

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

EN COOPERACIÓN CON

MINISTERIO DE AMBIENTE ENERGÍA Y
TELECOMUNICACIONES (MINAET)

SISTEMA NACIONAL DE AREAS DE CONSERVACIÓN
(SINAC)

ÁREA DE CONSERVACIÓN OSA
(ACOSA)

INFORME FINAL DE PROYECTO

**Sistemas de aprovechamiento de madera caída
en la Península de Osa.**

INVESTIGADORES

Ing. Marvin Castillo Ugalde
Ing. Ruperto Quesada Monge
Ing. Alejandro Fallas Castillo

Cartago - octubre 2009

Índice.....	2
Índice de Cuadros.....	3
Índice de Figuras.....	4
Resumen.....	5
Marco teórico:.....	6
Aprovechamiento forestal	6
Aserrio en situ	7
Factores técnicos operacionales.....	7
Factores socioeconómicos.....	7
Factores políticos y administrativo.....	7
Factores ecológicos.....	8
Extracción de madera no mecanizada	8
Fuerza humana.....	8
Uso de bueyes.....	8
Uso de mulas y caballos.....	9
Uso de búfalos.....	9
Impacto ambiental del aprovechamiento	9
Definición del problema.....	11
Objetivos generales.....	11
Objetivos específicos	11
Metodología.....	12
Costos y rendimientos del aprovechamiento	15
Aserrio.....	15
Arrastre.....	16
Resultados.....	18
Aserrio de la madera caída	18
Análisis de tiempos y movimientos.....	20
Rendimiento del proceso de aserrio.....	23
Arrastre de la madera caída	25
Análisis de tiempos y movimientos.....	27
Rendimiento de arrastre.....	32
Costos de operación para una yunta de bueyes.....	33
Composición florística del bosque	34
Dinámica de la masa arbórea	35
Compactación del suelo.....	37
Conclusiones.....	39
Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41

Índice de Cuadros.

Cuadro 1. Clasificación de las operaciones concernientes al aprovechamiento de la madera caída con sierra de marco en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	16
Cuadro 2. Actividades realizadas para el arrastre con bueyes con sulky y cadena en el aprovechamiento de la madera caída y su clasificación como actividad productiva e improductiva en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	17
Cuadro 3. Clasificación de las operaciones concernientes al aprovechamiento de la madera caída con sierra de marco en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	21
Cuadro 4. Tiempo requerido por operación para el aserrío de la madera caída obtenido mediante la medición de tiempos y movimientos durante 38 jornales en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.....	22
Cuadro 5. Rendimientos obtenidos del aserrío con sierra de marco en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.....	25
Cuadro 6. Actividades realizadas para el arrastre con bueyes y sulky de los productos elaborados en el aprovechamiento de la madera caída y su clasificación como actividad productiva e improductiva en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	27
Cuadro 7. Producción en m ³ /hr utilizando fuerza humana en el Proyecto de Madera caída, 2009	28
Cuadro 8. Producción en m ³ /hr utilizando Caballos, Proyecto de Madera caída, 2009	28
Cuadro 9. Tiempos y movimientos para los distintos métodos de arrastre utilizados en el aprovechamiento de la madera caída en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	31
Cuadro 10. Volumen máximo cargado y rendimiento promedio según el método de arrastre utilizado en el aprovechamiento de la madera caída en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica, 2009.....	32
Cuadro 11. Resumen de la composición florística de dos tipos de bosques de bosques muestreados.	34
Cuadro 12. Familias botánicas más abundantes dos tipos de bosques muestreados.	35
Cuadro 13. Resumen para variables dasométricas de dos bosques evaluados en el proyecto de madera caída, 2009.....	35
Cuadro 14 . Ingresos y mortalidad de individuos para los bosques evaluados en el proyecto de madera caída, 2009.....	36
Cuadro 15. Resumen de la compactación del suelo en tres fincas evaluadas, en las áreas donde se realizó el aserrío de fustes de árboles, 2009.	38

Índice de Figuras.

Figura 1. Distribución de las subparcelas dentro de la parcela permanente de muestreo de 50 m x 50m, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	12
Figura 2. Numeración y punto de medición de los árboles en las parcelas permanentes del proyecto de aprovechamiento de madera caída, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	13
Figura 2. Comportamiento del volumen dañado de los árboles troceados con respecto al volumen total para las especies de madera dura en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	19
Figura 3. Comportamiento del volumen dañado de los árboles troceados con respecto al volumen total para las especies de madera semidura y suave en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	20
Figura 4. Producción de tablas utilizando una motosierra con marco, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.....	21
Figura 5. Acomodo de la madera para su procesamiento mediante el uso de tecles (catalina) en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.....	23
Figura 6. Rendimiento de aserrío para todas las especies aprovechadas y para los distintos productos generados en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	24
Figura 7. Vista general del proceso de aserrío de madera caída, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	25
Figura 8. Pista de arrastre para el paso de una yunta de bueyes, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	26
Figura 9. Transporte de madera aserrada utilizando el método de arrastre con sulky, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.	30

RESUMEN

Se presentan los resultados de la caracterización del proceso de aprovechamiento de la madera caída en forma natural en la Península de Osa, bajo las disposiciones que establece el DECRETO EJECUTIVO No 32386-MINAE, del 02 de junio 2005 y desde dos perspectivas: el análisis económico de costo y rendimiento del aserrío y arrastre de la madera y un análisis ecológico de los daños que sufre el ecosistema en la vegetación y el suelo.

En el análisis económico se cuantifica los costos del aprovechamiento, mediante la toma de tiempos y movimientos. Se definen dos fases del proceso de aprovechamiento: el aserrío in situ con motosierra de marco y el arrastre o acarreo de la madera haciendo uso de fuerza animal (bueyes, caballos) y fuerza humana.

Con el aserrío in situ se transforma las trozas en bloques o productos dimensionados; se encuentra que en árboles caídos el volumen aprovechable es de un 60% del total, debido a efectos de pudrición provocados por hongos, insectos y daños físicos de la madera. Las dimensiones del bloque afecta el rendimiento que varía entre un 50% a un 60%. En cuanto a la producción se determino que el promedio de aserrío es de 0,22 m³/h del tiempo productivo y 0,29 m³/h del tiempo total.

El arrastre o acarreo se restringe al uso de fuerza humana y fuerza animal. El rendimiento obtenido con bueyes con sulky es de 0,33 m³/h y 0,60 m³/h para bueyes arrastrando con cadena. Además se evaluó el arrastre utilizando caballos en distancias cortas de 40 m y 50 m, obteniéndose rendimientos de 1,07 m³/h y 0,79 m³/h, respectivamente. El rendimiento con fuerza humana fue de 0,21 m³/h.

El análisis ecológico comprende la cuantificación del disturbio producido al suelo, la condición de la masa residual y el área afectada. En dos bosques de la Península de Osa, se establecieron parcelas permanentes de muestreo con el fin de evaluar la dinámica del bosque, la tasa de ingresos para los bosques en estudio muestra valores similares a los obtenidos en la tasa de mortalidad fue de 3,30 % en la finca de Josefina Espinoza y de 9,59 %, en la finca Delfín Violeta, además se evaluó la mortalidad y la causa de esta, encontrándose que la de mortalidad de la comunidad arbórea evaluada (dap × 10 cm), para las fincas de Josefina Espinoza y la finca Delfin Violeta en los dos años de medición fue de 3,88 % y 5,97 % respectivamente, la mortalidad se debe a causas naturales y no a efectos del aserrío in situ, ni al proceso de extracción.

En cuanto al impacto al suelo en los sitios de aserrío in situ no se observo diferencias en los valores de densidad aparente entre sitios sin disturbar y los sitios de aserrío, el único efecto es que la capa de aserrín que se forma impide la regeneración natural de plántulas.

Palabras claves. Aserrío in situ, rendimientos, arrastre, fuerza humana, fuerza animal, impacto al suelo.

Aprovechamiento forestal

El aprovechamiento o cosecha es el tratamiento silvicultural que se realiza con fines comerciales. La intensidad de la cosecha o la reducción de la biomasa dependen de la condición del recurso y los lineamientos de manejo propuestos (Maginnis et al., 1998).

El aprovechamiento o cosecha de los bosques es una de las actividades que afecta de manera directa e indirecta los recursos vegetales y animales y sobre las funciones ecológicas de los bosques (incluyendo la conservación de la diversidad biológica y los ciclos de carbono y el agua).

El aprovechamiento sostenible debe asegurar la productividad natural del bosque y sus beneficios; que los nutrientes se conserven en su lugar para beneficiar a los árboles y plantas remanentes; que la vida silvestre y los valores de los productos no maderables del bosque (incluyendo la belleza, el secuestro de carbono, la conservación del agua etc.) se preserven. Las buenas prácticas inician con una buena planificación, la utilización de personal capacitado y concluye con una evaluación post-cosecha.

Las prácticas de aprovechamiento deben estimular el mejoramiento de los niveles de explotación, reducción de las repercusiones ambientales, ayudar a asegurar la sostenibilidad de los bosques en beneficio de las generaciones futuras y mejorar las contribuciones sociales y económicas de la población. Las mismas deben centrarse en cuatro elementos esenciales.

- Planificación de las actividades.
- Una efectiva ejecución y control de las actividades de aprovechamiento.
- Una completa evaluación post-cosecha y comunicación de los resultados al equipo de planificación y al personal forestal.
- Formación de mano de obra competente y motivada.

De los sistemas de cosecha forestal, el que involucra una mayor ocupación de mano de obra es el sistema mediante el uso de motosierras en el volteo y animales de tiro en la extracción (FAO 1995). Este sistema intensivo en la ocupación de mano de obra se aplica principalmente en bosques de pequeños propietarios forestales, donde no se tiene como objetivo una operación de gran escala, sino más bien producir un menor impacto ambiental con menores requerimientos de inversión. De esta forma, pequeños empresarios forestales ven en este sistema una solución rentable, ya que en todos los casos no se cuenta con la capacidad de solventar económicamente una faena mecanizada por la mayor inversión, gasto en reparaciones y manutención que implica ((Dykstra y Heinrich 1996).

El aserrio de madera dentro del bosque es un proceso que se ha desarrollado desde hace muchos siglos, en los últimos años se ha utilizado la motosierra de marco hasta la sierra manual de viento y anteriormente el labrado de la madera con hacha. Estas técnicas es utilizada en aserríos de pequeña escala y realizada principalmente por pequeños y medianos que requieren de madera para reparaciones o construcciones rurales o para comercializarla en el mercado local. Castañeda et al. (1995), Almendares y Avila (2002) y Ortiz et al (2002), mencionan que el aserrio in situ significa una forma de agregar valor al producto, bajo costo de inversión, operación, no se requiere de mucha capacitación, genera fuente de empleo local, facilita la actividades de extracción y el transporte del producto. Como desventajas mencionan que el producto obtenido es de menor calidad y rendimiento del producto acabado y que se podría incentivar la tala ilegal del bosque.

Orozco, et al. (2006); los factores que deben considerarse al momento de decidir el empleo o no de una motosierra con marco son los factores técnico-operacionales, socioeconómicos, políticos-administrativos y biológicos. A continuación se detallan estos factores

Factores técnicos operacionales

Orozco, et al. (2006), el uso de las motosierras es simple, el procedimiento de aserrío esta claramente definido, el equipo es relativamente accesible. Dentro de los aspectos más importante a considerar son el mejorar el rendimiento mediante técnicas de afilado, acomodo de la troza, se debe reducir los costos en repuestos y reparaciones, aumentar la vida útil del equipo y el aspecto más importante el de disminuir los riegos de accidentes y la aparición de daños físicos por malas postura.

Factores socioeconómicos

La actividad de aserrío con motosierra es productiva principalmente para el sector de pequeños productores que pueden agruparse y obtener beneficios de la madera. Se genera empleo e ingresos en sectores donde el mismo es escaso. No se requiere de que las personas posean experiencia en las labores, pero si es necesario habilidad y destreza en la operación.

Factores políticos y administrativo

Aunque el aserrío con motosierra con marco aprovecha y da un valor agregado a un producto que de otra forma se perdería, es necesaria la formulación de leyes que permitan que esta actividad se desarrolle legalmente y pueda operar como una alternativa de producción. El estado debe establecer sistemas de control y vigilancia para eliminar la competencia desleal que provoca el aserrío clandestino que pueda causar la corta ilegal del recurso. También deben buscarse mecanismos en aspectos de capacitación y

Factores ecológicos

El aserrío in situ busca la utilización de los residuos del bosque, fustes no extraídos, árboles caídos, trozas abandonadas dañadas o con diámetros y longitudes que el mercado y aserraderos convencionales no aceptan. El aserrío in situ disminuye el impacto al suelo, a la masa remanente, y si a este factor le agregamos que el aprovechamiento se realiza con fuerza humana y/o animal.

En el caso de la Península de Osa, el estado mediante un decreto ejecutivo se pretende el aserrío de árboles que cayeron en forma natural. El aserrío in situ disminuye el impacto al suelo, a la masa remanente, y si a este factor le agregamos que el aprovechamiento se realiza con fuerza humana y/o animal, el impacto es aun menor.

Extracción de madera no mecanizada.

Fuerza humana.

La fuerza humana en la extracción de madera ha sido ampliamente utilizada en Latinoamérica y principalmente se utiliza cuando la madera se ha procesado in situ y existen dificultades de acceso con maquinaria y animales. La cantidad de producto a ser extraída es limitada, así como las dimensiones de los productos.

La capacidad de arrastre se limita a poco peso y en distancias cortas. Esta labor se dificulta cuando el arrastre se realiza en contra de la pendiente. Es importante mencionar que esta labor requiere de mucho cuidado por parte del personal ya que se esta propenso a los accidentes principalmente, lumbalgias, dislocaciones, quebraduras y heridas en todo el cuerpo.

Uso de bueyes.

Los bueyes han sido utilizados desde tiempos de la colonia, básicamente en la labranza de cultivos agrícolas y transporte de productos y también utilizada en labores forestales como el arrastre y transporte de madera labrada (Cordero 1988). Los bueyes se utilizan en Costa Rica en operaciones pequeñas que pueden trabajar durante todo el año y que no requieren de métodos de extracción de alto rendimiento, son muy utilizados cuando se requiere el arrastre de trozas o madera para uso local dentro de la finca. En el bosque natural se ha utilizado para aprovechar los residuos y árboles dañados que no es económicamente rentables con métodos mecanizados (Cordero 1989). Según Dykstra y Heinrich (1996), se recomienda el uso de los bueyes en terrenos con pendientes de hasta un 30% a favor y un 15 % de pendiente en contra. En cuanto a los impactos al suelo, agua y a los árboles estos se reducen con el uso de bueyes.

Las mulas y los cabanos se han utilizado en sitios donde el acceso a bueyes, búfalos y maquinaria es difícil. Las mulas son mucho más resistentes que y aunque tiene poca capacidad de carga (aproximadamente 55-60% del peso), mientras que la capacidad de arrastre es de un 30%, es el animal idóneo para transportar pequeñas cantidades de madera hasta el patio de acopio. La capacidad de tracción de los caballos puede considerarse baja la mitad de su peso, lo que varía con la velocidad y el tiempo, pues la fatiga. La ventaja de los caballos sobre las mulas y los bueyes es su mayor rapidez, inteligencia y facilidad de desplazamiento. En bosques naturales, con pendientes fuertes, pedregosos y suelos húmedos, los animales tienen una gran limitación de carga y distancia, pero pueden representar la única alternativa de extracción.

Uso de búfalos

El uso de los búfalos ha sido ampliamente utilizado en las labores agrícolas en el continente Asiático de donde es originario. En Costa Rica se ha utilizado en la extracción en la Península de Osa y en Talamanca donde se utilizó el pipante y el sulky dos aditamentos para favorecer el rendimiento en la extracción.

La mayor ventaja de los búfalos es que puede trabajar en terrenos con fuerte pendiente 55%, según Barrantes 1999 y de poder transitar dentro del bosque sin la apertura de pistas, con los que se reducen los daños a la masa remanentes.

Herrera, (1994), menciona que la carga promedio para el pipante fue de $0,36 \text{ m}^3$ y para el caso del Sulky de $0,67 \text{ m}^3$, los rendimientos obtenidos para el Sulky de $1,11 \text{ m}^3/\text{hr}$ y de $0,39 \text{ m}^3/\text{hr}$ con el uso del pipante.

Impacto ambiental del aprovechamiento.

El aprovechamiento forestal es la actividad que causa los mayores impactos, el uso de la maquinaria causa impactos sobre la vegetación, el suelo, el recurso hídrico y la fauna esta última afectada por el aumento de la cacería y la extracción de plantas.

El Principio N° 3, publicado en el Decreto No 27338 MINAE del 18 de setiembre de 2008: Sobre la función del bosque en la protección de suelos, agua, y el control de otras actividades humanas que puedan afectar la integridad del bosque indica "El bosque bajo manejo forestal conserva su función de protección de suelos y aguas, está libre de contaminación por desechos sólidos y líquidos derivados de las actividades de manejo, y no tiene alteraciones producto de actividades humanas".

También el principio 6, del Consejo Mundial de manejo forestal (FSC por sus siglas en inglés) considera que "Todo manejo forestal deberá conservar la diversidad biológica y sus valores asociados, los recursos agua, los suelos y los ecosistemas frágiles y únicos, además de los paisajes. Si estos objetivos se cumplen, se mantendrán las funciones ecológicas y la integridad del bosque" (FSC 1996).

a corto o mediano plazo que afectan las funciones y la integridad del bosque.

Para Hamilton y King (1983), el impacto del aprovechamiento depende de varios factores, entre los que se destacan los siguientes.

- El porcentaje de dosel removido.
- La porción de biomasa removida (sólo el fuste o fuste y ramas)
- Método de extracción utilizado (manual, mecanizado o animales de tiro).
- Tipo de suelo, condiciones geológicas y topográficas.
- La extensión del área de explotación y el uso (densidad) de caminos, pistas de extracción, patios de acopio y carga.
- La rapidez de la regeneración en establecerse.
- La presencia o ausencia de obras de drenaje en los caminos, tales como; cunetas, alcantarillas, etc.
- Condiciones climáticas después del disturbio.
- Época en la que se realiza las operaciones de cosecha.

Con las actividades de aprovechamiento forestal y dependiendo de la intensidad de esta puede ocasionar cambios en el microclima, que se regula por la radiación solar, la cual afecta la temperatura del suelo, del aire y la humedad del aire. Al eliminarse la cobertura del bosque para la construcción de caminos, apertura de claros favorece el aumento de la temperatura y reduce la humedad. (Dam, 2001). La calidad del agua es otro elemento que puede verse afectado por el aprovechamiento, ya que da un aumento en la sedimentación, un aumento de la temperatura del agua.

El suelo es un elemento que también se ve afectado ya que se da un aumento de la compactación del suelo, la cual depende del tipo de suelo (textura, estructura, densidad aparente, contenido de materia orgánica), el clima (humedad del suelo durante el paso de la maquinaria), el patrón de raíces en el suelo, el tipo de maquinaria y su uso durante las operaciones del aprovechamiento (Hendrison 1990). Los suelos tropicales presentan una textura, estructura, densidad y humedad que los hacen susceptibles a la compactación. Con el fin de determinar los cambios en la compactación del suelo producto del aserrío y arrastre de la madera caída del sitio de aserrío, al camino principal donde se puede realizar el transporte del material.

La Reserva forestal del Golfo Dulce se encuentra inmersa en terrenos privados que aun no han sido cancelados por el Estado considerándose áreas de dominio privado, por ello sus propietarios pueden usufructuar los recursos que ella produce. Dentro de esos recursos y producto de causas naturales se cuenta con árboles caídos que pueden representar una alternativa económica para los pequeños y medianos propietarios de esas propiedades.

Esa caída de árboles en forma natural dentro del bosque forma parte del proceso natural de dinámica del ecosistema. El producto de esos árboles podría aprovecharse de una forma sostenible mediante el uso de técnicas de cosecha de bajo impacto, garantizando la conservación de la estructura y composición del bosque (vida silvestre, agua, suelo, flora, etc.), y con esa cosecha se generaría empleo en la región donde la situación económica es crítica en cuanto a fuentes de generación de ingresos, permitiendo mejorar las condiciones económicas de la región.

Una de las principales dificultades con las que cuenta la Reserva Forestal Golfo Dulce y el país en general es la falta de información sobre los costos y rendimientos de extracción, el impacto que se produce al realizar diferentes alternativas de cosecha al suelo, a la vida silvestre, el agua, etc. Otra de las carencias de información sobre la recuperación de las áreas de aprovechamiento y la mitigación de daños y por parte del MINAE la carencia de un sistema de control eficiente.

Objetivos generales

Determinación del impacto del aprovechamiento de madera caída en la RFGD tomando en consideración aspectos socioeconómicos y ecológicos para el manejo sostenible.

Objetivos específicos

Identificación y determinación de los factores económicos relacionados en el aprovechamiento de madera caída.

Determinación de los impactos ecológicos relacionados con el aprovechamiento de la madera caída

Impactos ecológicos del aprovechamiento.

Para determinar los impactos ecológicos del aprovechamiento de la madera caída, se evaluará los siguientes aspectos.

- Daños a la masa forestal mayor a 10 cm de diámetro, mediante parcelas permanentes de muestreo.
- Daños al suelo, mediante la evaluación del aumento de la compactación de los sitios donde se producen las labores de aprovechamiento.

En cada finca se establecieron cuatro parcelas cuadradas orientadas sobre los ejes cardinales de 2500 m² (50m x 50m), el tamaño de la parcela debe responder a las necesidades de la información por recolectar, en este caso se ubicaron varias parcelas pequeñas para medir distintos efectos del aprovechamiento. Cada parcela se divide en subparcelas de 10 m x 10 m para facilitar la ubicación de los árboles durante el montaje y medición de la misma, la subparcela se identifica según su posición con respecto al inicio de la unidad de muestreo y los ejes que la delimitan (figura 1).

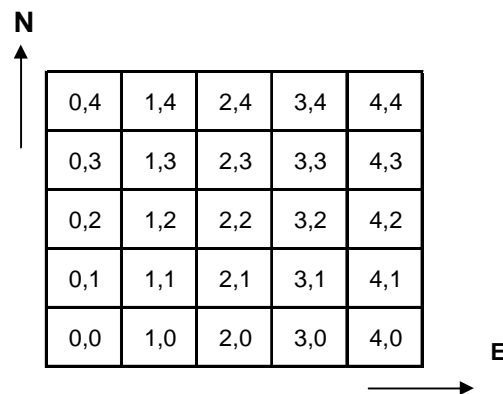


Figura 1. Distribución de las subparcelas dentro de la parcela permanente de muestreo de 50 m x 50m, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Una vez establecida la parcela, se procedió a la medición de todos los individuos con un diámetro igual o mayor a 10 cm a 1,3 m del suelo (d), además, se evaluó la altura total del individuo, la altura a la primera rama gruesa (punto de inmersión morfológica), su posición con respecto a los bordes de la subparcela (x , y), en la medición se incluyó palmas y se excluyó bejucos.

A los individuos se les pintó con una raya el punto de medición del diámetro, se marcaron según su ubicación en la subparcela y el número acumulado de árboles dentro de la misma (figura 2).



Figura 2. Numeración y punto de medición de los árboles en las parcelas permanentes del proyecto de aprovechamiento de madera caída, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Una vez concluida las actividades de aprovechamiento (aserrío, arrastre) de la madera se procedió a medir las parcelas permanentes establecidas con el fin de determinar el crecimiento observado en los individuos, el porcentaje de mortalidad, el porcentaje de ingresos. Se determinará la causa de la mortalidad, para evaluar si esta es producida por las actividades de aprovechamiento o sucede por causas de la dinámica del bosque.

Evaluación de impacto al suelo::

El impacto sobre el suelo mide el grado de compactación sobre el sustrato donde se realizaron las distintas actividades de aprovechamiento de la madera caída, por tanto, el análisis se concentra en dos componentes: aserrío y arrastre, que por sus características requirieron un método de muestreo para cada uno de ellos.

Para medir la compactación se utilizó un barrenador de suelo tipo de martillo con cilindros de volumen conocido (cilindro central de $64,68 \text{ cm}^3$), la muestra corresponde a la capa superficial del suelo sin el sustrato orgánico. En los casos donde se encontraron raíces de gran tamaño, piedras u otros objetos distintos al suelo mineral, la muestra se desechó y se tomó en un punto cercano al establecido previamente.

El contenedor para toma de muestras permite alojar varios cilindros en su interior, se utilizaron tres cilindros de dos longitudes diferentes y se eliminaron las muestras de los

en los valores obtenidos. Para separar los cilindros se
de no alterar el volumen de la muestra.

Las muestras de suelo obtenidas se depositaron en bolsas de papel de peso conocido, se pesaron en húmedo en una balanza analítica, luego fueron llevadas al laboratorio donde se colocaron en una estufa a 105° C por 24 horas para obtener un peso constante con el fin proceder al cálculo de la humedad y la densidad aparente del suelo.

Para cuantificar la compactación del proceso de aserrío se seleccionan al azar ocho árboles caídos en tres fincas donde se realizaron y completaron operaciones de aprovechamiento.

En estos sitios se mide con cinta métrica la longitud total del lugar donde se encontraba el fuste y se divide entre cuatro para obtener puntos equidistantes entre sí, sobre estos puntos se traza una línea imaginaria perpendicular a la dirección del fuste y se toman las muestras de suelo en el siguiente orden: la muestra inicial se tomó a la derecha de la base del tronco del árbol; la siguiente muestra corresponde al lugar donde se encontraba el fuste del árbol; la tercera se tomó a la izquierda del tronco y la cuarta en algún punto fuera del área de disturbio (sobre la línea imaginaria) provocado por el aserrío para utilizarse como muestra control.

El resto de muestras de suelo se toman bajo el mismo orden desde la base del árbol hasta la última sección de fuste aprovechada, se recolectaron 16 muestras por árbol evaluado. El grado de compactación del suelo se obtuvo mediante la comparación de las densidades de las muestras según el punto de muestreo considerado.

Las cuatro muestras por sitio se distribuyeron de la siguiente forma:

1. Suelo no disturbado.
2. A lado izquierdo de donde se ubica la troza
3. Al centro
4. Al lado derecho

Y los cuatro sitios se distribuyeron de la siguiente forma:

- A. Al inicio del fuste.
- B. A 1/3 de la longitud del fuste.
- C. Al 2/3 de la longitud del fuste.
- D. Al final del fuste

Para la medición de la densidad aparente en las pistas de arrastre se tomo dos muestras de suelo a diferentes distancias en los caminos utilizados para la extracción, en el caso de los sitios donde se usó bueyes se tomaba una muestra a un lado del camino (sitio donde pasaba el buey y la llanta de la carreta) y otro al centro de la misma (donde pasaba la troza).

Una vez obtenido el valor de densidad aparente se compara con los otros valores para determinar si hay cambios en al compactación del suelo, en los diferentes sitios evaluados y el porcentaje de cambio ocurrido.

aprovechamiento

Con el fin de determinar los costos y rendimientos del aprovechamiento de la madera caída, se dividió el proceso en dos secciones: aserrío y arrastre. El aserrío comprende todas aquellas actividades orientadas a obtener bloques o productos de distinta dimensión dentro del bosque, a partir de trozas y el arrastre consiste en el acarreo o movilización de los productos aserrados a un patio de acopio. A continuación se detalla la metodología aplicada en cada método para la determinación de los tiempos y movimientos.

Aserrío

Se determinaron los tiempos y movimientos del proceso mediante el método de tiempo continuo (Cordero, 1989). Donde se registró con la ayuda de un cronómetro el tiempo de cada fase u operación que se realizaba a lo largo del día, para cada una de las fases se obtenía el tiempo en minutos.

Se clasificaron las fases u operaciones del proceso de producción con el fin de determinar los tiempos productivos e improductivos del aserrío. Dado que son varios los trabajadores involucrados en el aserrío, la medición de los tiempos se refiere, principalmente, al trabajo de la sierra, a continuación se describen cada uno de los tiempos evaluados.

Se recopiló información sobre el volumen total de las trozas, el volumen dañado, consumo de gasolina y aceite, número de peones y operarios, volumen aserrado, dimensiones y tipo de producto elaborado. La medición de las operaciones se realizó día a día con distintos grupos de trabajo y bajo condiciones variables, la toma de tiempos y movimientos se extendió durante toda la jornada del grupo analizado, el periodo de toma de datos fue de aproximadamente 9 meses.

Al momento de realizar el estudio se incluyó un tiempo improductivo llamado Atraso involuntario que son aquellos como ir a buscar agua, realizar necesidades fisiológicas, conversar con alguna persona visitante o algún otro trabajador, o salir a cooperar con otra actividad como el atascamiento de la yunta de bueyes.

A continuación en el cuadro 1, se muestra la clasificación de las operaciones utilizadas en el estudio de tiempos.

Tipo de actividad	Clasificación
Aserrío de trozas, bloques o tablas.	TP
Preparación de trozas o bloques para aserrar.	TP
Movilizar y acomodar troza.	TP
Preparación de sierra, carga de aceite y combustible.	TI
Afilado de cadena de motosierra.	TI
Atraso involuntario	TI
Atraso por descanso.	TI
Tiempo dedicado para almorzar.	TI
Atraso por lluvia.	TI
Atraso por búsqueda o desplazarse a otro árbol.	TI

Nota: TP: tiempo productivo, TI: tiempo improductivo.

Arrastre

Se evaluó el proceso de arrastre desde dos perspectivas: costos y rendimientos del proceso e impacto de los métodos utilizados.

En primera instancia, se evaluó el arrastre con bueyes, utilizando una yunta de bueyes para realizar la cosecha, a los mismos se les adaptó el sulky con el fin de aumentar los rendimientos y disminuir los daños al suelo y sotobosque, (Cordero, 1988). Además se analizaron los sistemas de arrastre con bueyes utilizando solamente cadena.

Además se evaluó el arrastre con fuerza humana y caballos pero esta última operación se evaluó solamente en un sitio y con una muestra muy pequeña.

Parte del estudio de producción consiste en un estudio de tiempos y movimientos de cada actividad, según la metodología del tiempo continuo. El ciclo de arrastre para tracción animal se divide en viaje vacío, posición de amarre, amarre, movimientos de la carga (recoger las trozas), viaje cargado y soltar la carga.

Otros elementos que producen demora o atraso en la actividad de cosecha serán considerados para obtener información sobre tiempos productivos e improductivos. A continuación se muestra un cuadro con la clasificación de esos tiempos.

Para cada uno de los ciclos de arrastre se medirá las siguientes variables.

Distancia de arrastre y pendiente: La distancia de arrastre se medirá y será subdividida en secciones separadas en aquellos sitios donde la pendiente sea mayor o igual a 5 %. Se recomienda demarcar esa ruta en distancias de al menos 5 m con el fin de poder determinar el avance que se tiene durante el ciclo de arrastre.

para el arrastre con bueyes con sulky y cadena en el aprovechamiento de la madera caída y su clasificación como actividad productiva e improductiva en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Tipo de actividad	Clasificación
Atraso por lluvia	TI
Atraso por almuerzo	TI
Atraso por bueyes	TI
Atraso por descanso personal	TI
Atraso por preparación de camino	TI
Amarrar carga	TP
Cargar y preparar la madera	TP
Soltar carga	TP
Enyugar	TP
Desenyugar	TP
Viaje cargado	TP
Viaje vacío	TP

Nota: TP: tiempo productivo, TI tiempo improductivo.

Tiempos y movimientos: en cada ciclo de arrastre se cuantificaron las operaciones realizadas por los bueyes y por los operarios, se considera que las actividades de interés son aquellas que faciliten o retracen el proceso.

En cada ciclo de arrastre para tracción animal determinaron los siguientes componentes: viaje vacío, posicionamiento para el amarre, amarre, movimientos de la carga (recoger los productos), viaje cargado, soltar la carga y acomodo de la misma. Otros elementos que producen demora o atraso en la actividad de cosecha serán considerados para obtener información sobre tiempos productivos e improductivos.

El acarreo mediante fuerza humana contempló un análisis similar al de fuerza animal considerando tanto la jornada laboral total como los ciclos de movilización de la madera para realizar la cuantificación del proceso. La medición se determinó para un peón o par de peones por ciclo, el rendimiento total de la actividad dependerá de la cantidad de trabajadores disponibles

Aserrío de la madera caída

Como un proceso que busca obtener productos a partir de una materia prima como lo es la madera, el aserrío de la madera caída consta de diversos elementos o fases que permiten la elaboración de un producto ya sea este: tablas, tablones, bloques, galletas, etc., que según sea el caso, se colocarán en el mercado sin más elaboración o bien requerirán de un proceso secundario para su venta (machihembrado, cepillado, etc.).

Si se consideran los parámetros establecidos en el **DECRETO EJECUTIVO No 32386-MINAE**, sobre el aserrío *in situ* de los árboles y sobre el arrastre de bajo impacto (utilizando tracción animal o humana), la caracterización del proceso se limita a las condiciones allí indicadas (anexo 1). En otras palabras, el aserrío de la madera se realiza dentro del bosque mediante motosierras con un marco adaptado o con aserraderos portátiles y el arrastre se realiza con bueyes, caballos o fuerza humana.

Debido a que se definen como válidos, únicamente, los sistemas de arrastre con animales o con fuerza humana, las dimensiones del producto por aserrar se ve limitado a la capacidad de carga de estos sistemas y aunque es posible obtener piezas o bloques grandes, su movilización a los patios de carga es restrictiva.

La madera de árboles caídos, por ser materia muerta sufre de un proceso de pudrición que provoca que mucho del material que se podría aprovechar se deseche. Se ha observado que en especies de madera dura, por ejemplo *Peltogyne purpurea* o *Humiriastrum diguense*, la albura se encuentra deteriorada en un 100% y que el avance de los hongos e insectos alcance el duramen.

Para otras especies de altos valores comerciales y menos resistentes, el porcentaje de daño es mucho mayor, inclusive, se han observado casos de una pérdida total del material. La acción de termitas, de insectos (familias Cerambycidae, Scarabaeidae y Scolytinae), de hongos y otros individuos es un fenómeno muy dinámico; su efecto se manifiesta en un periodo corto de tiempo.

Las figuras 2 y 3 muestran el estado de pudrición de la madera en troza una vez realizado el troceo y acomodo de las mismas. Se cuantifica el diámetro en cada una de las caras y se mide el diámetro dañado.

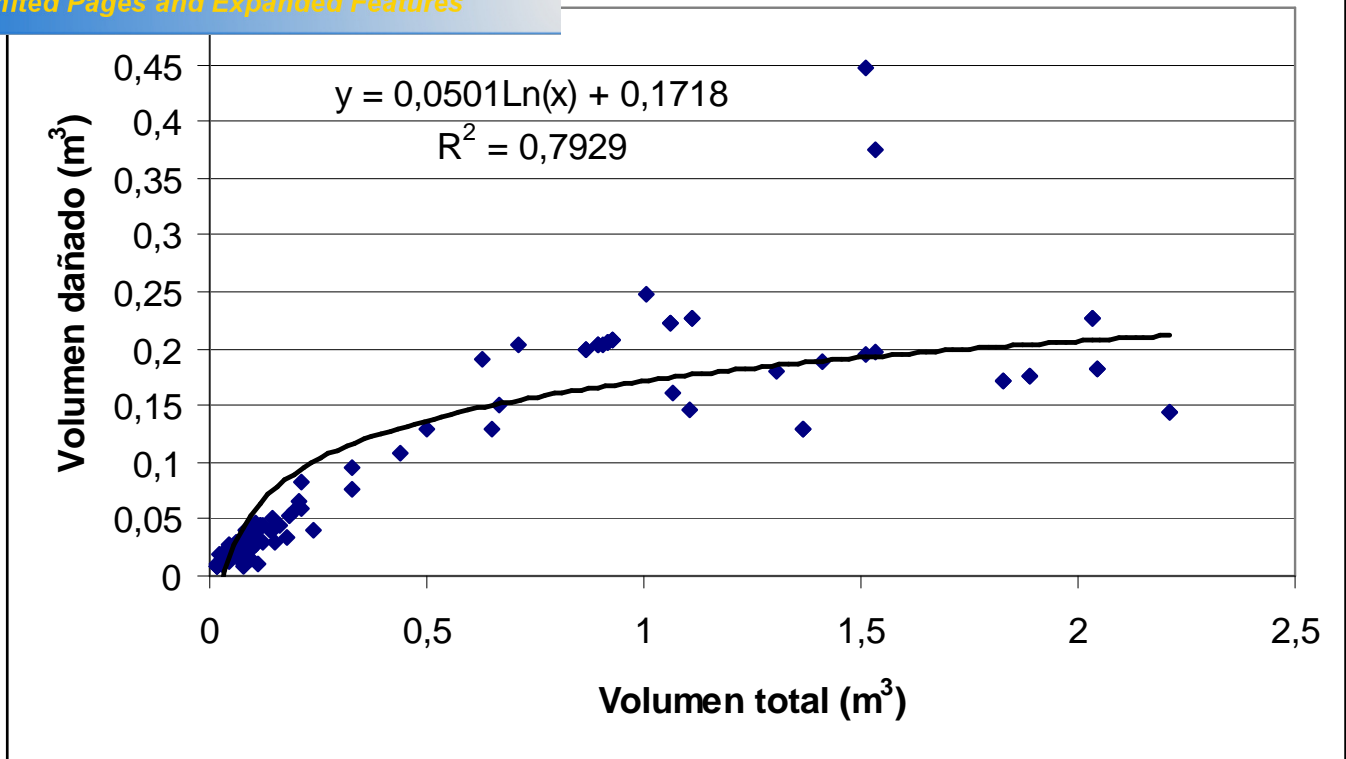


Figura 3. Comportamiento del volumen dañado de los árboles troceados con respecto al volumen total para las especies de madera dura en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

El estado de la madera con respecto a su pudrición considera a los fustes que se incluyen en el informe técnico que elabora el MINAE, gran cantidad de madera no se contabiliza al no reunir las condiciones legales para su aprovechamiento o porque en la inspección por parte de los propietarios se descartan. Mucha de la madera se encuentra deteriorada y los propietarios optan, lógicamente, por no incluirla en el momento de realizar la inspección.

La madera que se incluye en el estudio del MINAE sufrió un proceso de selección pero se estima que un 10% de las trozas y del volumen que se podría aserrar se encuentra deteriorado.

Otro factor que incide en la calidad de la madera y en su posterior aprovechamiento es el hecho que al caer de una manera natural, la madera presenta rajaduras, quebraduras y otros daños que al momento de su procesamiento limita la cantidad de cortes y la dimensión del producto.

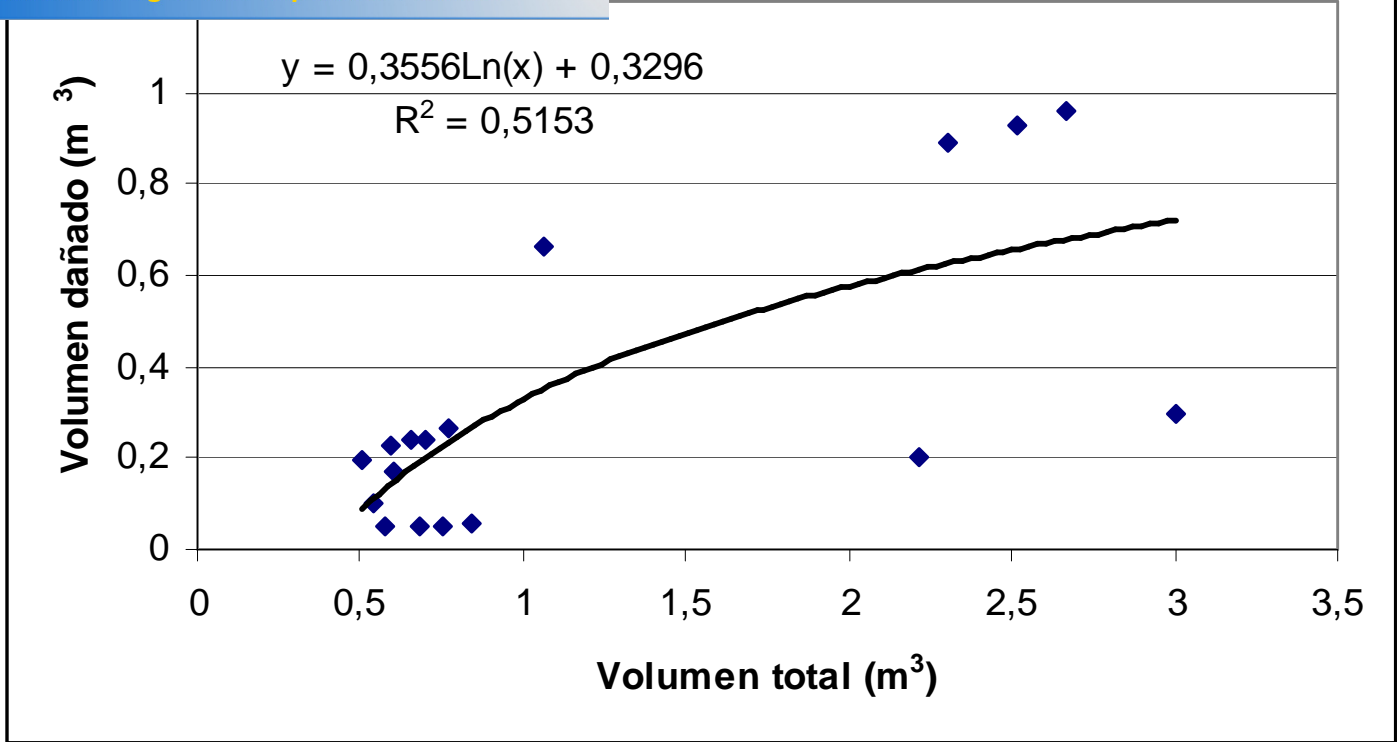


Figura 4. Comportamiento del volumen dañado de los árboles troceados con respecto al volumen total para las especies de madera semidura y suave en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica

Análisis de tiempos y movimientos

El proceso de aserrío de la madera caída conlleva una serie de pasos u operaciones que permiten obtener diversos productos del bosque, el cuadro 3 muestra las operaciones y su clasificación como tiempo improductivo y tiempo productivo.

Definidas las operaciones a que se limita el proceso de aserrío de la madera en el bosque y establecidas cuales de ellas corresponden a tiempo productivo e improductivo, se presenta el resumen por actividad del aprovechamiento de la madera. Se debe considerar que el tipo de producto a elaborar determina directamente la cantidad de tiempo y por ende el rendimiento de la operación. Es decir, cortar las caras de un bloque requiere de menor cantidad de tiempo que producir tablas, (figura 4).



Figura 5. Producción de tablas utilizando una motosierra con marco, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Cuadro 3. Clasificación de las operaciones concernientes al aprovechamiento de la madera caída con sierra de marco en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Tipo de actividad	Clasificación
Aserrío de trozas, bloques o tablas.	TP
Movilizar y acomodar troza.	TP
Preparación de trozas o bloques para aserrar.	TP
Atraso involuntario	TI
Preparación de sierra, carga de aceite y combustible.	TI
Descanso.	TI
Atraso para almorzar.	TI
Atraso para afilado de cadena de motosierra.	TI
Atraso por lluvia.	TI
Buscar y desplazarse a otro árbol.	TI

Nota: TP: tiempo productivo, TI: tiempo improductivo.

Cuadro 4. Tiempo requerido por operación para el aserrío de la madera caída obtenido mediante la medición de tiempos y movimientos durante 38 jornales en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Operación	Tiempo total (horas)	Tiempo total (%)
Tiempo productivo		
Aserrío de trozas, bloques o tablas.	206,79	31,55
Movilizar y acomodar troza.	73,88	11,27
Preparación de trozas o bloques para aserrar.	114,68	17,50
Subtotal	442,78	60,32
Tiempo improductivo		
Atraso involuntario	27,37	4,18
Afilado	47,43	7,24
Descanso.	21,46	3,27
Preparación de sierra, carga de aceite y combustible.	69,09	10,54
Atraso para almorzar	62,75	9,58
Atraso por lluvia	17,87	2,73
Buscar y desplazarse a otro árbol.	14,02	2,14
Subtotal	212,56	39,68
Total	655,34	100

Nota: Se estima como un jornal un periodo de trabajo de 8 horas.

Si se estima que se aserraron un total en troza de 149,49 m³.

En total se aserró un total de 149,49 m³, en un total de 655,34 horas, lo cual indica que la producción promedio de aserrío es de 0,23 m³/h del tiempo total y 0,38 m³/h del tiempo productivo.



Figura 6. Acomodo de la madera para su procesamiento mediante el uso de teclas (catalina) en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Rendimiento del proceso de aserrío

Según los datos presentados por Quirós (1998) el rendimiento de aserrío *in situ* para diferentes especies en la Tirimbina es de 50% como mínimo y 52% como rendimiento máximo. La producción de madera aserrada es de 0,16 m³/h del tiempo total y 0,45 m³/h del tiempo productivo.

Se observa que los rendimientos obtenidos con respecto a la producción en el presente estudio son mayores para el tiempo total pero menores para el tiempo productivo, la diferencia con el tiempo productivo se debe entre muchos otros factores, a la clasificación de las operaciones, sin embargo, dada la variedad de elementos que condicionan el proceso de aserrío los valores son razonablemente similares.

Con fines de planificación, se presenta la producción estimada para el aserrío de madera caída con sierra de marco. La producción incluye diversos factores, condiciones y productos elaborados a partir de las trozas.

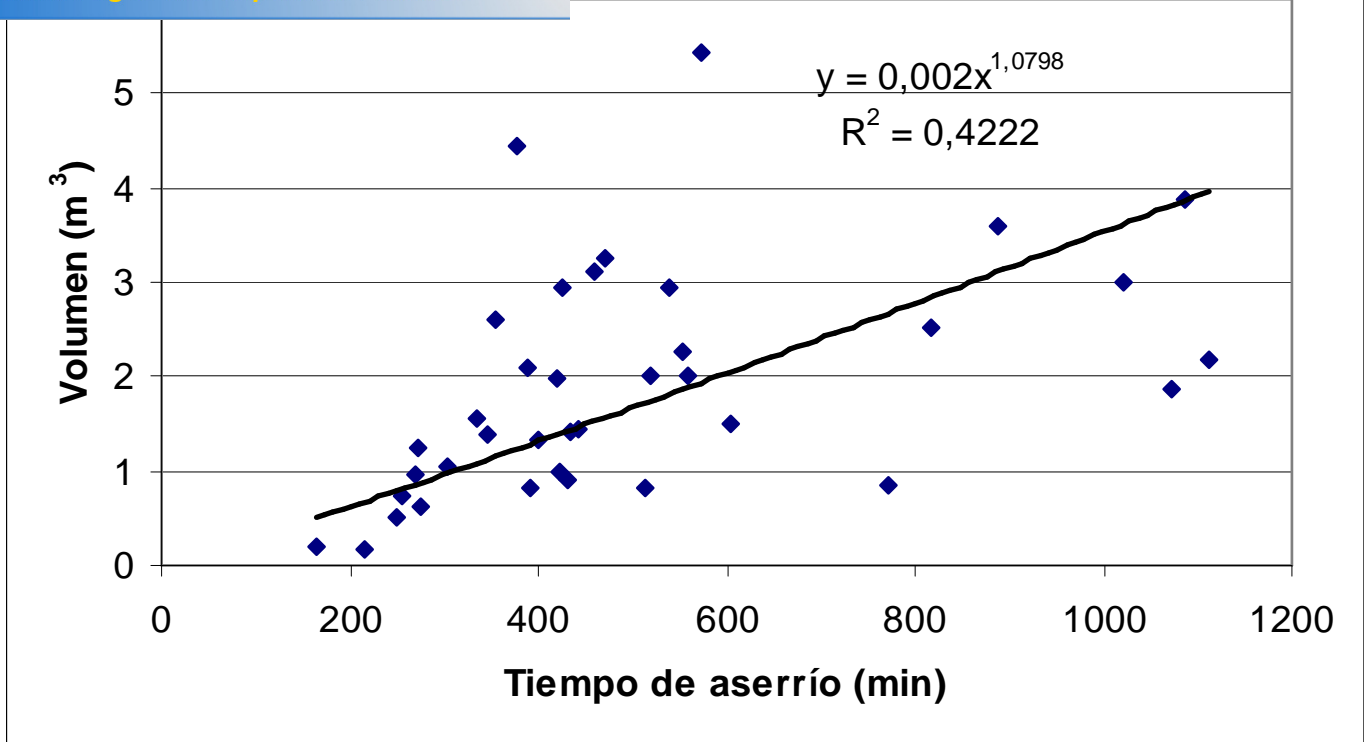


Figura 7. Rendimiento de aserrío para todas las especies aprovechadas y para los distintos productos generados en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

El rendimiento del aserrío se considera como el porcentaje que se obtiene a partir del volumen de madera procesada en bloques entre el volumen de la troza. Dado que se han evaluado distintas condiciones de aserrío y que el material producido posee distintas dimensiones, se presentan los resultados del rendimiento como un intervalo que tipifica los valores obtenidos de la evaluación día a día del aserrío.

Cabe destacar que se considera el volumen total como aquel que es realmente aprovechable, todo daño u otra condición se ha descontado, de allí que los valores sean más altos que los citados por la literatura (Quirós, 1998).

Tipo de producto	Rendimiento (%)
Madera en troza (volumen aprovechable)	60 ó 90
Elaboración de bloques (grosor y espesor mayores a 15 cm.)	50 ó 70
Elaboración de tablas (grosor y espesor menor a 15 cm.)	40 ó 60
Convertir un bloque en tablas	60 ó 70

Nota: El rendimiento de la troza se refiere al volumen total en relación con el volumen sin daño. Los valores subsiguientes se basan en el volumen sin daño.



Figura 8. Vista general del proceso de aserrío de madera caída, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Arrastre de la madera caída

Otro de los procesos en que se ha dividido el aprovechamiento de la madera caída se refiere al acarreo o arrastre de las piezas, previamente dimensionadas, al patio de acopio o al sitio destinado para su transporte a los centros de comercialización o de procesamiento secundario.

normalizado por la legislación vigente (**DECRETO EJECUTIVO N° 52560-MINAE**), la cual permite, únicamente, todo aquel arrastre que se realice con fuerza animal o humana, prohibiendo las actividades que impliquen la utilización de maquinaria, con excepción de las herramientas de corte. Como es de suponer, toda intervención en el bosque produce un impacto al ecosistema tanto en las zonas aledañas al aprovechamiento como en los caminos de extracción.

Dadas las disposiciones legales presentes, todo el acarreo o arrastre analizado se efectúa dentro del bosque, los patios de carga o acopio se localizan en la periferia del mismo; esto con el fin de evitar el daño y la pérdida de parte de la cobertura boscosa.



Figura 9. Pista de arrastre para el paso de una yunta de bueyes, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Existe información bibliográfica con respecto a la caracterización del arrastre de la madera (Cordero, 1988). Como proceso, el arrastre debe entenderse como un ciclo de operaciones o movimientos cuya finalidad es el transporte de la madera desde un punto de corta o

denominado patio de acopio. Para efectos de análisis, se
s del proceso de arrastre (Cuadro 4).

Cuadro 6. Actividades realizadas para el arrastre con bueyes y sulky de los productos elaborados en el aprovechamiento de la madera caída y su clasificación como actividad productiva e improductiva en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

Tipo de actividad	Clasificación
Atraso por lluvia	TI
Atraso por almuerzo	TI
Atraso por bueyes	TI
Atraso por descanso personal	TI
Atraso por preparación de camino	TI
Enyugar	TI
Desenyugar	TI
Amarrar carga	TP
Cargar y preparar la madera	TP
Soltar carga	TP
Viaje cargado	TP
Viaje vacío	TP

Nota: TP: tiempo productivo, TI tiempo improductivo.

Análisis de tiempos y movimientos

Arrastre con fuerza humana

La fuerza humana para transportar madera es muy limitada y se emplea principalmente en la extracción de madera procesada en situ y donde existen dificultades de acceso a maquinaria y animales de tiro.

Una vez delimitadas las operaciones a que está sujeto el ciclo de arrastre con fuerza humana, se evaluó por medio de mediciones en el campo, los tiempos requeridos para el traslado al hombro de la madera fuera del bosque, ya fuera esta en tablas o en pequeños bloques a diferentes distancias de arrastre.

Es importante indicar que la producción en m³/hora o m³/día depende principalmente de los siguientes factores principalmente la distancia de extracción, la pendiente del terreno y la carga transportada por ciclo. En cuanto mayor sea la distancia de extracción menor será la producción.

Distancia de extracción	Especie	Producción m ³ /hr	Peso promedio en kg/ciclo
20	Nazareno	0,81	40,65
30	Amarillón	1,29	34,69
30	Sapotón	0,55	46,05
40	Maria	0,45	44,98
50	Maria	1,13	51,67
80	Manglillo	0,44	76,89
100	Nazareno	0,13	43,05
100	Nazareno	0,20	35,69
115	Nazareno	0,15	75,09
125	Nazareno	0,16	96,09
140	Nazareno	0,08	29,81
140	Mayo	0,43	35,06
220	Nazareno	0,09	36,84
350	Chiricano	0,03	23,10
350	Chiricano	0,06	28,74

La información anterior sobre la producción en m³/hr, se obtuvo realizando la toma de tiempos por ciclo, el volumen extraído y el peso de la misma. El material extraído estaba dimensionado en tablas y bloques de diferentes dimensiones.

Arrastre con Caballos

El uso de caballos en la extracción de madera dentro de las operaciones evaluadas en el proyecto fue escaso, principalmente a las dificultades topográficas de la región que no permiten el uso de este tipo de animal. Además que se requiere de algunos aditamentos que los propietarios en la Península de Osa no cuentan. La extracción se realizaba utilizando un aparejo similar al utilizado para transportar carga. Este aditamento permite que una parte de la carga vaya elevada y otra se arrastre por el suelo. A continuación se muestran los resultados obtenidos en la extracción de madera de dos especies utilizando caballos.

Cuadro 8. Producción en m³/hr utilizando Caballos, Proyecto de Madera caída, 2009

Distancia de extracción	Especie	Producción m ³ /h	Peso promedio en kg/ciclo
40	Chiricano	1,07	87,85
50	Zapatón	0,79	98,07

Los costos de arrastre son bastante altos pero debe ser evaluada es baja, permitiendo realizar varios viajes en un periodo de tiempo cortos y que las cargas las preparaban fácilmente ya que la madera se encontraba apilada.

Arrastre con bueyes

Una vez delimitadas las operaciones a que está sujeto el ciclo de arrastre, se han evaluado por medio de mediciones constantes en el campo, los tiempos requeridos para el transporte de la madera fuera del bosque.

El acarreo de los productos utiliza distintas herramientas para facilitar o agilizar el proceso, como lo son: las cadenas, la cureña y el sulky. Cada uno de los métodos trata de disminuir la fuerza de fricción de la madera contra el suelo y/o permitir el arrastre de las piezas. Es conveniente definir cada uno de los aparatos, pero se debe considerar que son aditamentos adaptados para ser utilizados en la tracción por fuerza animal como una yunta de bueyes o búfalo.

- Cadenas: consiste en una serie de eslabones metálicos unidos entre sí los cuales sirven para amarrar la troza al yugo, su uso puede estar acompañado de ganchos u otros aditamentos.
- Cureña: es una carreta compuesta de un sobre, dos llantas y un timón que se acopla con el yugo, la madera se coloca encima de la misma y viaja sin tocar el suelo.
- Sulky: es un arco maderero de metal con dos llantas y un timón que lo une al yugo de los bueyes, el arco permite que el frente de la troza vaya suspendido y la parte posterior roce el suelo.

Junto a estos métodos, el acarreo se puede realizar mediante fuerza humana, pero esta se ve limitada a piezas pequeñas y a distancias relativamente cortas.



Figura 10. Transporte de madera aserrada utilizando el método de arrastre con sulky, Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

El Cuadro 9 resume los valores obtenidos de la medición del ciclo de arrastre para los distintos métodos evaluados. Se observa que la mayor parte de los datos generados corresponden al acarreo mediante el sulky, debido a que con los otros sistemas se presentan diversas dificultades que limitan el rendimiento de los animales.

La distancia promedio de arrastre esta directamente relacionada con el método de acarreo, la fuerza humana tiene la menor capacidad de carga, en tanto, que el sulky permite transportar el producto una mayor distancia.

para los distintos métodos de arrastre utilizados en la madera caída en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica.

	Hombro		Sulky		Cadena	
	horas	%	horas	%	horas	%
Tiempo productivo						
Amarrar carga	1,2	3,23	18,25	11,93	3,19	8,19
Cargar y preparar la madera	2,42	6,53	5,82	3,81	1,49	3,84
Soltar	0,19	0,5	3,85	2,51	0,72	1,86
Viaje cargado	9,59	25,9	32,14	21	9,91	25,47
Viaje vacío	6,37	17,22	27,01	17,65	5,04	12,96
Total tiempo productivo	19,77	53,38	87,07	56,9	20,35	52,32
Tiempo improductivo						
Atraso por lluvia	0,18	0,48	5,17	3,38	3,14	8,07
Atraso por comidas	5,44	14,70	21,04	13,75	1,06	2,72
Atraso por bueyes	0,00	0,00	19,03	12,44	3,22	8,28
Enyugar	0,00	0,00	4,23	2,76	0,75	1,93
Desenyugar	0,00	0,00	2,13	1,39	0,69	1,78
Atraso personal y otros	10,43	28,17	10,57	6,90	9,12	23,45
Preparación de camino	1,20	3,23	3,80	2,48	0,57	1,46
Total tiempo improductivo	17,25	46,58	65,97	43,10	18,55	47,69
Tiempo total	37,02	100,00	153,03	100	38,91	100,00
Distancia promedio por viaje (m).	251,46		251,46		102,8	
Distancia máxima (m)	350		613		300	
Distancia mínima (m)	20		5		10	
Volumen promedio por viaje (m ³)	0,05		0,22		0,24	

Las condiciones del sitio donde se realiza el arrastre tienen mayor importancia sobre el proceso productivo que el aserrío. Entre mayor sea la pendiente por donde se elabora el camino de arrastre mayor fuerza se requerirá para movilizar la pieza, o bien, menor será la capacidad de transporte del método.

El cuadro 6 resume los valores de rendimiento y capacidad de carga para los distintos métodos de arrastre evaluados.

Cuadro 10. Volumen máximo cargado y rendimiento promedio según el método de arrastre utilizado en el aprovechamiento de la madera caída en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica, 2009.

Método de arrastre	Hombro	Cadena	Sulky
Volumen máximo cargado (m ³)	0,15	1,00	0,85
Volumen mínimo cargado (m ³)	0,02	0,03	0,03
Rendimiento (m ³ /h)	0,21	0,60	0,33

En promedio y considerando todos los métodos de arrastre evaluados, se obtiene un rendimiento de 0,33 m³/h haciendo uso de bueyes con el Sulky, 0,60 m³/h para el uso del arrastre con cadena y de 0,21 m³/h en el arrastre a hombro, estos valores corresponden al tiempo total de arrastre, es decir, la suma de los tiempos improductivos y productivos del proceso de acarreo.

La producción del sistema de arrastre depende principalmente de dos factores: distancia de extracción y la carga por ciclo. Para la extracción de madera en troza con sulky en la zona de Guapiles se reportan valores de 1,05 m³/ciclo de arrastre, y 2,21 m³/h promedio para la producción (Cordero, 1988). Al comparar estos valores con los obtenidos (0,22 m³/ciclo y 0,33 m³/h) se observa que son significativamente menores, sin embargo, condiciones como el peso de la madera extraída, la pendiente desfavorable y los bueyes influyen en los rendimientos de extracción. Otro factor es que la carga no corresponde a trozas rollizas por lo que la cantidad que puede ser trasladada es menor a una en trozas.

Solis, 1992; menciona que obtuvo un rendimiento de extracción con bueyes de 2,22 m³/hr, tractor de oruga 14,32 m³/hr

Se puede observar que los rendimientos obtenidos en el Proyecto Sistema de aprovechamiento madera caída con el uso de bueyes con sulky están por debajo de los promedios obtenidos en otros proyectos debido principalmente a que el producto a extraer es diferente, en este proyecto la madera es aserrada (bloques o tablas) y al momento de acomodarla es mucho más difícil que en trozas, en otras palabras la capacidad de arrastre es menor.

Costos de operación para una yunta de bueyes.

A continuación se presentan los costos de operación de una yunta de bueyes adulta trabajando en extracción forestal con sulky. Para la obtención de los costos se asumen 200 días de trabajo al año, 4 horas efectivas diarias por día y una tasa de interés de 24 %. Para el cálculo de la depreciación se utiliza el método de línea recta y los costos de capital del sulky y los bueyes se calculan sobre la inversión media anual. Esto con el fin de obtener los costos de operación utilizando el mismo esquema utilizado por Cordero, (1988).

Para los diferentes cálculos se utilizará la siguiente información básica.

Costo inicial	Costo inicial	Valor de rescate	Vida útil
Yunta de bueyes (5 años de edad)	¢ 2000000	¢ 800000	6 años
Yugo y fajas	¢ 175000	¢ 0	3 años
Cadena y ganchos	¢ 30000	¢ 0	5 años
Sulky	¢ 500000	¢ 150000	3 años

El costo de los bueyes corresponde a dos animales adultos entrenados para labores de extracción de madera de 5 años de edad.

Costos de capital	Costos de capital	Costos de depreciación
Yunta de bueyes (5 años de edad)	¢ 360000,0	¢ 200000,0
Yugo y fajas	¢ 28000,0	¢ 58333,3
Cadena y ganchos	¢ 4320,0	¢ 6000,0
Sulky	¢ 92000,0	¢ 116666,7
Total	¢381000,0	¢ 484320,0

Alimentación	Costos ¢/año	Otros costos	Costos ¢/año
Concentrado 6,5 kg/día a ¢192,33/kg	¢456300,0	Gastos veterinarios (Alimentación*0,0382)	¢23890,6
Sal y minerales	¢35000,0	Herramientas (2 volteadores, 2 cuchillos y otras herramientas)	¢31800,0
Miel de purga 1,03 l/día a ¢170,16/l	¢62109,0	Mantenimientos del Sulky y otros equipos	¢15344,2
Pasto ¢6000/mes	¢72000,0	Mano de obra (Boyero y ayudante)	¢6264000,0
Total	¢625409,0		

Resumen de costos por año y hora efectiva de trabajo

Rubro	¢/año	¢/día	¢/hr	%
Costos de depreciación	381000,0	1905,0	476,3	4,87
Costos de capital	484320,0	2421,6	605,4	6,19
Costos de alimentación	625409,0	3127,0	781,8	7,99
Gastos veterinarios (Alimentación*0,0382)	23890,6	119,5	29,9	0,31
Herramientas (2 volteadores, 2 cuchillos y otras herramientas)	31800,0	159,0	39,8	0,41
Mantenimientos del Sulky y otros equipos	15344,2	76,7	19,2	0,20
Mano de obra (Boyero y ayudante)	6264000,0	31320,0	7830,0	80,04
Total	7825763,8	39128,8	9782,2	100,00

Composición florística del bosque

La composición florística y riqueza de especies de los bosques tropicales constituyen uno de los ecosistemas más diversos y complejos del mundo. La diversidad de un bosque depende de la cantidad de especies que lo constituyan, así cuanto mayor sea el número de especies mayor será su diversidad; esta diversidad depende de factores climáticos (temperatura, precipitación, disponibilidad de luz, etc), edáficos, competencia intra e interespecífica entre individuos, de la ocurrencia de claros dentro del bosque y de la capacidad del bosque para recuperar estas áreas por otras especies invasoras (heliófitas). Así, conforme aumenta la altitud y latitud disminuye la diversidad de especies. (Richards, 1996 citado por Leiva, 2001).

En el Cuadro 11, se brinda información sobre las familias botánicas y la cantidad de género y especies identificadas, de igual forma existen una pequeña cantidad de individuos que aún falta por determinar su especie, lo cual aumentaría en forma significativa la diversidad en relación al número de especies por sitio.

Cuadro 11. Resumen de la composición florística de dos tipos de bosques de bosques muestreados.

Tipo de bosque	Familias botánicas	Géneros	Especies	Sin identificar
Bosque Josefina Espinoza	46	109	151	18 (individuos)
Bosque Delfin Violeta	40	100	130	5 (individuos)

En el Cuadro 12, se presentan las familias más abundantes según tipo de bosques, resalta que cuatro de estas familias: Sapotaceae, Moraceae, Annonaceae, Rubiaceae-Mim, Clusiaceae y Euphorbiaceae están presentes en ambos bosques y con una cantidad considerable de géneros y especies. Lo cual supone una gran diversidad de especies en cada uno de los sitios de muestreo.

abundantes dos tipos de bosques muestreados.

Bosque Josefina Espinoza			Bosque Delfín Violeta		
Familia	Géneros	Especies	Familia	Géneros	Especies
Sapotaceae	3	9	Moraceae	8	12
Moraceae	6	8	Fabaceae-Mim.	6	11
Annonaceae	6	8	Rubiaceae	7	8
Rubiaceae	6	7	Sapotaceae	5	8
Euphorbiaceae	4	6	Myriticaceae	3	5
Clusiaceae	5	7	Clusiaceae	4	5
Fab/Caes	6	6	Annonaceae	3	5
Lecythidaceae	5	6	Fab/Caes	5	5

En relación a las variables dasométricas típicas, en el Cuadro 5, se presenta el número de individuos/ha, con diámetro mayor a 10 cm es de 515 árboles/ha, así como un área basal de 28,10 m²/ha para los bosques de Josefina Espinoza y para el bosque de Delfin Violeta es de 511 individuos con un diámetro mayor a 10 cm un área basal es de 21,34 m²/ha, en comparación con otros bosques tropicales, el valor del área basal de este bosque intervenido esta dentro del promedio, si se compara con los reportados por Castillo; (1991), para bosques en la Península de Osa entre 16,79 m²/ha y 28,04 m²/ha en parcelas permanentes de muestreo de una hectárea, para diámetros mayores o iguales a 10 cm. Lamprecht, (1990) reporta un área basal en Mucambo, África de 32,6 m²/ha y en Carare, Colombia de 28,1 m²/ha. Para la región de Talamanca, Limón Valverde, (1997), reporta valores de área basal entre 35,8 m²/ha y 39,6 m²/ha. Si se utiliza este valor como índice del desarrollo de este bosque se puede determinar que el mismo se encuentra muy desarrollado.

Cuadro 13. Resumen para variables dasométricas de dos bosques evaluados en el proyecto de madera caída, 2009.

Tipo de bosque	Número de árboles/ha	Área basal (m ² /ha)
Bosque Josefina Espinoza	515	28,10
Bosque Delfín Violeta	511	21,34

En ambos casos, los valores del área basal, indican la capacidad o productividad del sitio de soportar valores altos de biomasa.

Dinámica de la masa arbórea

Se denomina masa en crecimiento a los árboles que se encuentran vivos al inicio y final de un periodo de mediciones continuas. La mortalidad se calcula por la diferencia entre el número de árboles vivos al inicio del período respecto de los que componen la masa en

en mediante la diferencia de la masa en crecimiento y el período.

Para los bosques intervenidos donde se ubico el estudio se presentan pocas variaciones en el número de árboles debido principalmente a que estos bosques se encuentran en un estado de equilibrio dinámico en donde la cantidad de ingresos es similar a la mortalidad. La tasa de mortalidad de la comunidad arbórea evaluada ($dap \times 10 \text{ cm}$), para las fincas de Josefina Espinoza y la finca Delfin Violeta en los años de medición es de 3,88 % y 5,97 % respectivamente, estos datos son altos si se comparan con los reportados por Peralta, et al (1987) para los bosques de la Estación biológica la Selva de 2,03 %, basados en un modelo logarítmico. Guariguata et al (2002),, indica que la mortalidad anual de los árboles oscila, normalmente, entre un 1 y 2 % del total de fustes ($\times 10 \text{ cm}$ de dap) e incluso hasta de un 3 % en la Isla de Barro Colorado. Perez, (2002), determino que la tasa de mortalidad promedio para bosque aprovechados en la Península de Osa es de 1,4 %. Es importante mencionar que en estos sitios también ocurre la caída natural de árboles luego de haberse realizado un aprovechamiento forestal años atrás.

Cuadro 14 . Ingresos y mortalidad de individuos para los bosques evaluados en el proyecto de madera caída, 2009.

Variable	Bosque de Josefina Espinoza	Bosque Delfín Violeta
Número de árboles	515	511
Ingresos	34	98
% de ingresos anual	3,30	9,59
Mortalidad	40	61
% de mortalidad anual	3,88	5,97
Tasa de recambio	-0,58	3,62
Área basal 2005	27,29 m ²	21,72 m ²
Área basal 2007	28,10 m ²	21,34 m ²
Incremento anual en área basal	0,405 m ²	- 0,190 m ²

La tasa de ingresos para los bosques fue de 3,30 % en la finca de Josefina Espinoza y de 9,59 %, en la finca Delfín Violeta . Peralta et al (1987), determino que la tasa de ingresos varía entre 1,5 y 1,8 % en el grupo de árboles con diámetro $\times 10 \text{ cm}$. En bosques manejados en la Península de Osa, Pérez, (2002) reporta valores de 3,06 %. Por su parte Valerio, et al, 1998, igual para bosques intervenidos obtuvo valores que oscilan entre el 1,5 % y 3,2 pero en árboles con diámetros $\times 10 \text{ cm}$.

Lo anterior pone en evidencia que los bosques donde se desarrolló el estudio se encuentran un proceso dinámico producto de las variaciones propias de este.

En cuanto al incremento en los dos años es de 0,405 m²/año para el bosque de Josefina Espinoza, muestra un aumento favorable en el crecimiento de los árboles, contrario al bosque de Delfín Violeta que pese a que la tasa de recambio es favorable el valor del área

o anterior se debe a la muerte en pie de árboles de sitio, producto de la misma dinámica del bosque.

Compactación del suelo.

Para medir el efecto de la compactación en los sitios de aserrío se tomaron cuatro muestras de suelo en cuatro diferentes puntos de aserrío con el fin de determinar si el suelo sufría cambios fuertes en la compactación producto del aserrío.

En el bosque Delfín Violeta, Josefina Espinoza y Nory Vargas se tomaron un total de 128 muestras de densidad aparente, de ocho diferentes árboles, en cuatro diferentes sitios de compactación a saber:

1. Suelo no disturbado.
2. A lado izquierdo de donde se ubica la troza
3. Al centro de la troza
4. Al lado derecho
- 5.

Y en cuatro diferentes puntos de aserrío (línea)

- A. En la base del tocón.
- B. a 1/3 de la longitud del fuste.
- C. a 2/3 de la longitud del fuste.
- D. Al final de la fuste.

De acuerdo con los resultados obtenidos no se observa variaciones en la densidad aparente del suelo en los sitios donde se llevo a cabo el aserrío de las trozas si se compara con los sitios donde no hubo disturbio, de acuerdo a lo observado en el cuadro 15, las variaciones en la densidad aparente son mínimas.

El porcentaje de cambio en la densidad aparente no muestra cambios en los valores entre los suelos con donde se llevo a cabo el aserrío de trozas y aquellos donde no hubo compactación. Lo anterior es producto de que al realizarse el aserrío in situ, el aserrín producido forma una capa de hasta 20 cm de altura, que va a servir de amortiguamiento evitando la compactación, no obstante se observo que esta misma capa de aserrín dificulta la regeneración natural de árboles en el sitio. Por lo que aunque en los sitios de aserrío no aumenta la densidad aparente del suelo, si se produce un efecto negativo en la regeneración de plántulas.

del suelo en tres fincas evaluadas, en las áreas donde se
oles, 2009.

Sitios de compactación	Línea	Finca Delfin Violeta (gr/cm ³)	Finca de Nory Vargas (gr/cm ³)	Finca de Josefina Espinoza (gr/cm ³)
1	A	0,576	0,695	0,697
	B	0,645	0,761	0,704
	C	0,578	0,684	0,686
	D	0,625	0,745	0,696
Promedio suelo no disturbado		0,606	0,721	0,696
2	A	0,618	0,709	0,661
	B	0,652	0,700	0,802
	C	0,587	0,634	0,728
	D	0,635	0,692	0,623
Promedio al lado izquierdo de la troza		0,623	0,684	0,704
3	A	0,587	0,666	0,757
	B	0,658	0,724	0,703
	C	0,577	0,718	0,694
	D	0,606	0,738	0,694
Promedio al centro de la troza		0,607	0,711	0,712
4	A	0,638	0,734	0,772
	B	0,595	0,718	0,698
	C	0,578	0,714	0,731
	D	0,613	0,675	0,668
Promedio al lado derecho de la troza		0,606	0,710	0,717
Promedio general		0,611	0,707	0,708

Los valores de densidad aparente mostrados en el cuadro 15, no superan los 1,2 g/cm³, densidades de compactación consideradas negativas para el crecimiento de árboles y las características de suelo, Dyrness, (1972).

CONCLUSIONES

El grado de pudrición de la madera esta directamente ligado a la especie evaluada, en promedio, se estima una pérdida de alrededor de un 10% a 40% del volumen total. Los principales agentes causantes del deterioro de la madera son los hongos y los insectos.

En las operaciones de aserrío la utilización de la sierra es la actividad que demanda más tiempo del total (31,45%), seguida de la preparación de las trozas para aserrar que corresponde a un 17,50% del tiempo total.

La producción promedio del proceso de aserrío para las condiciones evaluadas es de 0,22 m³/h considerando el tiempo total y de 0,29 m³/h del tiempo productivo.

El proceso de aserrío aprovecha entre el 50% al 70% del volumen aserrable en la elaboración de bloques. La elaboración de tablas presenta un rendimiento menor, se aprovecha entre un 40% y un 60% del volumen aserrable.

Cada método de arrastre tiene un comportamiento diferente con respecto al tiempo destinado a cada operación. El método de acarreo al hombro presenta el mayor porcentaje de tiempo improductivo (46,62%), posteriormente el uso del Sulky con (38,95) y el arrastre de trozas con cadena del 43,97%.

Con el método de arrastre con el sulky se obtiene una producción de 0,33 m³/h del tiempo total, el sistema de arrastre con cadena presenta un valor de producción de 0,60 m³/h del tiempo total y el arrastre al hombro utilizando fuerza humana de 0,21 m³/ha.

En cuanto a los daños a masa remanentes no se determinaron daños ocasionados por las actividades propias de aprovechamiento de madera caída. La tasa de mortalidad fue de 3,88 % y 5,97 %, mientras que la tasa de ingresos fue de 3,30 % y de 9,59 % para las fincas evaluadas, ambos valores son altos si se compara con otros bosques intervenidos, pero es producto de la dinámica misma de los bosques.

La densidad aparente del suelo no sufre variaciones en los sitios donde se realiza el aserrío, por lo que no hay efectos negativos producto de la compactación del suelo. Se puede presentar un efecto pero producto de la cantidad de aserrín que se genera.



PDF Complete

Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

RECOMENDACIONES

El aprovechamiento de la madera caída es una alternativa de aprovechamiento de bajo impacto que debe implementarse en otras Áreas de Conservación de país, como alternativa de uso de productos del bosque.

El aprovechamiento de la madera caída es una alternativa económica a las comunidades rurales de Costa Rica, ya que es una fuente de empleo en sitios donde estos son limitados, razón por la cual se recomienda debe seguirse brindando permisos de esta índole, en el Reserva Forestal Golfo Dulce y ampliarlo a otras zonas del país.

La Gerencia de Manejo del Sistema Nacional de Áreas de Conservación en conjunto con el FONAFIFO deben buscar el mecanismo legal que permita a los propietarios de bosques que se encuentren en bajo el sistema de pago por servicios ambientales, poder hacer uso de la madera caída en forma natural y evitar el deterioro de la madera.

De establecerse en otras Áreas de Conservación, el MINAET debe dotar de los recursos necesarios a los funcionarios para que realicen sus funciones de control y fiscalización.

Se deben evaluar otras alternativas de aprovechamiento de bajo impacto de la madera caída, como el uso de winch portátiles, tractor agrícola con winch, el uso de aserraderos portátiles de cinta, con los que se obtienen más rendimiento en el proceso de aserrío.

En las comunidades debe buscarse alternativas que permitan dar un mayor valor agregado a la madera obtenida y así obtener un mayor beneficio de estas.

- Almendares, RJ; Avila, D. 2002. Sistematización de experiencias seleccionadas del proyecto CATIE/TRANSFORMA en Honduras. La Ceiba, Atlántida, Proyecto (SIMO). 68 p.
- Barrantes, FP. 1999. Rentabilidad y beneficios socioeconómicos del manejo extractivista de madera caída (Proyecto REMAC), Península de Osa, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 109 p.
- Castañeda, A; Carrera, F; Flores, J. 1995. Extracción con bueyes y aserrío con motosierra y marco: una alternativa para el manejo forestal comunitario. *In*. Actas del II Congreso Forestal celebrado 27 al 29 de setiembre de 1995. San Pedro Sula, Honduras. Tomo II pp 32-52.
- Cordero, W. 1988. Utilización del sulky en extracción de madera con bueyes. Serie informativa tecnología apropiada N°18. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 69 pp.
- Cordero, W. 1989. Aprovechamiento forestal, versión revisada. Serie de Apoyo Académico N° 8. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago. Costa Rica. 101p.
- Cordero, W, Meza, A. 1992. Metodología para evaluar el impacto de los métodos de arrastre con base en el nivel de disturbio del suelo. En: Curso internacional de manejo de bosques. Osa, Costa Rica.
- Dam, O, van. 2001. Forest filled with gaps. Effect of gap size on water and nutrient cycling in tropical rain forest. A study in Guyana. Georgetown, Guyana, TROPENBOS Guyana Programme. 208 p.
- Dykstra, DP.; Heinrich, R. Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma, IT, FAO. 85 p.
- Dyrness, C.T. 1972. Soil surface concitions following ballon logging. USDA Forest Service. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Research Note PNW-182 pp.7
- FSC (Forest Stewardship Council). 1996. Principios y criterios para el manejo forestal. Revisado 2002. Consultado en Internet el 20/08/2009. http://www.fsc.org/fileadmin/web-data/public/document_center/Current_consultations/FSC-STD-01-001_V4-0_ES_FSC_Principles_and_Criteria.pdf

ciones de aprovechamiento forestal en áreas rurales de
O, 41 p. (Estudio monográfico de explotación forestal

- Herrera, M. 1994. Evaluación de dos aditamentos para la extracción forestal con búfalos de agua. Informe de practica de especialidad, Cartago, , Instituto Tecnológico de Costa Rica 59 pp.
- Hamilton, M; King, P. 1983. Tropical forested watersheds: hydrologic and soil response to major uses or conversions. Colorado, USA. Westwiew Press, Inc. 121 pp.
- Hendrisson, J. 1990. Damage-controlled logging in managed tropical rain forests in Suriname. Wageningen, Holanda, Universidad Agrícola. 204 p.
- Maginnis, S; Mendez, J; Davies, J. 1998. Manual para el manejo de bloques pequeños de bosque húmedos tropical: Comisión de desarrollo forestal de San Carlos, CODEFORSA. Costa Rica. 208 pp.
- Orozco, L; Brumér, C. Quirios, D. eds. 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 442 p. (Serie técnica. Manual tecnico no.63).
- Ortiz, S; Carrera, F; Ormeño, LM. 2002. Comercialización de productos maderables en concesiones forestales comunitarias en Petén, Guatemala. CATIE, Turrialba. Costa Rica. 31 p. (Serie técnica informe tecnico no 326. Colección de manejo diversificado de bosques naturales no 24).
- Quiros, D. 1998. Utilización de motosierra con marco en la Tirimbina, Costa Rica: determinación de los costos, rendimientos y utilidades. Manejo Forestal tropical N° 2. 8p.
- Solis, M; 1992. Costos y rendimientos de un aprovechamiento mejorado estudio de caso: COOPESANJUAN. In. II Congreso Nacional Forestal, (1992; San José, CR). Memoria, san José, Costa Rica: Manejo de Bosque Natural. p 176-178

**DECRETO EJECUTIVO No 32386-MINAE,
publicado en la Gaceta No 106 del jueves 02 de junio del 2005.**

N° 32386-MINAE

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y EL MINISTRO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

En uso de las facultades que les confieren los incisos 3) y 18) del artículo 140 y 146 de la Constitución Política, los artículos 1, 18 y 20 de la Ley Forestal Ley N° 7575, publicada en *La Gaceta* N° 72 del 16 de abril de 1996 y su Reglamento N° 25721-MINAE, publicado en *La Gaceta* N° 16, del 23 de enero de 1997 y sus reformas.

Considerando:

I.ô Que uno de los objetivos de la Ley Forestal es velar por la generación de empleo y el incremento del nivel de vida de la población rural, mediante su efectiva incorporación a las actividades silviculturales.

II.ô Que el Estado ha promovido la creación de la Reserva Forestal de Golfo Dulce a través del Decreto Ejecutivo N° 8494-A del 28 de abril de 1978.

III.ô Que dentro de los linderos de la Reserva Forestal de Golfo Dulce se encuentran inmersos terrenos privados que no han sido cancelados por el Estado considerándose áreas de dominio privado, por ello sus propietarios mantienen el derecho de usufructuar los recursos que en ellas se producen de acuerdo con normas legales regulatorias.

IV.ô Que dentro de las fincas con bosque debido a causas naturales existe madera caída que constituye una alternativa económica para los pequeños y medianos propietarios de estos inmuebles.

V.ô Que la situación imperante de pobreza en las poblaciones de los cantones del Área de Conservación Osa, ha podido ser verificada y documentada a través del proceso de construcción de una Agenda XXI, con la participación de catorce instituciones del Estado, las tres municipalidades y organizaciones comunitarias y empresariales de la zona.

VI.ô Que en el marco de este proceso ha quedado demostrada la capacidad de acompañamiento a la Administración Forestal del Estado-AFE-del organismo de voluntariado que constituyen los Comités de Vigilancia de los Recursos Naturales.

VII.ô Que debido a que la caída natural de árboles en el bosque forma parte de los procesos dinámicos de los ecosistemas y que se hace necesario contar con un Plan Piloto que permita a la AFE la creación de Principios, Criterios e Indicadores para el Aprovechamiento de Maderas Caídas en el territorio nacional mediante un sistema de aprovechamiento *in situ*, de bajo impacto, garantizando a la vez la conservación de la estructura y composición del bosque (árboles, aguas, suelos, vida silvestre), generando ocupación e ingresos para los propietarios del bosque.

VIII.ô Que resulta posible establecer actividades de aprovechamiento forestal bajo el esquema conocido internacionalmente como ðaprovechamiento motivadoð con el fin de extraer en forma procesada la madera de los árboles caídos dentro del bosque.

IX.ô Que es necesario reglamentar el aprovechamiento de la madera caída a efecto de que los propietarios y poseedores puedan hacer uso de este recurso forestal siempre y cuando no vaya en detrimento del recurso bosque y sus elementos asociados, salvaguardando la seguridad jurídica de terceras personas con mejor derecho y mediante ello paliar la situación de extrema pobreza de la región y coadyuvar de manera concreta los objetivos del desarrollo humano sostenible.

X.ô Que el Plan de Ordenamiento Ambiental del 15 de enero del 2001, Decreto Ejecutivo N° 29393-MINAE publicado el 15 de mayo del 2001, establece para la Reserva Forestal de Golfo Dulce las actividades permitidas y dispone como excepción la necesidad de realizar estudios complementarios y comprobación de campo que determine el uso de la tierra a nivel de finca, cuando no resulte posible derivarlo con exactitud de los mapas del referido Plan de Ordenamiento Ambiental.

XI.ô Que el aprovechamiento *in situ* de árboles caídos es viable con base en un Plan de Manejo de Madera Caída (PMMC) para la Reserva Forestal de Golfo Dulce en el cual se describan las condiciones biológicas y ecológicas del área, se establezcan las limitaciones y se particularicen principios de sostenibilidad. **Por tanto:**

DECRETAN:

Artículo 1° Fines. El presente reglamento tiene como finalidad regular el otorgamiento por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación -SINAC- de las autorizaciones de aprovechamiento de la madera caída que se

de la Reserva Forestal de Golfo Dulce, del Área de Conservación Osa-

ente Reglamento se aplicará exclusivamente en las fincas de propietarios y poseedores interesados en hacer uso de madera caída, que presenten su solicitud ante el ACOSA y cumplan con los siguientes requisitos:

Si se trata de propietarios, para demostrar la titularidad de la propiedad será necesario presentar certificación literal registral o notarial con no menos de un mes de emitida donde se establezca la descripción del inmueble, gravámenes y anotaciones, adjuntando copia certificada del plano catastrado o croquis de la propiedad con referencias claras, colindancias y ubicación relativa.

Si se trata de poseedores legalmente acreditados, deberán presentar a) copia certificada del plano catastrado del inmueble o copia certificada del plano sin catastrar levantado por el Instituto de Desarrollo Agrario -IDA-, b) carta venta protocolizada ante notario público con fecha cierta de la adquisición del inmueble, si este hubiese sido el modo de adquisición o poseedores censados por el Instituto de Desarrollo Agrario, declarados beneficiarios y adjudicatarios. También podrá presentar, cualquier otro documento sobre procesos judiciales o ante cualquier institución del Estado, que demuestre con claridad la posesión del terreno y c) declaración jurada ante la autoridad administrativa ante la cual se presenta la solicitud o bien ante notario público del poseedor solicitante que contenga: descripción de la naturaleza del inmueble, ubicación por provincia, distrito, cantón, caserío o población local, indicación de los nombres completos de todos los colindantes, número de plano catastrado, medida, tiempo de poseer y modo de adquisición.

Si se trata de madera caída en el territorio declarado Reserva Indígena Guaymí de Osa, se seguirá el procedimiento establecido por el Decreto N° 27800-MINAE, y la delimitación de este territorio será la establecida mediante su norma de creación.

Artículo 3° De las autorizaciones y su plazo de vigencia. Las autorizaciones que emanen de la aplicación del presente Decreto serán concedidas por una única vez, siguiendo las normas técnicas establecidas en el Plan de Manejo para el Aprovechamiento de Madera Caída, donde éste será limitado, proporcional y razonable a los principios y criterios establecidos por el Área de Conservación de Osa.

Dicha autorización podrá ser prorrogada por un plazo igual, en las ocasiones que el interesado no haya podido realizar el aprovechamiento o no haya terminado de hacerlo. La obtención de dicha prórroga se llevará a cabo por medio de una solicitud formal cumpliendo con los requisitos establecidos en la Ley Forestal ante ACOSA.

Artículo 4° De las competencias. El Sistema Nacional de Áreas de Conservación, a través del ACOSA, es el ente responsable de emitir la autorización. Para todas las tareas de campo relacionadas con el análisis y aprobación de las autorizaciones a las que refiere el presente Reglamento, los funcionarios del ACOSA podrán hacerse acompañar por un miembro de un Comité de Vigilancia de los Recursos Naturales debidamente acreditado y por el interesado. El funcionario de ACOSA, levantará el informe de inspección correspondiente y anotará los nombres de las personas que lo acompañaron. Este informe será la base para que el Jefe de la Subregión autorice o no la solicitud planteada.

Artículo 5° Plazo de vigencia. Cada autorización tendrá un plazo de vigencia de un año a partir de su otorgamiento, período dentro del cual se deberá realizar el aprovechamiento de los árboles expresamente autorizados.

Artículo 6° Del aserrío y la extracción: Esta actividad será determinada en el Plan de Manejo. La extracción de la madera autorizada y aserrada *in situ* de los árboles caídos en el bosque sólo podrá realizarse por medio de tracción humana o animal desde el sitio donde se ubicó el árbol hasta el lugar de acopio de la madera aserrada. Los sitios de acopio serán terrenos con potreros u orillas de caminos ya existentes. La madera deberá ser aserrada en el sitio donde se encuentre el árbol caído, para lo cual se podrá utilizar únicamente motosierras o aserraderos portátiles debidamente inscritos ante la Administración Forestal del Estado, de acuerdo a los procedimientos para ello establecidos en el Reglamento a la Ley Forestal.

Se consideran como arrastre de bajo impacto, aquellos métodos o técnicas de acarreo de productos forestales que utilicen la fuerza humana o animal, quedando excluido el arrastre con maquinaria. Bajo ninguna circunstancia se podrá remover vegetación para rehabilitar y/o construir trochas o caminos.

Artículo 7° Del transporte de la madera. El Área de Conservación Osa a través de la Oficina Subregional Peninsular, emitirá las respectivas Guías de Transporte de Madera Procesada, a solicitud del interesado, previa visita de inspección. En estos informes se incluirá el detalle del número de piezas, según sus dimensiones por especie. Las guías deberán contener la información establecida en el formulario oficial vigente y la vigencia no podrá ser mayor a 15 días naturales, sin detrimento de poder renovarse previa solicitud y justificación de su no extracción. Se procurará que el

del año en donde esta actividad no deteriore los caminos y no provoque
da el ambiente.

arios designados del Área de Conservación Osa, deberán hacer una
inspección previa a la emisión de cada autorización, durante la cual, los ejemplares autorizados deberán ser marcados con
mazo y un círculo de pintura blanca alrededor de la marca del mazo. Posteriormente, una vez el interesado informe del
procesamiento de la madera, harán la visita para el otorgamiento de la Guía de Transporte de Madera Aserrada y una vez
finalizadas las actividades de aprovechamiento de la madera autorizada, harán la inspección final y el respectivo informe.
Como resultado de cada visita deberá rendirse un informe ante el Jefe Subregional del Área de Conservación respectiva y
deberá adjuntarse el expediente correspondiente. En caso de que no se rinda dicho informe o que no se rinda
oportunamente, deberá abrirse procedimiento administrativo con el fin de establecer responsabilidad disciplinaria del
funcionario y su eventual sanción, según los parámetros y disposiciones establecidas en la Ley General de la
Administración Pública y cualquier otra normativa aplicable.

Si durante las labores de aprovechamiento sobreviene alguna situación que por sus efectos ponga en peligro la
estructura y composición del bosque, infrinja la resolución del permiso emitido, esté afectando a terceros con mejor
derecho o se demuestre el no acatamiento a la totalidad de las obligaciones contenidas en la Ley Forestal, su Reglamento
y otras disposiciones administrativas; la AFE mediante el correspondiente proceso administrativo contenido en la Ley
General de Administración Pública deberá proceder a la revocatoria de la autorización. A tal efecto se emitirá resolución
administrativa en la que inicialmente se resuelva como medida cautelar la suspensión inmediata de labores. El funcionario
del Área de Conservación Osa que fuere designado como responsable del seguimiento de la ejecución del
aprovechamiento autorizado o cualquier otra persona que tenga conocimiento de la anomalía deberá interponer la
denuncia penal respectiva.

Artículo 9º Sanciones. La autorización podrá ser revocada por la Administración Forestal del Estado, en el
momento en que se compruebe la violación de alguna norma de la Ley Forestal, su reglamento o las regulaciones del
presente Decreto Ejecutivo, previo aviso por escrito al interesado; sin perjuicio de las demás sanciones civiles, penales y/o
administrativas que procedan.

Artículo 10.º Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República.º San José, a los veintiséis días del mes de abril del dos mil cinco.
ABEL PACHECO DE LA ESPRIELLA.º El Ministro del Ambiente y Energía, Carlos Manuel Rodríguez Echandi.º 1
vez.º (D32386-41559).