factores ecológicos y sociales.

V. RESULTADOS

5.1. Impactos a Corto Plazo en Sitios de Aprovechamiento Actual

5.1.1. Area Afectada por la Caída de Árboles

El área total afectada por la caída de los 30 árboles en los tres sitios fue de 3734.68 m², con un promedio por árbol de 123.49 m². El valor mínimo de área afectada por árbol fue de 43.9 m² y el valor máximo fue de 198.5 m².

La altura promedio de los tocones fue de 1.04 m, con valores mínimo y máximo de 0.3m y 2.20 m respectivamente. Para los tres sitios se encontró un total de 8 especies, con tres de ellas cubriendo el 60% de las especies encontradas (Tabla 4).

La evaluación del tipo de corte al tocón resultó en un 43.33% de cortes tipo A (Bien realizados), un 23.33% cortes tipo B (Daños por pudrición), un 26.67% cortes tipo C (Daños por gambas) y un 6.67% cortes tipo D (Daños por corte incompleto).

Tabla 4. Número de árboles (Frecuencia) encontrados por especie.

Especie (N. Común)	Especie (Nombre Científico)	Frecuencia (No.)	%
Varillo	<i>Symphonia globulifera</i> Linn. F.	7	23.33
Redondo	<i>Magnolia yoroconte</i> Dandy	6	20.00
Huesito	<i>Macrohaseltia macroterantha</i> Standl.	5	16.67
Cedrillo	<i>Huertia cubensis</i> Griseb.	4	13.33
Sangre	<i>Virola koschnyi</i> Warb.	3	10.00
Rosita	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao.	2	6.67
Santa Maria	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	2	6.67
Barrenillo	<i>Mortoni dendron anisophyllum</i>	1	3.33
	Total	30	100

Un análisis de correlación para el área con respecto a la altura del tocón detectó una relación negativa (Coeficiente de Pearson=-0.43804) entre estas variables; a menor altura de tocón corresponde una mayor área. Esta relación es significativa ($Pr>r=0.0155$).

Para los 30 árboles del estudio se obtuvieron datos de altura y diámetro de 20 árboles. Con estos datos se realizó un análisis de correlación para el área con respecto a estas variables. Para el diámetro el análisis detectó una relación positiva (Coeficiente de Pearson=0.42431); a mayor diámetro corresponde una mayor área. Sin embargo esta relación no es significativa ($Pr>r=0.0622$). Con respecto a la altura la relación es baja (Coeficiente de Pearson=0.23999) y no significativa ($Pr>r=0.5676$).

5.1.1.1. Area afectada por Sitios

El área afectada fue mayor en el sitio Toncontín (1606.5 m²), el cual representó un 43.01% del área total (Tabla 5). El área afectada promedio por árbol para Toncontín, San Francisco y Mezapita fue de 160.65m², 120.36 m² y 92.46 m² respectivamente.

Un análisis de Varianza para comparar diferencias entre los sitios con respecto al área afectada detectó diferencias altamente significativas entre sitios ($Pr > F = 0.0034$). La prueba de Tukey para comparación de medias solo detectó diferencias en el área afectada entre Toncontín y Mezapita.

Tabla 5. Valores de área afectada total y promedio para cada sitio.

SITIOS	Area		Area Promedio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
	m ²	%				
Toncontín	1606.5	43.01	160.65	33.22	43.9	142.1
San Francisco	1203.58	32.23	120.36	48.75	61.4	192.3
Mezapita	924.6	24.76	92.46	38.81	43.9	142.1
Total	3734.68	100				

5.1.1.2. Area afectada por Especie

El área promedio por especie varía de 62.63 m² a 172.2 m². La altura promedio del tocón por especie varía de 0.45 m a 2.20 m (Tabla 6). Un análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre especies según el área de claros ($Pr > F = 0.0005$). La prueba de Tukey para comparación de medias detectó diferencias entre especies y área promedio. Las especies Santa María (*Calophyllum brasiliense*) y Redondo (*Magnolia yoroconte*) presentaron la mayor área promedio y difieren de Cedrillo (*Huerteia cubensis*) y Sangre (*Virola koschnyi*); el resto de las especies no difieren entre sí.

Tabla 6. Area y altura de tocón promedio para cada especie.

Especie	# de árboles	Area Promedio	Altura Tocón Promedio
Sta. Maria (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	2	172.2	0.45
Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	6	160.57	0.55
Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	2	153	1.35
Varillo (<i>Symphonia globulifera</i>)	7	142.63	0.89
Barrenillo (<i>Mortoniendron anisophyllum</i>)	1	136.1	2.2
Huesito (<i>Macrohasseltia macroterantha</i>)	5	107.3	1.286
Cedrillo (<i>Huerteia cubensis</i>)	4	63.5	1.4
Sangre (<i>Virola koschnyi</i>)	3	62.63	1.27

5.1.2. Disturbios al Suelo

Se evaluó el grado de disturbio al suelo ocasionado por la caída de los árboles en los tres sitios considerados en el estudio. El 63.2% del área cae en categorías S. D. y A. D. (Sin Disturbar y Algo Disturbado). El caso extremo Muy Compactado se observó en solo un 0.45% del área (Tabla 7).

Tabla 7. Área afectada para cada grado de disturbios al suelo.

Grado Disturbio	Área Afectada (m ²)	% del Área	% Acumulado
Sin Disturbar (S.D.)	1089.16	29.16	29.16
Algo Disturbado (A.D.)	1271.84	34.05	63.21
Muy Disturbado (M.D.)	866.90	23.21	86.42
Compactado (C.)	490.19	13.13	99.55
Muy Compactado (M.C.)	16.59	0.45	100.00
Total	3734.68	100.00	

5.1.2.1. Disturbios al Suelo por Sitios

Más del 50% del área en los tres sitios se encuentra dentro de las categorías de menor disturbio (S. D. y A. D.). Las categorías de mayor daño (C. y M. C.) ocupan menos del 20% del área en los tres sitios (Tabla 8).

Tabla 8. Categorías de disturbios al suelo para cada sitio.

Grado Disturbio	Toncontín			San Francisco			Mezapita		
	Área (m ²)	% Área	% Acum.	Área (m ²)	% Área	% Acum.	Área (m ²)	% Área	% Acum.
Sin Disturbar (S.D.)	636.32	39.61	39.61	283.87	23.58	23.58	168.97	18.27	18.27
Algo Disturbado (A.D.)	555.59	34.58	74.19	364.87	30.32	53.9	351.38	38	56.27
Muy Disturbado (M.D.)	118.78	7.39	81.58	433.5	36.02	89.92	314.82	34.03	90.3
Compactado (C.)	279.22	17.38	98.96	121.34	10.08	100	89.63	9.7	100
Muy Compactado (M.C.)	16.59	1.04	100	0	0	0	0	0	0
Total	1606.5	100		1203.58	100		924.6	100	

Un análisis de varianza por categoría de disturbio detectó diferencias significativas entre los sitios. Las mayores diferencias se encontraron en las categorías S.D. y C.

La prueba de Tukey para la categoría S.D. detectó diferencias entre Toncontín y Mezapita con respecto al área afectada. En la categoría M.D. San Francisco tiene la mayor área y difiere de Toncontín. En la categoría C. Toncontín presentó la mayor área y difiere de Mezapita.

5.1.2.2. Disturbios al Suelo por Especie

Para las especies consideradas en el estudio de un 56.96 % (Sangre) a un 84.71% (Santa María) del área afectada se encuentra dentro de las categorías de poco o ningún disturbio (A.D. y S.D.). La categoría extrema M.C. solo se encontró en una especie (Tabla 9).

Tabla 9. Categorías de disturbios al suelo para cada especie.

Especie	S.D.		A.D.		M.D.		C.		M.C.	
	Area (m ²)	% Area	Area (m ²)	% Area	Area (m ²)	% Area	Area (m ²)	% Area	Area (m ²)	% Area
Barrenillo	29.95	22.005	58.54	43.012	36.05	26.49	11.56	8.493	0	0
Cedrillo	73.35	28.88	86.73	34.14	66.7	26.26	27.22	10.72	0	0
Huesito	196.45	36.62	170.03	31.69	133.46	24.88	36.56	6.81	0	0
Redondo	352.85	36.63	298.28	30.96	118.78	12.33	193.49	20.08	0	0
Rosita	51.78	16.92	104.3	34.04	120.14	39.3	29.78	9.7	0	0
Sangre	24.04	12.79	83	44.17	67.59	35.97	13.27	7.07	0	0
S. Maria	147.03	41.72	151.52	42.99	0	0	37.26	10.59	16.59	4.7
Varillo	213.71	21.41	319.44	31.99	324.18	32.47	141.05	14.13	0	0

S.D.= Sin Disturbar

C. = Compactado

A.D.= Algo Disturbado

M.C.= Muy Compactado

M.D.= Muy Disturbado

Un análisis de varianza por categoría de disturbio detectó diferencias entre las especies. Solo se detectaron diferencias en las categorías S.D., A.D. y M.C..

Según la prueba de Tukey, en la categoría S.D. la especie Santa Maria (*Calophyllum brasiliense*) que presentó la mayor área difiere de Sangre (*Virola koschnyi* Warb.). Para la categoría A.D. la especie Santa Maria (*Calophyllum brasiliense*) presentó la mayor área y difiere de Cedrillo (*Huertea cubensis*). En la categoría M.C. la especie Santa Maria (*Calophyllum brasiliense*) difiere de todas las demás especies; estas a su vez no difieren entre sí.

5.1.2.3. Estado del Suelo en los Caminos de Extracción

Se observó que los caminos de acceso principal a las áreas de bosque o primarios han sido construidos sin el uso de tecnologías adecuadas por lo que presentan una accesibilidad aceptable en la época seca y difícil en la época lluviosa. El suelo se presenta compactado en gran parte debido al transporte de madera ya sea por tracción animal o humana. Los mayores daños se presentan en la época lluviosa debido a las características de los suelos que los hacen susceptibles a la erosión.

Los caminos secundarios y terciarios se encuentran más protegidos por la vegetación y el grado de compactación es menor. En estos se observan más los disturbios moderados debido a que estos caminos tienen un ancho promedio menor que los primarios y también por el tipo de aprovechamiento en el que no se utiliza maquinaria pesada en la extracción de la madera; por lo que el impacto de estos es mínimo.

5.1.3. Daños a la Vegetación

En los 30 claros evaluados se encontró un total de 3624 plantas distribuidas en 129 especies diferentes de Palmas, Arboles y Vegetación no maderable y,

árboles maderables. Las categorías S.D. (sin daños) y D.L. (daños ligeros) ocupan el 52.15% del total de plantas encontradas en toda el área de estudio (Tabla 10).

En cuanto a la clase de vegetación, el 59.92% pertenece a la categoría no maderable (NM), solo un 23.40% pertenece a la categoría maderable (M) y un 17.38% son Palmas (P) (Grafico 1).

Tabla 10. Número de plantas para cada categoría de daños.

Categoría de Daño	No. de Plantas	%	% Acumulado
S.D. (Sin daños)	1218	33.61	33.61
D.L. (Daños Ligeros)	672	18.54	52.51
D.M. (Daños Moderados)	536	14.79	66.94
D.S. (Daños Severos)	826	22.79	89.73
M. (Muertos)	372	10.27	100.00
TOTAL	3624	100	

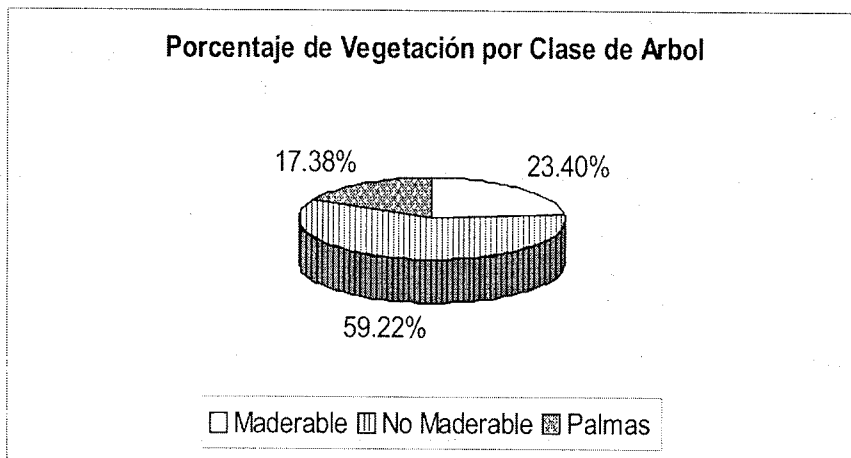


Gráfico 1. Tipo de vegetación encontrada en el estudio

5.1.3.1. Daños a la Vegetación por Sitio

El porcentaje de vegetación en las categorías de poco o ningún daño (D.L. y S.D.) varía de 35.16% (Toncontin) a 75.53% (Mezapita). En la categoría extrema (M.) varía de 4.61% (Mezapita) a 17.91% (Toncontin) (Tabla 11)

Una prueba de Independencia de Chi-Cuadrado determinó que existe relación entre los sitios y la categoría de daños. La relación es altamente significativa ($\chi^2=0.0001$) y tiene un grado de asociación medio ($\phi=0.4534$). En Mezapita se encontraron los menores daños, más del 50% de la vegetación no fue

dañada por el aprovechamiento. En Toncontín se reportó el mayor porcentaje de daños en las categorías extremas (D.S. y M.), un 45.69% de la vegetación tiene daños severos o murió a causa del aprovechamiento.

Tabla 11. Número de plantas por categoría de daño para cada sitio.

Daño	Mezapita		San Francisco		Toncontín	
	No. Plantas	%	No. Plantas	%	No. Plantas	%
S.D.	779	58.84	253	27.5	186	13.6
D.L.	221	16.69	156	16.74	295	21.56
D.M.	113	8.53	161	17.27	262	19.15
D.S.	150	11.23	296	31.76	380	27.78
M.	61	4.61	66	7.08	245	17.91
Total	1324	100	932	100	1368	100

En cuanto a las categorías de tamaño una prueba de independencia de Chi-Cuadrado determinó que existe relación entre el tamaño de la vegetación y los sitios. Esta relación es altamente significativa ($Pr\chi^2 < 0.0001$). En la categoría de brinzales Mezapita presentó el mayor porcentaje de vegetación (75.07%) y Toncontín el menor (42.91%). En las categorías de mayor tamaño (Fustales y Maduros) la mayoría de los sitios tienen un bajo porcentaje de vegetación.

Para la clase de árbol Mezapita presentó el mayor porcentaje de especies maderables (40.94%) y San Francisco el menor (11.37%). Para las especies no maderables Toncontín tiene el valor más alto (76.83%) y Mezapita el menor (36.25%). En la categoría de palmas se encontró un mayor número de individuos en Mezapita (Tabla 12).

Tabla 12. Número de plantas (abundancia) en cada clase de árbol por sitios.

Clase de Arbol	Mezapita		San Francisco		Toncontín	
	No. Plantas	%	No. Plantas	%	No. Plantas	%
Maderable (M)	542	40.94	106	11.37	202	14.76
No Maderable (NM)	480	36.25	623	66.85	1051	76.83
Palma (P)	302	22.81	203	21.78	115	8.41
TOTAL	1324	100	932	100	1368	100

Con respecto al número de especies (diversidad) en cada sitio, Toncontín presentó la mayor diversidad y San Francisco la Menor. Dentro de las especies no maderables se incluyeron especies forestales que actualmente no tienen uso, el resto corresponde a vegetación herbácea y arbustiva. En esta categoría (No Maderable) el sitio Toncontín tiene el mayor porcentaje (65%) de especies herbáceas y arbustivas y, Mezapita el menor (40.4%).

5.1.3.2. Daños a la Vegetación por Especie

Se realizó un análisis de correspondencia para relacionar las categorías de daño, tamaño y clase de vegetación con las especies encontradas. Aunque algunas especies no muestran una tendencia clara hacia algunas categorías, algunas si parecen relacionarse directamente con estas. El Rosita (*Hyeronima alchorneoides*) se relaciona más con la vegetación del tipo palmas, la clase de tamaño brinzal y con la categoría de daños ligeros; el Redondo (*Magnolia yoroconte*) se asocia más a vegetación no maderable, la categoría de daños severos y la clase Latizales.

Para el Cedrillo (*Huertea cubensis*) se encontró una mayor relación con vegetación maderable y la categoría sin daños (Gráfico 2).

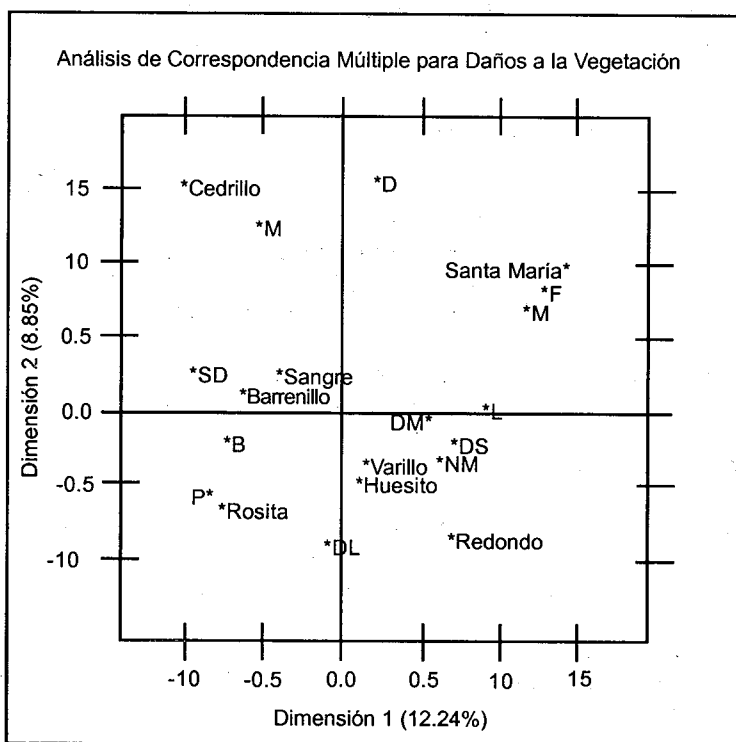


Gráfico 2: Análisis de correspondencia múltiple para daños a la vegetación.

5.1.4. Cambios en la Iluminación

Se evaluó la clase de iluminación de los fustales situados en claros con respecto a los situados en bosque en los 30 claros del estudio. Un 87.2% de los fustales en claros están dentro de las categorías de mayor iluminación y, un 63.6% de los fustales en bosque caen dentro de las mismas categorías.

5.1.4.1. Cambios en la Iluminación por sitio

El análisis comparativo de las categorías de iluminación con respecto a la ubicación de los fustales (Claro y Bosque) detectó diferencias altamente significativas en dos de los sitios. Para Mezapita y San Francisco de un 90% a un 96.25% de los fustales situados en el área de influencia del claro caen en las mejores categorías de iluminación y, de un 50 a 58% de los fustales situados en el bosque están dentro de las mismas categorías. Una prueba de independencia de Chi-Cuadrado detectó diferencias altamente significativas ($PrChi^2 < 0.0001$) entre la ubicación (claro y bosque) de los fustales con respecto a la clase de iluminación en ambos sitios; con un grado de asociación medio entre las variables ($\phi = 0.5282$ para Mezapita y $\phi = 0.4847$ para San Francisco).

Para el sitio Toncontin no se detectaron diferencias entre iluminación y ubicación ($Chi^2 = 0.2382$) y el grado de asociación entre las variables es bajo (0.2055).

5.1.5. Cambios en el Microclima

La temperatura promedio para los tres sitios fue de 80.37 °F, con una humedad promedio de 74.9 % y una altitud de 531.7 m.s.n.m. La temperatura promedio en claros fue de 80.35 °F, con una humedad de 76.33 % y una altitud de 532.47 m.s.n.m. La temperatura promedio en el bosque fue de 80.39 °F, con una humedad de 73.47 % y una altitud de 530.92 m.s.n.m.

Se realizó un análisis de varianza para comparar diferencias en las variables climáticas medidas en claros con respecto a las medidas en bosque y, no se detectaron diferencias significativas entre la ubicación (claro y bosque) con respecto a dichas variables.

En cuanto a los sitios se detectaron diferencias altamente significativas en temperatura y altitud con respecto a los mismos. En cuanto a la humedad no se detectaron diferencias significativas entre los sitios.

La comparación de las variables climáticas y la ubicación (claro y bosque) de las mediciones dentro de cada sitio no detectó diferencias significativas entre las variables.

Se realizaron pruebas t para comparar promedios de temperatura, humedad y altitud para cada claro con respecto a la ubicación de estas mediciones. En algunos claros se detectaron diferencias con respecto a la ubicación de las mediciones de las variables climáticas (Ver Anexo 2 : Tablas 13, 14 y 15).

5.1.6. Residuos dejados por el aprovechamiento

El volumen de trozas encontradas en los 30 claros fue de 26.44 m³ y el volumen

de madera aserrada de 2028.14 p.t. La cantidad de lomos o cantos fue de 548 y la cantidad de ramas que podrían producir un volumen aserrable fue de 52.

El volumen de trozas promedio por árbol fue de 0.88 m³, con un volumen de madera aserrada de 67.6 p.t.. La cantidad promedio de lomos por árbol fue de 18 y la cantidad promedio de ramas con volumen aserrable fue de 2.

Las causas más comunes para el abandono de trozas en los claros fueron: pudrición del centro de la troza, rajaduras producidas por el apeo y, longitud de la troza insuficiente para su venta. En cuanto a los tablones las causas más comunes fueron longitud insuficiente para la venta, daños por el aserrio y calidad insuficiente para el mercado.

5.1.6.1. Residuos del aprovechamiento por sitio

El volumen de madera en trozas fue mayor en el sitio Mezapita y el volumen de madera aserrada fue mayor en el sitio Toncontín (Tabla 16). El análisis de varianza para comparar diferencias entre los sitios de acuerdo al tipo de residuos no detectó diferencias significativas entre ninguna de las variables.

Tabla 16. Volumen y cantidad de residuos para cada sitio.

Tipo de Residuos	Mezapita	San Francisco	Toncontín
Trozas (Vol. en m ³)	11.46	8.06	6.92
Tablas (Vol. en p.t.)	47.17	742.67	1238.3
Lomos o cantos (#)	170	97	281
Ramas (#)	17	14	21

Nota: En el sitio San Francisco el 100% del volumen en pie tablar fue utilizado en la elaboración de productos secundarios (muebles y otros) gracias a la construcción de un taller de ebanistería que servirá para el aprovechamiento de estos residuos.

5.1.6.2. Residuos del Aprovechamiento por Especie

El volumen promedio de residuos en m³ fue mayor en la especie barrenillo (*Mortoniendron anisophyllum*) y el volumen en pie tablar fue mayor en la especie redondo (*Magnolia yoroconte*) (Tabla 17). El análisis de varianza detectó diferencias únicamente en el volumen de trozas ($Pr>f=0.0009$) y la cantidad de lomos ($Pr>f=0.0393$) según la especie; para los otros tipos de residuos no se detectaron diferencias entre especies.

Tabla 17. Volumen y cantidad de residuos promedio para cada especie.

Especie	Volumen promedio en m³	Volumen promedio en p. t.	No. promedio de Lomos	No. promedio de Ramas
Barrenillo	5.1	0	62	0
Cedrillo	0.21	2.17	11	4
Huesito	0.55	48.43	8	1
Redondo	1.16	186.77	33	3
Rosita	1.92	2	8	2
Sangre	0	0	7	1
S. Maria	0	46.5	15	2
Varillo	0.99	80	19	1

5.1.7. Pérdida de hábitat de especies de fauna

Se realizaron 3 estudios exploratorios de fauna en los diferentes sitios. Se encontraron 62 tipos de fauna pertenecientes a diferentes ordenes, familias y especies y, además se lograron identificar completamente algunas especies.

Se realizó una prueba de Chi cuadrado para determinar si existía relación entre el tipo de fauna y su ubicación (Claro y Bosque), esta prueba determinó que existe una relación altamente significativa ($\text{Chi}^2=0.0056$) entre el tipo de fauna y su ubicación, con un grado de asociación medio ($\text{Phi}=0.5296$) entre las variables. En general cierto tipo de fauna que se encuentra en bosques no se encontró en claros. También esta difiere en cuanto a su densidad (cantidad de insectos o animales) tanto en claro como en bosque.

5.1.7.1. Pérdida de hábitat de especies de fauna por sitio

Una prueba de Chi cuadrado determinó que existe una relación altamente significativa ($\text{Chi}^2<0.0001$) entre el tipo de fauna y los sitios; esta tiene un grado de asociación alto ($\text{Phi}=0.8709$). Algunas especies se encontraron solo en ciertos sitios.

Las pruebas de Chi cuadrado para determinar si existe relación entre el tipo de fauna y su ubicación para cada sitio solo detectaron una relación altamente significativa ($\text{Chi}^2=0.005$) para el sitio San Francisco.

5.1.8. Daños en fuentes de agua

Para las muestras de agua tomadas en sitios con residuos y en sitios sin alteración en las tres zonas de estudio, los valores de calidad ambiental oscilan entre 0.6 a 1 (Tabla 18).

En general la calidad del agua en los sitios estudiados es alta. La presencia de residuos del aserrio en algunas fuentes de agua afecta la turbidez y la demanda química de oxígeno (DQO); sin embargo esta alteración no afecta

la disponibilidad de oxígeno para la vida acuática o DBO que es el parámetro más importante en los procesos biológicos. Este indicador presenta valores de calidad ambiental altos tanto en agua con residuos como sin residuos.

Tabla 18. Resultados de los análisis físico-químicos del agua para cada sitio.

Parámetros	Muestras por Sitio						
	S.F.S.	S.F.R.	Me.S.	Me.R.	Ton.S.	Ton.R.	C. A.
PH (25°C)	6.94	6.84	7.1	7.37	7.1	7	0.97-1
Turbidez	0.51	6.85	0.81	0.68	2.59	4.57	0.7-1
D.Q.O.	<5	17	9	9	<5	10	0.6-1
D.B.O.	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0.97

S.F.S. = San Francisco Sin Residuos
 S.F.R. = San Francisco con Residuos
 Me.S. = Mezapita sin Residuos
 Me.R. = Mezapita con Residuos
 Ton.S. = Toncontin sin Residuos

Ton.R. = Toncontin con Residuos
 D.Q.O. = Demanda Química de Oxígeno
 D.B.O. = Demanda Biológica de Oxígeno
 C.A. = Calidad Ambiental

5.2. Impactos a Mediano y Largo Plazo en Sitios de Aprovechamientos Anteriores

5.2.1. Area afectada por la caída de árboles

El área total afectada por la caída de los 15 árboles en los tres sitios fue de 1046.95 m², con un promedio de 69.79 m² por árbol. El valor mínimo de área afectada fue de 44.8 m² y el valor máximo de 121.8 m². La altura promedio del tocón fue de 0.78 m, con valores mínimo y máximo de 0.10 m y 1.30m respectivamente.

En los tres sitios se encontró un total de 6 especies; tres de ellas con el 66.66% de las especies encontradas (Tabla 19).

Para el tipo de corte un 53.33% son tipo A (bien realizados), un 26.67% tipo C (daños por gambas), un 13.13% tipo D (daños por corte incompleto) y un 6.67% tipo B (daños por pudrición).

Tabla 19. Número de árboles (Frecuencia) encontrados por especie.

Especie (N. Común)	Especie (N. Científico)	Frecuenc.	%	% Acumulado
Varillo	<i>Symphonia globulifera</i>	5	33.33	33.33
Sangre	<i>Viola koschnyi</i>	3	20.00	53.33
Redondo	<i>Magnolia yoroconte</i>	2	13.33	66.66
Sta. Maria	<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	13.33	79.99
Huesito	<i>Macrohaseltia macroterantha</i>	2	13.33	93.32
Rosita	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	1	6.67	100
Total		15	100	

5.2.1.1. Area afectada por sitios

El área afectada fue mayor en Toncontín (492 m²) y menor en Mezapita (254.5 m²). El área afectada por árbol para Toncontín, San Francisco y Mezapita fue de 98.4 m², 60.09 m² y 50.9 m² respectivamente (Tabla 20).

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($Pr > F = 0.0003$) entre sitios con respecto al área afectada. La prueba de Tukey detectó diferencias entre Toncontín con respecto a Mezapita y San Francisco.

La altura promedio del tocón fue de 1.0 m, 0.94 m y 0.4 m para San Francisco, Mezapita y Toncontín respectivamente.

Tabla 20. Area afectada por sitios.

Sitios	Area		Promedio m ²	ST. Dev.	Mínimo	Máximo
	m ²	%				
Toncontín	492	47.01	98.4	20.14	68.4	121.8
San Francisco	300.45	28.68	60.09	11.88	45.6	77.1
Mezapita	254.5	24.31	50.9	3.95	44.8	55.6
Total	1046.95	100				

5.2.1.2. Datos para especies

El análisis de varianza para especies con respecto al área afectada no detectó diferencias significativas ($Pr > F = 0.2506$). Tampoco existen diferencias ($Pr > F = 0.5043$) entre especies con respecto a la altura del tocón.

Para las especies con respecto al tipo de corte la prueba de Chi cuadrado detectó una relación significativa ($Chi^2 = 0.0158$) entre especies y tipo de corte, con un grado de asociación alto (Coeficiente de contingencia = 0.8121). Ciertas especies se relacionan más con cortes bien realizados.

5.2.2. Regeneración en claros de años anteriores

Se encontró un total de 7646 plantas distribuidas en 94 especies diferentes de árboles y arbustos no maderables, árboles maderables y palmas. Del total de plantas 1262 son maderables (16.51%), 6013 (78.64%) son no maderables y, 371 (4.85%) son palmas. En cuanto al tamaño 1461 (19.11%) pertenecen a la categoría de brinzales, 460 (6.02%) pertenecen a la categoría latizales y 5725 (74.87%) pertenecen a la categoría de regeneración.

5.2.2.1. Regeneración por sitios

Mezapita fue el sitio con un mayor porcentaje de Vegetación Maderable (61.61%) y San Francisco presentó el mayor porcentaje de especies no maderables (88.99%). Toncontín fue el sitio con mayor porcentaje (7.99%) de palmas (Tabla 21).

La prueba de Chi cuadrado detectó que existe una relación entre los sitios y la clase de vegetación encontrada. La relación es altamente significativa ($Chi^2 < 0.0001$), con un grado de asociación medio ($\Phi = 0.4993$).

Tabla 21. Clase de vegetación por sitio.

Sitio	Mezapita		San Francisco		Toncontín	
	No.	%	No.	%	No.	%
M	629	61.61	282	9.86	351	9.33
NM	355	34.77	2546	88.99	3112	82.68
P	37	3.62	33	1.15	301	7.99
Total	1021	100	2861	100	3764	100

También se detectó una relación altamente significativa ($\text{Chi}^2 < 0.0001$) entre los sitios y las especies encontradas en cada sitio. Esta relación tiene un grado de asociación alto (Coeficiente de Contingencia = 0.7539).

5.2.2.2. Regeneración por Especie

Un análisis de correspondencia realizado para determinar la relación entre la especie de claro y, el tamaño y tipo de vegetación que se regenera mostró algunas tendencias para ciertas especies. El Redondo parece estar relacionado mas con vegetación no maderable y el tamaño latizal, el Rosita se relaciona más a vegetación maderable y al tamaño latizal, Huesito y Sangre se asocian mas al tamaño brinzal y Santa Maria al tamaño regeneración y a la vegetación tipo palmas (Gráfico 3).

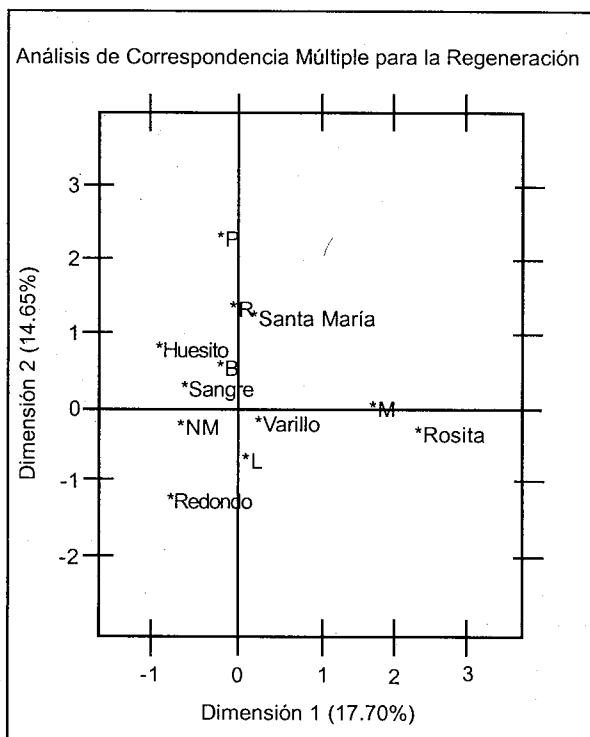


Gráfico 3: Resultados del análisis de correspondencia múltiple para la regeneración.

5.2.3. Insectos en Claro y Bosque

Se encontraron 49 diferentes tipos de insectos de diferentes ordenes, familias y especies. La prueba de Chi cuadrado para establecer si existe relación entre el tipo de insecto encontrado y su ubicación (Claro y Bosque) determinó que existe una relación altamente significativa ($\text{Chi}^2 = 0.0056$) entre ambas variables; esta relación es baja ($\text{Phi} = 0.3967$).

Otra prueba realizada para el tipo de insecto y la densidad (Baja, Media y Alta) detectó una relación altamente significativa ($\text{Chi}^2 < 0.0001$) con una relación media ($\text{Phi} = 0.5932$) entre las variables.

5.2.3.1. Insectos en Claro y Bosque por Sitio

Las pruebas de Chi cuadrado para comparar si existe relación entre el tipo de insecto y su ubicación realizadas para cada claro dentro de cada sitio detectaron en su mayoría que existe una relación altamente significativa entre el tipo de insecto y su ubicación con grados de asociación altos en su mayoría (tablas 22, 23 y 24).

Tabla 22. Resultados de las Pruebas Chi por claro para Mezapita.

No. de Claro	Especie	Chi ²	Phi
1	<i>Symphonia globulifera</i>	0.0004**	0.8349
2	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.0010**	0.7400
3	<i>Virola koschnyi</i>	0.0001**	0.8115
4	<i>Symphonia globulifera</i>	0.0005**	0.7806
5	<i>Symphonia globulifera</i>	0.0034**	0.6464

Tabla 23. Resultados de las Pruebas Chi por claro para San Francisco.

No. de Claro	Especie	Chi ²	Phi
1	<i>Macrohaseltia macrotheranta</i>	0.0053**	0.7210
2	<i>Calophyllum brasiliense</i>	0.4869n.s.	0.4377
3	<i>Virola koschnyi</i>	<0.0001**	0.7719
4	<i>Virola koschnyi</i>	0.0111*	0.0008
5	<i>Symphonia globulifera</i>	0.0257*	0.6456

Tabla 24. Resultados de las Pruebas Chi por claro para Toncontín.

No. de Claro	Especie	Chi ²	Phi
1	<i>Symphonia globulifera</i>	0.2161n.s.	0.6653
2	<i>Magnolia yoroconte</i>	0.3331n.s.	0.4859
3	<i>Magnolia yoroconte</i>	0.3448n.s.	0.7719
4	<i>Macrohaseltia macrotheranta</i>	0.0277*	0.7149
5	<i>Calophyllum brasiliense</i>	0.1844n.s.	0.7463

5.2.4. Plagas encontradas

Se evaluaron un total de 90 árboles de tamaño fustales distribuidos en los tres sitios y los 15 claros. En 7 de estos (7,87 %) se encontró plagas de insectos y en el resto (82 árboles) no se encontraron plagas. Dentro de los árboles sin plagas 45 (54.88 %) presentan infestación por lianas de alta a moderada.

Dentro del tipo de plaga encontrada un 85.71 % (6 árboles) corresponde a termitas o comején y un 14.29 % (1 árbol) presentó defoliación por diversos insectos.

5.2.4.1. Plagas por Sitio

El sitio con mayor cantidad de árboles con plagas fue San Francisco (5 árboles). Toncontín no presentó plagas.

La prueba de Chi cuadrado para determinar si existe relación entre los sitios y la incidencia de plagas determino que no existe una relación significativa entre las variables ($\text{Chi}^2 = 0.0895$) y la relación es baja ($\text{Phi} = 0.2329$).

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Impactos en sitios de aprovechamiento actual

6.1.1. Area afectada

Los promedios de área afectada por árbol aunque presentaron diferencias entre sitios son menores que los reportados en la mayoría de los estudios sobre impactos de los aprovechamientos en otras regiones del mundo. Algunos factores que parecen influir sobre el área no se relacionan con la tecnología usada o el sistema de manejo sino a características propias de las especies encontradas.

6.1.2. Disturbios al suelo

El mayor porcentaje de disturbios cae en categorías cuyos impactos con un manejo adecuado son fácilmente reversibles. Los grados de disturbio extremo (bajos y altos) se relacionan con algunas especies de manera significativa. Además entre sitios se encuentran diferencias con respecto al área y categoría de disturbio.

6.1.3. Daños a la vegetación

Los daños a la vegetación se relacionan con variables de geográficas (sitio), ecológicas (especies) y de tamaño de la misma.

6.1.4. Cambios en la iluminación

La apertura de los claros parece influir en el mejoramiento de la cantidad de luz recibida por algunas especies que antes del aprovechamiento se encontraban suprimidas.

6.1.5. Cambios en el microclima

Aunque a nivel general no se detectaron cambios en el microclima en los sitios estudiados las variaciones mínimas de Temperatura y Humedad producto de aperturas en el bosque podrían inducir cambios en la composición de flora y fauna sobre todo en especies con rangos estrechos de estas variables.

6.1.6. Residuos dejados por el aprovechamiento

La cantidad de residuos dejados por el aprovechamiento es alta. Actualmente estos no son aprovechados por falta de tecnologías adecuadas y por limitaciones de mercado.

6.1.7. Pérdida de hábitat para especies de fauna

En general se observaron diferencias entre las especies de fauna presentes en bosque y en claro. También se observaron diferencias en cuanto a su abundancia o densidad. Esto podría indicar que las aperturas producidas por el aprovechamiento favorecen a algunas especies de fauna y perjudican a otras.

6.1.8. Daños en las fuentes de agua

Los factores mas afectados por la presencia de residuos en fuentes de agua fueron la turbidez y la Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.). No obstante estas alteraciones se encuentran dentro de los límites tolerables (Ver Anexo 5) y, en general la calidad del agua en los tres sitios es alta.

6.2. Impactos en sitios de aprovechamientos anteriores

6.2.1. Área afectada

El área afectada promedio es menor comparada con aprovechamientos anteriores. Esto se debe a que con el tiempo los claros se van poblando de nuevas especies y el área afectada se ve reducida.

6.2.2. Regeneración

En general la regeneración en los tres sitios es aceptable. Las diferencias se presentan en cuanto al tipo de especies por valor comercial y ecológico que se están estableciendo en cada claro y sitio.

6.2.3. Insectos en claro y bosque

En general el tipo y la cantidad de insectos de claros difiere respecto a bosque. Por lo general en claros se presenta una mayor cantidad de insectos tipo plaga (Zancudos, Jejenes, Zompopos etc.) y en el bosque se presentan más insectos que requieren de las condiciones ecológico-climáticas proporcionadas por el mismo.

6.2.4. Plagas

El número de plagas fue bastante bajo, lo que indica que aunque algunas condiciones propician el ataque de las mismas, estas tienen una incidencia localizada y, los mecanismos de defensa del ecosistema y la diversidad del mismo impiden que estas tengan un carácter extensivo.

VII. CONCLUSIONES

El área promedio de claros encontrada en el estudio es menor a la reportada en otros estudios sobre impactos de aprovechamiento. Además la intensidad de los aprovechamientos es baja, lo que disminuye el área total afectada en la mayoría de los sitios.

Más del 60% de los disturbios ocasionados al suelo en los claros son recuperables. Los disturbios en categorías extremas están relacionados a ciertas especies y/o sitios. En los caminos de extracción secundarios los disturbios son más fácilmente recuperables que en los primarios.

Los daños a la vegetación se relacionaron con los sitios, pero más fuertemente con las especies y el tamaño de la vegetación.

La apertura de claros mejora la cantidad de luz recibida por las especies remanentes. Esto permite una mejora en el crecimiento de algunas especies que no recibían luz directa.

No se observaron cambios significativos en el microclima producidos por el aprovechamiento. No obstante cambios mínimos en las variables climáticas podrían inducir cambios en especies sensibles a estas variaciones.

La cantidad de residuos encontrados es alta. La mayoría podría aprovecharse con el uso de tecnologías apropiadas, no obstante las condiciones socioeconómicas actuales de las comunidades no permiten su utilización al máximo.

En general las aperturas provocan cambios en la diversidad y abundancia de especies de fauna.

La calidad del agua tanto en sitios con presencia de residuos como en sitios

sin alteración es alta. La disponibilidad de oxígeno para los procesos de los organismos vivos no se vio afectada por la presencia de residuos.

El área de claros en aprovechamientos anteriores es menor comparada con aprovechamientos actuales; esto indica que estas áreas se recuperan después de las intervenciones.

La regeneración observada es aceptable. No obstante se observaron claros con predominio de vegetación herbácea y pocas especies maderables.

La diversidad y abundancia de insectos encontrada en claros difiere de la encontrada en bosque en la mayoría de los claros del estudio. Algunas especies cuyos residuos se descomponen más rápidamente favorecen la presencia de mayor cantidad de insectos.

La incidencia de plagas fue baja y estas se encuentran reducidas a ciertas áreas. Esto es debido a la estabilidad de los ecosistemas en los que la diversidad de los mismos impide que las plagas se extiendan.

VIII. RECOMENDACIONES

Se debe dar seguimiento a las evaluaciones de los impactos identificados, con la finalidad de mejorar las metodologías propuestas (ver: B. Formato para evaluación de impactos) y aumentar el conocimiento sobre la dinámica de estos ecosistemas.

Realizar estudios sobre la factibilidad de la implementación de tecnologías para el aprovechamiento de residuos con la finalidad de aumentar el volumen de madera, diversificar los productos, mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades y, a la vez retardar el ingreso a nuevas áreas de aprovechamiento.

En áreas de aprovechamientos anteriores donde no se este estableciendo una regeneración adecuada considerar el enriquecimiento con especies adecuadas a las condiciones ecológicas en dichas zonas.

Estudiar la posibilidad de dedicar a usos como el ecoturismo y la promoción de productos no maderables a algunas zonas identificadas en áreas de aprovechamientos anteriores. Lo anterior bajo una planificación adecuada para que no se afecte negativamente el equilibrio de estos ecosistemas.

Tratar de disminuir los daños a la vegetación mediante el uso de tecnologías adecuadas a las condiciones de los sitios y las características propias de las especies a aprovechar.

Incluir en los inventarios variables como: fenología, forma de la especie y características de crecimiento.

IX. GLOSARIO

Análisis de Correspondencia: Es un procedimiento que construye representaciones gráficas que permiten analizar las relaciones entre categorías en una tabla de contingencia.

Análisis de Varianza: Procedimiento aritmético que descompone una suma total de cuadrados en componentes a asociados con fuentes de variación reconocida. Se ha usado en los campos de investigación en los que los datos se miden cuantitativamente.

Correlación: Medida del grado en que dos variables varían conjuntamente o medida de la intensidad de la asociación. Por esto, debe haber simetría entre las dos variables.

Prueba de Chi cuadrado: Se utiliza para medir la relación entre variables cualitativas.

X. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, J.A.; Soihet, C.; Vlosky. 1998. Certificación del Manejo Sostenible de los Bosques en Honduras: Conocimiento, Aceptación e Implicaciones. Turrialba, Costa Rica. CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico no. 302. 123p.
- Aus der Beek, R.; Sáenz S., G. 1997. Impacto de las Intervenciones Silviculturales en los Bosques de Altura. (Costa Rica) : Revista Forestal Centroamericana 17(6): 30-37.
- Basterrechea, M.; Dourojeanni, A.; García, L.E.; Novara, J.; Rodríguez, R. 1996. Lineamientos para la evaluación ambiental de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas para eventual financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C., EE.UU. 22p.
- Camacho M., O. 1997. Análisis del Impacto de un Aprovechamiento Forestal en el Bosque Seco Sub-Tropical de Lomerio, Santa Cruz, Bolivia. Proyecto BOLFOR/USAID. s.p.
- Camacho, M.; Finegan, B. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: El crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. Turrialba, Costa Rica. CATIE ST-IT 295. 54p.
- Conesa F., V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid, España. 276p.
- Cruz, M.G. 2001. Ejecución y Evaluación de Aprovechamiento Forestal en 60 Hectáreas de Bosque Latifoliado. Informe técnico de Consultoría. La Ceiba, Honduras. PROINEL. 43p.
- _____. 1998. Introducción de la tecnología motosierra con marco en el bosque toncontin: Etapa de capacitación. La Ceiba, Honduras. PROINEL. 63p.
- Dixon, J.A.; Fallon S., L.; Carpenter, R.A.; Sherman, P.B. 1994. Análisis Económico de Impactos Ambientales. Turrialba, Costa Rica; CATIE. 247p.
- FAO. s.f. Código de Prácticas de Aprovechamiento Forestal.
- Gómez O., D. 1994. Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid, España. 239p.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. U.K. 358p.

-
- Gretzinger, S.P. 1996. Evaluación de Impactos Ambientales en Concesiones Forestales en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, C.R. 58p.
- Guillison, R.E.; Nissan, S. 1999. Evaluación de la factibilidad del modelado de impactos del manejo forestal sobre la biodiversidad en la concesión de Taruma. Bolfor. Santa Cruz, Bolivia. s.p.
- Hutchinson, I.D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica. CATIE ST-IT 204. 27p.
- Instituto Centroamericano de Administración Pública (ICAP); Autoridad Sueca Para el Desarrollo Internacional (ASDI). 1992. Curso Regional Sobre Formulación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo con Énfasis en Evaluación de Impacto Ambiental. San José, Costa Rica. 300p.
- Keller, G.; Sherar J. 2000. Manual de Prácticas Mejoradas de Caminos Forestales. ESNACIFOR. Siguatepeque, Honduras. 95 p.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. EE.UU. 620p.
- Kleinn, C.; Pérez J. 2000. Consideraciones Metodológicas en la experimentación científica agrícola. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 28p.
- Montenegro S., F. 1997. Extracción Forestal de Bajo Impacto en la Mayronga. Análisis Comparativo de técnicas, impacto ambiental, regeneración natural y costos versus la extracción forestal tradicional. Quito, Ecuador. Fundación Forestal Juan Manuel Durini/OIMT. s.p.
- Peralta P., J.E.; Peralta P., J.E. 2000. Evaluación Técnica y Financiera del Sistema de Aprovechamiento con Motosierra a pulso en el bosque Latifoliado de la zona norte de Honduras. Tesis Ing. Forestal. La Ceiba, Honduras. 89p.
- Pinedo M., G.I. 1997. Dinámica del Bosque Petenero: Avances de Investigación en Petén, Guatemala. Turrialba, C.R. CATIE ST-IT 296. 48p.
- Revista Actualidad Forestal Tropical. 2001. 9(2): 32p.
- Sabogal, C.; Castillo, A.; Carrera, F.; Castañeda, A. 2001. Aprovechamiento Forestal Mejorado en Bosques de Producción. Estudio de Caso Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE st-it 323. 56 p.
-

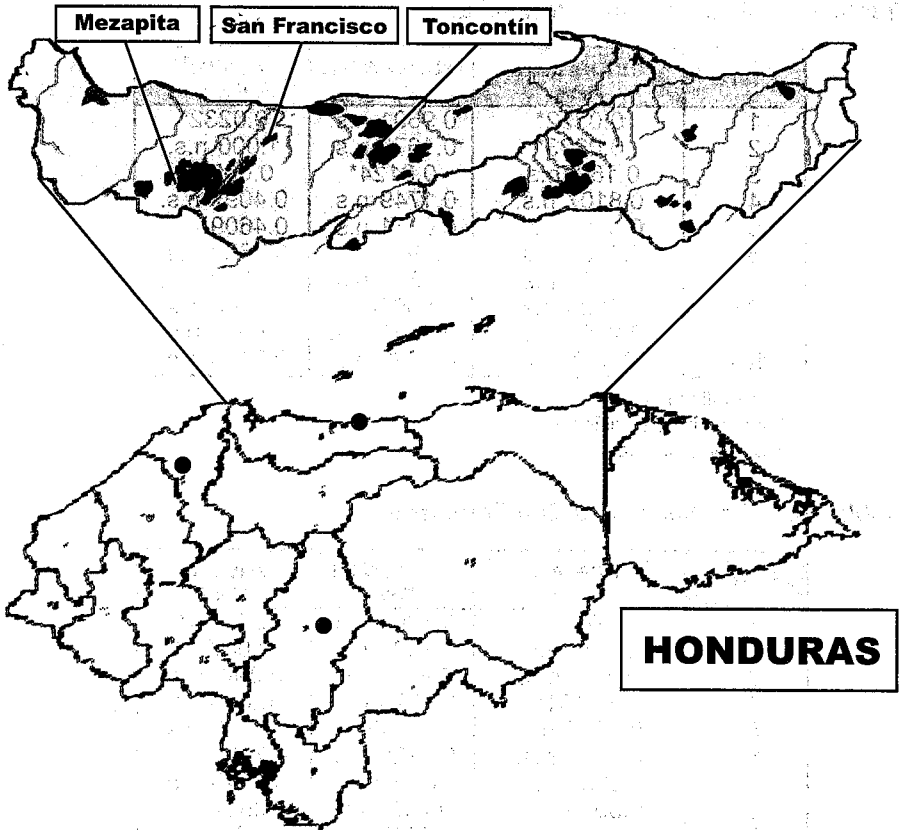
Mejia, A. 2001. Aplicación de un tratamiento silvicultural experimental en un bosque de La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. CATIE ST-IT 324. 17p.







Venegas V., G.; Camacho C., M. 2001. Efecto de un tratamiento silvicultural sobre la dinámica de un bosque secundario montano en Villa Mills, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE ST-IT 322. 22p.

_____; Loman, B. 2001. Aprovechamiento con tratamiento silvicultural de impacto reducido en un bosque montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE ST-IT 235. 55p.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la Región Forestal de Atlántida, con la Ubicación de las Comunidades Visitadas.



SIMBOLOGÍA	
	La Ceiba
	Tegucigalpa
	San Pedro Sula
	Áreas bajo manejo forestal
	Ríos
	Área influencia PROINEL

Anexo 2. Resultados de las pruebas t para comparar las dos posiciones por claro dentro de cada sitio, según las variables climáticas.

Tabla 13. Pruebas t para Mezapita.

Claro	Temperatura Pr>t	Humedad Pr>t	Altitud Pr>t
1	0.0322*	0.9601 n.s.	0.0232*
2	0.0223*	0.1675 n.s.	1.000 n.s.
3	0.1607n.s.	0.0124*	0.0095**
4	0.8107 n.s.	0.1749 n.s.	0.4097 n.s.
5	0.5981 n.s.	0.0971 n.s.	0.4609 n.s.
6	0.4030 n.s.	0.0998 n.s.	0.4609 n.s.
7	0.7387 n.s.	0.4304 n.s.	0.3080 n.s.
8	0.7520 n.s.	0.0086**	0.1265 n.s.
9	0.2266 n.s.	0.0698 n.s.	0.4025 n.s.
10	0.880 n.s.	0.1322 n.s.	0.2415 n.s.

* = significativo

** = altamente significativo

n. s. = no significativo

Tabla 14. Pruebas t para San Francisco.

Claro	Temperatura Pr>t	Humedad Pr>t	Altitud Pr>t
1	0.0228*	0.1765 n.s.	0.0485*
2	0.1763n.s.	0.4527 n.s.	0.0477 *
3	0.6508n.s.	0.8570n.s.	0.2944n.s.
4	0.0161*	0.1529 n.s.	0.0001**
5	0.2714 n.s.	0.0140*	0.3375 n.s.
6	0.6725 n.s.	0.5225 n.s.	0.7404 n.s.
7	0.0991 n.s.	0.0486*	0.3249 n.s.
8	0.5916 n.s.	0.2483n.s.	0.3502 n.s.
9	0.1100 n.s.	0.5573 n.s.	0.8369n.s.
10	0.5240 n.s.	0.5306 n.s.	0.4860 n.s.

Tabla 15. Pruebas t para Toncontín.

Claro	Temperatura Pr>t	Humedad Pr>t	Altitud Pr>t
1	0.1654n.s.	0.9139 n.s.	0.3433n.s.
2	0.1269n.s.	0.2768 n.s.	0.0612n.s.
3	0.0435*	0.1157n.s.	0.1582n.s.
4	0.8831n.s.	0.0327*	0.8841n.s.
5	0.9014 n.s.	0.5844n.s.	0.5339 n.s.
6	0.5125 n.s.	1.0000 n.s.	0.0239*
7	0.7528 n.s.	0.4731n.s.	0.2958 n.s.
8	0.4892 n.s.	0.8988n.s.	0.6208 n.s.
9	0.8085 n.s.	0.3589 n.s.	0.1933n.s.
10	0.0033**	0.0107*	0.0035 n.s.

Anexo 3: Cambios en la iluminación para fustales

Tabla 25: Número de árboles en cada categoría de iluminación para las dos posiciones.

Iluminación	Posición 1 (Claro)	%	Posición 2 (Bosque)	%
1 (Iluminación Plena)	95	52.8	46	29.9
2 (Iluminación Vertical)	63	35	52	33.7
3 (Iluminación vertical parcial)	20	11.1	51	33.1
4 (Iluminación oblicua)	2	1.1	5	3.3
Total	180	100	154	100

Anexo 4: Area promedio de claros por especie

Tabla 26: Area de claros y altura de tocón promedio para cada especie en sitios de aprovechamiento anterior.

Especie	Area Promedio (m ²)	Altura Tocón Promedio (m)
Huesito (<i>Macrohaseltia macrotheranta</i>)	85.1	0.85
Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	104.3	0.4
Rosita (<i>Hyeronima alchomeoides</i>)	51.5	1.1
Sangre (<i>Virola Koschnyi</i>)	57.1	1.03
Santa Maria (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	57	0.65
Varillo (<i>Symphonia globulifera</i>)	66.2	0.74

Anexo 5: Parámetros utilizados en La Ceiba para la calidad del agua

Tabla 27. Valor de los parámetros para calidad del agua utilizados en La Ceiba.

Parámetros	Unidades de Medida	Rangos Permisibles
PH		6.00-9.00
Turbidez	UNT	1-5
D.Q.O.	mg/L de O ₂	200 (máximo)
D.B.O.	mg/L de O ₂	50 (máximo)

D.B.O. = Demanda Biológica de Oxígeno

D.Q.O. = Demanda Química de Oxígeno

Anexo 6: Imágenes Varias

A. Fauna Encontrada en los Sitios Visitados



Imagen 1: Vista de un claro de Varillo (*Symphonia globulifera*) en el sitio San Francisco.



Imagen 2: Medición de temperatura, humedad y altitud.



Imagen 3: Brinzales y regeneración de Cedrillo sin daños.



Imagen 4: Defoliación producida por hormigas, galgas y zomposos, sitio San Francisco.



Imagen 5: Mariposa (Lepidoptera: *Caligo urano*) identificada en Mezapita.



Imagen 6: Escarabajo (Coleoptera: Cerambycidae) identificado en San Francisco.



Imagen 7: Escarabajo
(Coleóptera: *Hoplopygia liturata*),
sitio Mezapita.

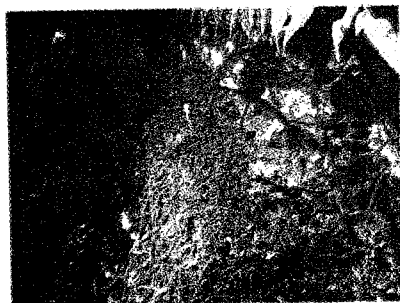


Imagen 8: Nido de Pájaro, sitio
Toncontín.

B. Desastres provocados por causas naturales



Imagen 9: Derrumbe provocado por
lluvias en Mezapita.



Imagen 10: Arboles
quemados por la caída de un
rayo en San Francisco.

C. Erosión en Caminos



Imagen 11: Erosión en
caminos provocada por lluvias
intensas en Mezapita.

D. Lugares con Potencial Ecoturístico



Imagen 12: Cascada en San Francisco.



Image: 13: Mirador en Mezapita.

E. Toma de Muestras de agua

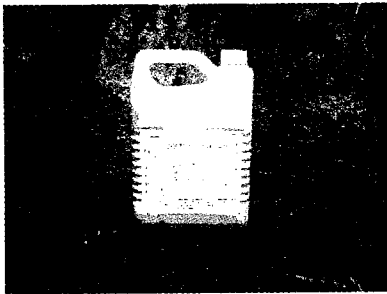


Imagen 14: Muestra tomada en sitio sin alteración.

B. FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS DE LOS APROVECHAMIENTOS FORESTALES

I. INTRODUCCION

Uno de los principales problemas de la evaluación de impactos ambientales es que no existe una metodología específica para cada caso de alteración del medio ambiente.

Generalmente en los textos de consulta se presentan lineamientos generales a seguir y algunos de estos no son aplicables en determinadas situaciones.

En la evaluación de actividades en bosques latifoliados tropicales las dificultades aumentan ya que son pocos los estudios que han tratado este tema. Además estas áreas están sometidas a un constante deterioro de sus recursos debido a factores socio-económicos como: aumento de la pobreza, escasez de alimentos, crecimiento poblacional, ganadería extensiva, políticas macroeconómicas, etc.

Por lo anterior surge la necesidad de estudios que contribuyan al establecimiento de metodologías apropiadas para la medición de las alteraciones provocadas en la dinámica de estos ecosistemas, sean estas producto del manejo forestal (aprovechamientos) u otras actividades (cambio de cobertura para otros usos).

El presente documento fue diseñado como un manual de referencia para la evaluación de impactos ecológicos producidos por los aprovechamientos forestales en bosques latifoliados.

Se espera que estudios posteriores aporten nuevos conocimientos sobre este tema y ayuden a mejorar las metodologías propuestas.

II. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS PRODUCIDOS POR LOS APROVECHAMIENTOS FORESTALES

2.1. Impactos a Corto Plazo (menos de 1 año)

La medición de estos impactos se realiza una vez concluidas las actividades de aprovechamiento.

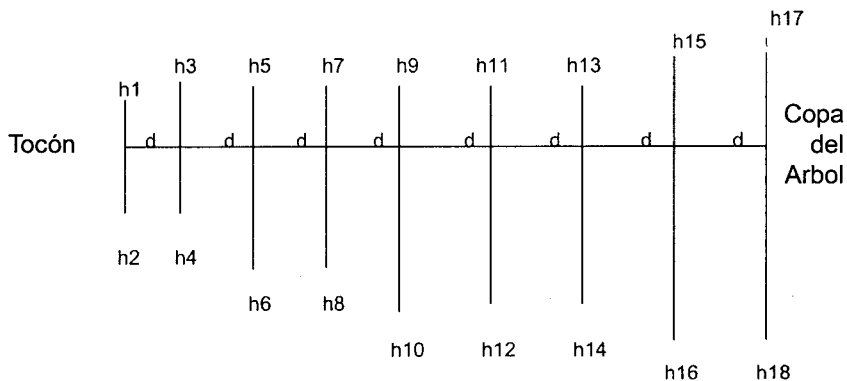
2.1.1. Area de Claros

Por cada árbol aprovechado se determina el área afectada o área del claro con el procedimiento siguiente:

- a) Se toma como punto de inicio el centro del tocón y a partir de allí se toma un rumbo fijo hacia el final del claro o sea hacia la copa del árbol caído.
-

- b) Se anota el rumbo y luego se van midiendo distancias iguales (d) a partir del punto de inicio y se colocan estacas en cada distancia.
- c) En cada estaca se miden también las distancias hacia las orillas del claro (h). Las distancias hacia la derecha del rumbo tienen numeración impar (h1, h3, h5...) y las distancias hacia la izquierda tienen numeración par (h2, h4, h6...). Estos pasos (adaptados de Sabogal y otros, 2001, quienes a su vez lo adaptaron de Cordero y Meza 1991) se ilustran a continuación:

Figura 1: Mapeo Area del Claro



d = Distancia fija a partir del centro del tocón (1m, 2m, 3m... etc.).

h1.....h17 = distancias en m a la derecha de la línea central del claro.

h2.....h18 = distancias en m a la izquierda de la línea central del claro.

- d) Los datos anteriores se van anotando en formularios ideados para este fin (ver anexo 1).
- e) A partir de la información obtenida se calcula el área de cada mitad del claro utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Area impar} = d * \left[\frac{h1+h17}{2} \right] + h3 + h5 + \dots + h15$$

$$\text{Area par} = d * \left[\frac{h2+h18}{2} \right] + h4 + h6 + \dots + h16$$

El área total se obtiene sumando las dos áreas anteriores.

2.1.2. Vegetación dañada en el área del claro

En toda el área medida en el paso anterior se toma datos sobre la vegetación. Los pasos se describen a continuación (clasificación adaptada de Cruz 1999; Sabogal y otros 2001) :

- a) Se incluye toda la vegetación dentro de las siguientes categorías:
M = Maderables.

-
- NM = No maderables.
 - P = Palmas.
- b) También para cada tipo de vegetación se evalúan las clases de tamaño:
- Brinzal (Vegetación de menos de 5 cm de diámetro y de 0.3 a 1.5 m de altura).
 - Latizal (Vegetación de 5 a 9 cm de diámetro).
 - Fustal (Vegetación de 10 a 49 cm de diámetro).
 - Maduro (Vegetación con diámetros mayores o iguales a 50 cm).
- c) Dentro de las categorías anteriores se identifica a cada planta de acuerdo a los daños así:
- S.D. (Sin Daño) = No existe evidencia de daños.
 - D.L. (Daños Ligeros) = Pérdida de algunas ramas o daños leves a la corteza.
 - D.M. (Daño Moderado) = Pérdida de parte de la copa o raspaduras en el fuste.
 - D.S. (Daño Severo) = Pérdida de más del 75% de la copa o fuste dañado severamente.
 - M. Muerto) = Árboles caídos que murieron o fueron derribados por el aprovechamiento.
- d) Todos los datos anteriores se almacenan en formularios ideados para este fin (Ver Anexo 1).

2.1.3. Disturbios al suelo en el área del claro

En el área del claro dividida en secciones (ver 2.1.1. área de claro) se evalúan los disturbios al suelo. Los pasos a seguir se describen a continuación:

En cada sección del claro se evalúan los disturbios de acuerdo a las siguientes categorías (Cordero y Meza 1991; Sabogal y otros 2001):

- S.D. (Sin Disturbar) = No se observan disturbios, la materia orgánica en su lugar.
 - A.D. (Algo Disturbado) = En esta categoría se dan tres condiciones:
 - i) materia orgánica removida y suelo mineral expuesto.
 - ii) materia orgánica y suelo mineral mezclados.
 - iii) Suelo mineral depositado sobre la materia orgánica.
 - M.D. (Muy Disturbado) = Suelo mineral removido y exposición de horizontes inferiores.
 - C. (Compactado) = Compactación obvia como consecuencia del paso de maquinaria o del arrastre de trozas.
 - M.C. (Muy Compactado) = Fuerte compactación ocasionada por el transporte de madera.
- a) Los datos anteriores se anotan en formularios ideados para este fin (Ver Anexo 1).
- b) Para calcular las áreas de cada categoría de disturbio se utilizan los valores de las áreas impar y par del claro.

2.1.4. Cambios en la iluminación

Este factor solo se mide en la vegetación de la clase de tamaño Fustales. Los pasos a seguir se detallan a continuación:

- a) Se toma una muestra al azar de los fustales situados en y alrededor del área del claro y hasta 5 m a partir de los bordes (Posición 1). También se toma otra muestra de los fustales situados a más de 5 m del borde del claro (Posición 2).
- b) Para cada uno de los árboles de las muestras anteriores se mide la clase de iluminación y la forma de la copa de acuerdo a las siguientes categorías (Dawkins 1958; Hutchinson 1987; Synnott 1979; Sabogal y otros 2001):

Iluminación de Copa:

- 1 (Emergente) = La copa recibe plena iluminación vertical y lateral.
- 2 (Plena iluminación vertical) = Cuando la copa recibe plena iluminación vertical.
- 3 (Alguna iluminación vertical) = Cuando la copa recibe parcialmente la iluminación vertical.
- 4 (Iluminación lateral) = Cuando la copa solo recibe iluminación lateral.
- 5 (Ninguna iluminación directa) = Cuando la copa está totalmente cubierta.

Forma de la Copa:

- 1 (Círculo completo) = Copa del árbol es circular y simétrica.
- 2 (Círculo irregular) = Copa del árbol es casi la ideal (silviculturalmente satisfactoria) pero muestra algún tipo de asimetría o muerte de algunas ramas.
- 3 (Medio círculo) = Copa cuya forma está justo en el límite silvicultural satisfactorio, asimétrica o delgada, pero capaz de mejorar si se le da más espacio para desarrollarse.
- 4 (Menos de medio círculo) = Copa silviculturalmente no satisfactoria, con fuerte asimetría, pocas ramas y muerte regresiva; probablemente sobreviva.
- 5 (Solamente pocas ramas) = Copa degenerada, definitivamente suprimida y fuertemente dañada; probablemente no es capaz de crecer.

- c) Los datos de iluminación y forma de copa para cada árbol se anotan en formularios ideados para este fin (Ver Anexo 1).

2.1.5. Cambios en el microclima

En cada claro se miden variables climáticas (Temperatura, Humedad) y Físicas (Altitud). El procedimiento seguido se detalla a continuación:

- a) Dentro del área del claro se toman 5 puntos de medición (Posición 1):
 - 1 = En el centro del claro.
 - 2 = En el borde del claro a la izquierda del punto 1.

-
- 3 = En el borde del claro a la derecha del punto 1.
 - 4 = Al final del claro siguiendo la línea central.
 - 5 = En el centro del tocón.

En cada punto se toma la temperatura y humedad ambiental y se mide la altitud.

- b) Los puntos de medición en bosque (Posición 2) se establecen a 5 metros después de cada uno de los puntos de medición del claro. También en cada uno se toman las variables del paso anterior.
- c) Los datos para cada claro se anotan en formularios ideados para este fin (Ver Anexo 1).

Nota importante: Se recomienda medir estas variables en días con condiciones climáticas favorables y de ser posible a las mismas horas.

2.1.6. Daños a las fuentes de agua

Cuando la copa u otros restos de los árboles aprovechados caigan o sean colocados en fuentes de agua se toman muestras de esta para ser analizadas en laboratorio. El procedimiento a seguir se detalla a continuación:

- a) Se utilizan recipientes de vidrio o plástico previamente esterilizados. Estos tendrán una capacidad de medio a 1 Litro.
- b) Las muestras se toman en contra de la corriente y se tiene cuidado de que el recipiente no toque el suelo y altere la muestra.
- c) Los recipientes se colocan en hieleras y deben ser llevados al laboratorio en menos de 24 horas.
- d) Se toman otras muestras en sitios donde no se observan residuos con el objeto de comparar si ha habido alguna alteración en las características físico-químicas del agua. Para la toma de estas se siguen los mismos pasos anteriores.

Nota: Se recomienda tomar las muestras en condiciones de clima favorables para que otros factores como sedimentos de suelo por lluvias no interfieran en los resultados.

2.1.7. Cambios en la diversidad y abundancia de especies de Fauna

Para medir estos cambios se realizan estudios exploratorios de fauna los cuales pueden hacerse de dos maneras dependiendo de la ubicación de los claros.

- **Si los claros están situados cerca entre si y, en rumbos similares:**
 - a) Se toma como punto de partida el centro de un claro y se traza un rumbo fijo a partir de allí.
 - b) Se van midiendo distancias iguales y en cada una se establece una parcela de 5 x 5 m en la que se hacen observaciones sobre las especies de fauna encontradas.

- c) Se anota si la parcela cae en un claro o en bosque. El número de parcelas en claro debe ser igual al número de parcelas en bosque. Este se elige al azar o dependiendo de factores como: número total de claros, distancias entre sí u otros como factores económicos.
 - d) Los datos obtenidos se almacenan en formularios ideados para este fin (Ver Anexo 1).
- **Si los claros están situados lejos entre sí y, en rumbos diferentes:**
 - a) Se toma una muestra al azar de los claros y se establecen parcelas de 5 x 5 m en el centro de cada claro. En estas se hacen observaciones sobre la fauna.
 - b) Las parcelas en bosque se ubican a una distancia fija del centro de los claros y tienen las mismas dimensiones.
 - c) El número de parcelas en bosque debe ser igual al número de parcelas en claros. Los datos se almacenan en formularios similares al método anterior (Anexo 1).

Nota: Las dos metodologías anteriores fueron adaptadas de Krebs (1999).

2.1.8. Residuos del Aprovechamiento

En cada claro se realiza una cuantificación de residuos dejados por el aprovechamiento. Se dividen los residuos en: Trozas, Tablones, Lomos y Ramas Gruesas. Para cuantificar cada tipo de residuos se sigue un procedimiento diferente. Este se describe a continuación:

- Trozas: Se mide la longitud y los diámetros mayor y menor de cada troza. Se anota también cual fue la causa de su abandono.
- Tablones: Se miden las dimensiones de los tablones (largo, ancho y grosor) y se anota la causa de su abandono.
- Lomos o cantones: Se cuenta el número de lomos dejados en cada claro.
- Ramas Gruesas: Se anota el número de ramas con hojas dejadas en el sitio.
- Los datos anteriores se almacenan en formularios ideados para ese fin (Anexo 1).

2.2. Impactos a mediano (2 a 5 años) y largo plazo (más de 5 años)

Estos impactos se evalúan en áreas de corte que tienen de 2 años en adelante de haber sido aprovechadas. La unidad de estudio siempre es el claro.

2.2.1. Area del claro

El procedimiento seguido en la medición del área es el mismo que el utilizado en la evaluación de impactos a corto plazo.

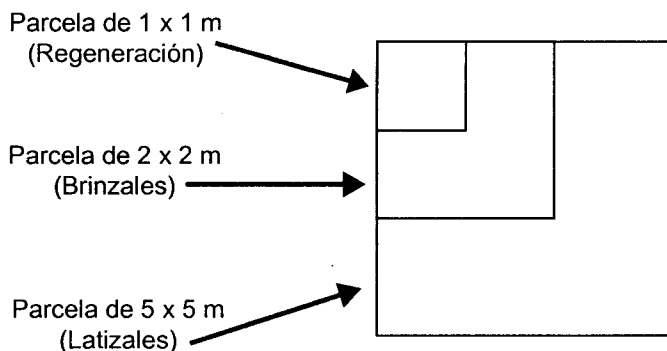
2.2.2. Regeneración establecida en claros

Para cada claro se realiza un muestreo de la regeneración que se está estableciendo. Los pasos a seguir se detallan a continuación:

- Siguiendo la línea central del claro se establecen al azar un número fijo (2, 3, 4 etc.) de parcelas de 5 x 5 m donde se observa toda la vegetación de la clase de tamaño latizal.
- Dentro de cada parcela de 5 x 5 m se establece otra parcela de 2 x 2 m en la que se observa toda la vegetación de la clase de tamaño brinzal.
- Luego se establece otra parcela de 1 x 1 dentro de la parcela mayor y se observa toda la vegetación de la clase de tamaño regeneración.

Los datos obtenidos se almacenan en formularios ideados para tal fin (Ver Anexo 2).

Figura 2: Parcelas de muestreo de regeneración.



2.2.3. Cambios en la diversidad y abundancia de Insectos

En cada claro se realiza un muestreo de las poblaciones de insectos y otros artrópodos. El procedimiento es el siguiente:

- En cada claro se establecen al azar un número fijo de parcelas de 2 x 2 m y dentro de estas se realizan observaciones sobre la diversidad y abundancia de insectos presentes.
- En el bosque cercano al claro se establece un número igual de parcelas de 2 x 2 m y se realizan las mismas observaciones.
- Los datos se almacenan en formularios ideados para este fin (Ver Anexo 2).

2.2.4. Plagas por insectos

Para cada claro se hace una evaluación en los árboles de tamaño fustales para ver si presentan plagas producto de los aprovechamientos. Los pasos a seguir son:

- Se toma una muestra al azar los fustales situados dentro y en los bordes del claro.
- Se hacen observaciones sobre la presencia y abundancia de plagas en cada árbol.
- Los datos se almacenan en formularios ideados para este fin (Ver Anexo 2).

III. GLOSARIO

Abundancia: Cantidad de individuos de una especie presentes en una comunidad.

Claro: Apertura en el bosque provocada por la caída de árboles.

Diversidad: Número de especies presentes en una comunidad.

Impactos Ecológicos: Cualquier alteración en las poblaciones de flora y fauna en un sitio debida a una actividad o proyecto.

Insectos: Formas de vida relativamente pequeñas, exitosas y muy importantes para entender la diversidad de la vida en nuestro planeta.

Microclima: Conjunto de condiciones atmosféricas en un punto determinado.

Tocón: Parte del tronco del árbol que queda unida a la raíz cuando lo cortan en pie.

IV. BIBLIOGRAFÍA

- Cave, R. D.; Cordero, R.J.; Peña, G.A. 2001. La Vida Fascinante y Exitosa de los Insectos. Zamorano/Fundación Vida/Dirección General de Biodiversidad/USAID. Tegucigalpa, Honduras. 60 p.
- Conesa F., V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid, España. 276p.
- Gómez O., D. 1994. Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid, España. 239p.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. U.K. 358p.
- Instituto Centroamericano de Administración Pública (ICAP); Autoridad Sueca Para el Desarrollo Internacional (ASDI). 1992. Curso Regional Sobre Formulación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo con Énfasis en Evaluación de Impacto Ambiental. San José, Costa Rica. 300p.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. EE.UU. 620p.
- Sabogal, C.; Castillo, A.; Carrera, F.; Castañeda, A. 2001. Aprovechamiento Forestal Mejorado en Bosques de Producción. Estudio de Caso Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE st-it 323. 56 p.
- Scheaffer, R.L.; Mendenhall, W.; Ott, L. 1987. Elementos de Muestreo. México. 321p.

V. **ANEXOS**

ANEXO 1: Formularios de Impactos a Corto Plazo

Formulario 1: Area del Claro

Claro No : _____ Especie : _____ No. de Arbol : _____
d : _____ Rumbo : _____ Fecha : _____
Hora Inicio : _____ Hora Final : _____

h Pares	Medida	h Impares	Medida
h2		h1	
h4		h3	
h6		h5	
h8		h7	
h10		h9	
h12		h11	
h14		h13	
h16		h15	
h18		h17	
h20		h19	
h22		h21	
h24		h23	
h26		h25	
h28		h27	
h30		h29	
h32		h31	
h34		h33	
h36		h35	
h38		h37	
h40		h39	
h42		h41	
h44		h43	
h46		h45	
h48		h47	
h50		h49	
h52		h51	
h54		h53	

Altura del Tocón: _____

Evaluación del Corte: _____

* Evaluación de Corte del tocón:

A : Corte bien realizado, no se aprecian daños

B : Daños por pudrición en el corazón

C : Reventadura del fuste por caída sobre gambas de los árboles

D : Astillamiento del fuste por corte incompleto

Formulario 2: Daños a la Vegetación

Claro No : _____ **Especie :** _____ **No. de Arbol :** _____

Arbol	Tamaño	Especie	Daño	Observaciones

* Arbol: M (Maderable) NM (No Maderable) P (Palma)
 Tamaño: B (Brinzal) L (Latizal) F (Fustal) M (Maduro)
 Daño : S. D. (Sin Daños) D. L. (Daños Ligeros) D. M. (Daño Moderado) D. S. (Daño Severo) M (Muerto)

Formulario 3: Disturbios al Suelo

Claro No. _____ Especie _____ No. de Arbol _____

Sección	Categorías de Disturbio al Suelo					Observaciones
	S. D.	A. D.	M. D.	C.	M. C.	

* Disturbios al suelo: S. D. (Sin Disturbar) A. D. (Algo Disturbado)
M. D. (Muy Disturbado) C. (Compactado)
M. C. (Muy Compactado)

Formulario 4: Medición de Temperatura, Humedad, y Altitud

No. Claro _____ Especie _____ No. de Arbol _____

Posición	Medición	Temperatura	Humedad	Altitud

* Posición: 1 (Claro) 2 (Bosque)
Medición: 1. 2. 3. 4. 5

Formulario 5: Residuos Dejados en los Claros

No. de Claro _____ Especie _____ No. de Arbol _____

Trozas

No. Troza	Dap 1	Dap 2	Largo	Causa de abandono

Tablones

Cantidad	Largo	Ancho	Grosor	Observaciones

No. de lomos _____
No. de Ramas Guesas _____

Formulario 6: Cambios en la Iluminación

No. de Claro _____ Especie _____ No. de Arbol _____

Arbol	Especie	Iluminación	Forma	Posición	Observaciones

- * Posición: 1 (Claro) 2 (Bosque)
- * Iluminación: 1 (Emergente) 2 (Plena Superior) 3 (Alguna Iluminación) 4 (Iluminación Lateral) 5 (Ninguna Iluminación Directa)
- * Forma: 1 (Círculo completo) 2 (Círculo irregular) 3 (Medio Círculo) 4 (Menos de Medio Círculo) 5 (Pocas Ramas)

Formulario 7: Estudios Exploratorios de Fauna

Claro #	# Parcela	Posición	Especie	Abundancia

- * Posición: 1 (Claro) 2 (Bosque)
- * Abundancia: 1 (Baja) 2 (Media) 3 (Alta)

ANEXO 2: Formularios de Impactos a Mediano y Largo Plazo

Formulario 1: Insectos y otros Artrópodos presentes en Claro y Bosque

Claro No. _____ Especie _____

No. Parcela	Posición	Tipo de Insecto	Abundancia	Observaciones

- No. de Parcela : 1,2,3,4.....n
- Posición: 1 (Claro) 2 (Bosque)
- Abundancia: 1 (Baja) 2 (Media) 3 (Alta)

Formulario 2: Regeneración Establecida en Claros

Claro No. _____ Especie _____ No. de Arbol _____

No. Parcela	Arbol	Tamaño	Cantidad	Especie	Observaciones

- No. Parcela: 1, 2, 3,...n
- Arbol: M (Maderable) NM (No Maderable) P (Palma)
- Tamaño: L (Latizal) B (Brinzal) R (Regeneración)
- Cantidad: No. de plantas por especie y tamaño

Formulario 3: Presencia de Plagas por Insectos

Claro No. _____ Especie _____ No. de Arbol _____

Especie	Presencia	Tipo de Plaga	Densidad	Observaciones

- Presencia: 1 (Si hay Plagas) 2 (No hay Plagas)
- Densidad: 1 (Baja) 2 (Media) 3 (Alta)

C. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACION PARA LA REDUCCION DE LOS IMPACTOS ECOLOGICOS PRODUCIDOS POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL EN EL BOSQUE LATIFOLIADO

I. INTRODUCCION

Las intervenciones forestales generan impactos positivos y negativos sobre los factores ecológicos, económicos y sociales característicos de las áreas intervenidas.

Algunos de estos impactos pueden ser corregidos o mejorados con la aplicación de ciertas medidas cuya finalidad es atenuar y/o corregir los efectos negativos y, aumentar los efectos positivos. De esta forma se optimiza el uso de los recursos y se disminuye su deterioro.

El presente documento es un aporte en el conocimiento de los impactos ecológicos de los aprovechamientos forestales y sus posibles medidas correctivas. Se espera que posteriores trabajos de monitoreo e investigación validen las prácticas recomendadas o generen nuevas.

Lo anterior con la finalidad de mejorar el manejo de las áreas forestales de forma que ocurra el menor daño ambiental con los mayores beneficios sociales y económicos.

Los datos analizados para la aplicación de las medidas se encuentran en el documento: "Aportes en la determinación de los límites permisibles de los impactos ecológicos producidos por los aprovechamientos forestales en el bosque latifoliado de la costa norte de Honduras".

II. CLASIFICACIÓN UTILIZADA

2.1. Intensidad del Impacto

- a) Bajo: 1 (El impacto ocurre en pequeñas áreas y no es extensivo en su totalidad).
- b) Medio: 2 (El impacto ocurre en áreas medianas y tiene una extensión mayor).
- c) Alto: 3 (El impacto ocurre en grandes áreas y es extensivo en su totalidad).

2.2. Persistencia del Impacto

- a) Fugaz : 1
 - b) Temporal : 2
 - c) Pertinaz : 3
 - d) Permanente : 4
-

2.3. Medidas de Mitigación

- a) SI (Es necesario aplicar medidas): 1
- b) SI (Se recomiendan medidas para mejorar las condiciones): 2
- c) SI (Se recomiendan medidas para mejorar los impactos positivos): 3
- d) NO (No es necesario aplicar medidas): 4

III. IMPACTOS IDENTIFICADOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS O DE MITIGACION

2.1. Impactos en Aprovechamientos Actuales

2.1.1. Apertura de Claros por la Caída de los árboles

El área promedio de claros fue de 123.49 m².

Intensidad del Impacto: (1): Bajo en general (Claros menores a 200 m² se consideran pequeños) y de baja intensidad (el aprovechamiento en las áreas no excede de 200m³ por año).

Persistencia del Impacto: (2): Los claros si se dejan después de los aprovechamientos se van poblando de nuevas especies y su área disminuye.

Medidas de Mitigación: (3): En algunos sitios las áreas afectadas son mayores y algunas especies tienen mayor área de claros que otras.

Recomendaciones:

- En sitios donde las áreas de claros son mayores al promedio tratar de reducirlas con la aplicación de técnicas adecuadas a las características del sitio (suelos, pendiente, etc.).
- Incluir una mayor variedad de especies y no concentrar el aprovechamiento en especies que producen áreas grandes para que el área total de claros sea menor.

2.1.2. Disturbios al Suelo en Claros

Más del 60% (2361m²) de los suelos en claros están en categorías de poco o ningún disturbio.

Intensidad de Impacto: (2): En general no se observaron grandes áreas con disturbios severos y los disturbios extremos están localizados en zonas puntuales dentro de los claros (donde ocurre el troceo y transporte de madera aserrada). No obstante se observaron diferencias entre sitios y entre especies en cuanto a los impactos en categorías extremas (bajas y altas).

Persistencia del Impacto: (2): Comparando con áreas de aprovechamientos anteriores en la mayoría de los claros el suelo se recupera casi en su totalidad. En algunas especies observadas los impactos severos persisten algún tiempo después de los aprovechamientos.

Medidas de Mitigación: (2): Algunas especies tienen áreas en categorías extremas (compactación) mayores que otras.

Recomendaciones:

- Tratar de incluir una mayor variedad de especies (Ver recomendación 2.1.1.).
- Implementar técnicas adecuadas a las condiciones de los sitios para el troceo y aserrío, de modo que se disminuya los disturbios en áreas donde se realizan tales actividades.

2.1.2.1. Disturbios al suelo en caminos de extracción

Los disturbios son mayores en caminos primarios que en los secundarios y terciarios. No obstante los anchos promedios de estos son menores a los reportados en otro tipo de aprovechamientos (extracción mecanizada).

Intensidad del Impacto: (2): Los caminos principales presentan diferencias entre los sitios por el tipo de suelos, la pendiente y las condiciones climáticas. Los caminos secundarios no se encuentran muy disturbados y cuando terminan los aprovechamientos se recuperan.

Persistencia del Impacto: (2): Los caminos principales son los mismos para las áreas de aprovechamiento actual y anterior; los caminos secundarios se recuperan después de las intervenciones y su ancho promedio (de 0.5 a 1.5 m) es menor que los primarios (de 1 a 2.5m en promedio).

Medidas de Mitigación: (2): El estado y disturbio de los suelos presenta diferencias entre sitios.

Recomendaciones:

- Estudiar la factibilidad de la implementación de técnicas como: construcción de cunetas, remoción de suelos en áreas de derrumbes, etc. en caminos primarios.
- Reducir las actividades de extracción y aserrío en la época lluviosa para evitar daños mayores.
- Permitir la recuperación de caminos secundarios y terciarios después de los aprovechamientos.
- En áreas donde no se volverá a aprovechar durante cierto tiempo practicar el cierre de los caminos y promover su recuperación.

2.1.3. Daños a la Vegetación en Claros

El 33.06% de la vegetación en claros presenta daños severos o muerte a causa de los aprovechamientos. Este porcentaje varía entre sitios y especies.

Intensidad del Impacto: (2): Los daños extremos (severos y muertos) varían de 15.84% a 45.69% entre los sitios. También existe relación entre daños y especies.

Persistencia del Impacto: (2) y (3): En las categorías de daños reversibles

la mayoría de las especies se recuperan después de concluidas las actividades de aprovechamiento en claros. La vegetación con daños severos se recupera en algunos casos pero los daños causados pueden afectar su crecimiento y la calidad de los productos que se obtengan en el futuro.

Medidas de Mitigación: (1): En algunos sitios los daños extremos son mayores al promedio y en algunas especies también.

Medidas :

- En los sitios con daños extremos mayores a 33% tratar de disminuir estos a una tasa aceptable mediante el uso de técnicas como: tala dirigida, eliminación de lianas, limpieza de base del árbol etc.
- Adaptar estas técnicas a las características de cada especie y sitio (suelos, pedregosidad, etc.).
- No concentrar el aprovechamiento solo en especies que produzcan los mayores daños (ver recomendación 2.1.1.).

2.1.4. Cambios en la Iluminación

En general se observó una mejoría en las condiciones de iluminación para los árboles remanentes de un 27% después de la apertura de claros. Este porcentaje difiere entre sitios.

Intensidad del Impacto: (2): Las condiciones de iluminación en la mayoría de los árboles remanentes mejoran después de la apertura de claros. El número de árboles beneficiados con mejor iluminación es diferente de acuerdo a las características ecológicas de los sitios (composición florística).

Persistencia del Impacto: (2): La mejora en la iluminación disminuye conforme los claros se van poblando de nuevas especies y con el crecimiento de los árboles remanentes.

Medidas de Mitigación: (1): Este efecto es positivo para las especies que antes de la apertura se estaban en posiciones suprimidas y no recibían luz directa.

Recomendaciones :

- Manejar el tamaño de claros para favorecer el crecimiento de especies suprimidas y permitir el establecimiento de nuevas especies.
- Escoger las especies a aprovechar de acuerdo a la cantidad de luz que se desea aumentar y al tipo de especies que se desea que se regeneren en los claros.

2.1.5. Cambios en el Microclima

No se detectaron cambios significativos en temperatura y humedad en el área de claros con respecto al bosque circundante.

Intensidad del Impacto: (1): La apertura de claros provoca variaciones

mínimas en el microclima y además por la intensidad de los aprovechamientos(baja) estas no tienen un efecto a nivel de macroclima.

Persistencia del Impacto: (2): A medida que los claros se van poblando de nuevas especies las diferencias en temperatura y humedad se hacen menos perceptibles.

Medidas de Mitigación: (4): Por la intensidad de los aprovechamientos y el tamaño de los claros las diferencias en temperatura y humedad no afectan significativamente la fauna y la vegetación.

Recomendación:

- Aunque actualmente los cambios en microclima no son significativos y no afectan áreas extensivas se recomienda el monitoreo de los factores climáticos así como de los cambios en especies de flora y fauna. Esto debido a que variaciones mínimas en temperatura y humedad afectan a especies sensibles.

2.1.6. Residuos del Aprovechamiento

Se encontró un volumen de trozas de 0.88 m³/árbol y un volumen de madera aserrada de 67.6 p.t./árbol. En general la cantidad de residuos es alta en todos los sitios; las diferencias se presentan en cuanto al tipo de estos.

Intensidad del Impacto: (3): En algunos claros la acumulación de residuos impide el establecimiento de la regeneración. Además algunos de estos residuos podrían utilizarse en la elaboración de productos de mayor valor agregado como muebles y artesanías.

Persistencia del Impacto: (3): En algunos claros de aprovechamientos anteriores se observó que la presencia de una gran cantidad de residuos sobre todo en especies cuya madera se descompone rápidamente favorecen la invasión de insectos. Además en especies cuyos residuos tardan en descomponerse se observó poca o ninguna regeneración donde se acumulan estos.

Medidas de Mitigación: (1): La cantidad de residuos es alta en general.

Medidas :

- Implementar técnicas para el aprovechamiento de trozas con diámetros y longitudes menores a las comercializadas actualmente.
- Promover la transformación de estos residuos en productos de mayor valor y además estudiar la factibilidad del uso de productos no maderables.
- Evitar la acumulación de grandes cantidades de residuos en ciertas zonas de los claros para favorecer el establecimiento exitoso de la regeneración.

2.1.7. Pérdida de Hábitat en Especies de Fauna

Se observaron diferencias entre las especies de fauna encontradas en los claros y las encontradas en bosque. No obstante estas no tienen un carácter extensivo debido a la intensidad de los aprovechamientos que es baja.

Intensidad del Impacto: (2): En general ciertas especies de fauna como pájaros, ciertos mamíferos y algunos tipos de insectos se encuentran más en bosques que en claros.

Persistencia del Impacto: (2): Los claros se recuperan años después de las intervenciones y algunas especies vuelven a estos. No se observó una invasión de especies de claros a áreas de bosque.

Medidas de Mitigación: (2): Aunque actualmente las diferencias no son extensivas deben tomarse ciertas medidas en el futuro.

Recomendaciones:

- Realizar estudios que identifiquen la diversidad y abundancia de especies de fauna presentes en los bosques latifoliados. Estos servirán para prevenir futuros cambios en cuanto a estos parámetros producto de las intervenciones.
- Debe hacerse un monitoreo constante mediante estudios exploratorios o detallados sobre cambios en especies de fauna para determinar si sus poblaciones se ven afectadas por los aprovechamientos.

2.1.8. Daños a las fuentes de agua

La presencia de residuos en fuentes de agua afectó la turbidez y la demanda química de oxígeno. No obstante a nivel general estos parámetros están dentro de las normas permisibles de calidad de agua y, además la disponibilidad de oxígeno para la vida acuática no se vio afectada.

Intensidad del Impacto: (1): En general la calidad del agua en bosques es alta y la mayoría de las fuentes de agua se encuentran protegidas. Los casos en que restos de la copa o residuos del aprovechamiento caen en fuentes de agua no son altos.

Persistencia del Impacto: (2): Los residuos en fuentes de agua se descomponen o son arrastrados por las corrientes.

Medidas de Mitigación: (2): Aunque actualmente los residuos no afectan en forma significativa las fuentes de agua se deben tomar medidas para prevenir efectos futuros.

Recomendaciones:

- Cuando la copa o los restos del árbol aprovechado caigan en fuentes de agua, remover la mayor cantidad posible de estos de la fuente.

-
- Evitar la acumulación de residuos del aserrio sobre fuentes de agua, debido a que estos contienen sedimentos mas finos que podrían alterar la composición de especies acuáticas.

2.2. Impactos en Aprovechamientos Anteriores

2.2.1. Area de Claros

El área promedio fue de 69.79 m² por árbol.

Intensidad del Impacto: (1): El efecto es bajo y menor al de aprovechamiento actual. Esto es debido a que los claros se poblan de nuevas especies después de los aprovechamientos.

Persistencia del Impacto: (2): Los claros se recuperan después de las intervenciones y después de cierto período no se distinguen sus límites.

Medidas de Mitigación: (3): Las áreas de claros son pequeñas y poco extensivas por el sistema e intensidad de los aprovechamientos.

Recomendación:

- Continuar con las actividades de clausura de áreas ya aprovechadas de forma tal que estas se recuperen de forma natural.

2.2.2. Regeneración establecida en Claros

Se observó el establecimiento de una buena regeneración en la mayoría de los claros. Las diferencias se observaron en el tipo de especies que se están regenerando.

Intensidad del Impacto: (2): Entre los sitios se presentaron diferencias en cuanto al tipo de vegetación que se esta regenerando y, estas diferencias son mayores a nivel de especies.

Persistencia del Impacto: Con lo investigado hasta ahora no se puede predecir el comportamiento futuro de las especies establecidas. Algunas especies muestran cierta tendencia a la regeneración de cierto tipo de vegetación (maderable, no maderable y palmas).

Medidas de Mitigación: (2): En algunas especies se encontraron claros con alta presencia de vegetación tipo pionera y herbácea.

Recomendaciones:

- Continuar con el monitoreo de la regeneración en claros con la finalidad de observar el comportamiento final de ciertas especies en cuanto al tipo de regeneración que se establece.
- En claros donde después de cierto tiempo (de 2 a 4 años) no se observe el establecimiento exitoso de regeneración practicar enriquecimientos con especies adecuadas a las condiciones de los sitios.

- Poner especial atención a aquellas especies que favorecen el establecimiento de especies no maderables.

2.2.3. Insectos en Claro y Bosque

Se observaron diferencias en cuanto a la abundancia y diversidad de insectos en claro con respecto al bosque.

Intensidad del Impacto: (2): Las diferencias fueron significativas en la mayoría de los claros. Ciertas especies presentaron mayor abundancia de insectos que otras, especialmente aquellas especies cuyos residuos presentan un grado mayor de descomposición.

Persistencia del Impacto: Al nivel actual de información no se puede predecir el comportamiento futuro de las poblaciones de insectos. No se observó que estas tengan un carácter extensivo ni se observaron invasiones de especies de claros a bosque pero se necesitan mas estudios para validar la información.

Medidas de Mitigación: (2): Aunque las poblaciones de insectos en claro y bosque difieren en diversidad y a bundancia s e necesitan e studios mas exhaustivos que predigan mejor los cambios.

Recomendaciones:

- Realizar un monitoreo de cambios en poblaciones de insectos debido a los aprovechamientos.
- Se recomiendan mas estudios de identificación de insectos y otra fauna en claros y bosque para tener una información más detallada sobre los mismos.

2.2.4. Plagas por Insectos

La incidencia de plagas fue baja y se presentó solo en algunas especies.

Intensidad del Impacto: (1): La presencia de plagas por insectos además de baja no tuvo un carácter extensivo. No obstante ciertas especies parecen favorecer una mayor cantidad de insectos y plagas.

Persistencia del Impacto: Se recomiendan mayores investigaciones para determinar esta variable.

Medidas de Mitigación: (2)

Recomendaciones:

- Estudiar más a las especies cuyos residuos favorecen la incidencia de plagas. Estas deberían tener ciclos de corta diferentes porque por lo general al aprovecharse presentan daños por pudrición de la troza.
- Realizar mayores estudios sobre la incidencia de plagas después de los aprovechamientos.

IV. RECOMENDACIÓN GENERAL

Las medidas propuestas se basan en resultados preliminares de impactos ecológicos identificados en el bosque latifoliado. Se recomiendan estudios que validen las metodologías y los resultados.

Además es recomendable ver la compatibilidad de estas medidas con las condiciones socioeconómicas de las comunidades que aprovechan el bosque y, las exigencias de los mercados actuales.





EMPRESA NACIONAL
de
ARTES GRAFICAS

200 EJEMPLARES
Impresos en Honduras

Tegucigalpa, Honduras, C.A.
2003





Para mayor información sobre el presente informe,
avocarse a la oficina del Proyecto PROINEL
o Región Forestal de Atlántida.
Edificio AFE-COHDEFOR, carretera La Ceiba - Tela.

Telefax: 441-3036

Tel.441-0800/441-1832

E-mail: PROINEL@psinet.hn



TURISMO 2000