

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TÍTULO: “DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA  
ASERRADA DE *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y  
ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL  
NOROCCIDENTE DEL ECUADOR”.**

**AUTOR:** Elías Samuel Espinoza Solarte

**DIRECTOR DET TRABAJO DE TITULACIÓN:** Ing. For. Eduardo Jaime Chagna Avila

**COMITÉ LECTOR:** Ing. For. Ing. María Vizcaíno

Ing. For. Fabián Chicaiza

Ing. For. Hugo Vallejos

**AÑO:** 2016

**LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** Parroquia de Lita y Alto Tambo

**BENEFICIARIOS:**

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**APELLIDOS:** Espinoza Solarte

**NOMBRES:** Elías Samuel

**C. CIUDADANIA:** 100314047-0

**TELÉFONO CONVENCIONAL:**

**TELEFONO CELULAR:** 0997072017

**CORREO ELECTRÓNICO:** samuel0183@hotmail.com

**DIRECCIÓN:** Imbabura – Ibarra – El Sagrario - Yacucalle – Sanches y cifuentes - 21: 81.

**AÑO:** 2016

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía:  
Fecha: 29 de abril del 2016

FICAYA-UTN

**ESPINOZA SOLARTE ELÍAS SAMUEL: “DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA ASERRADA DE *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL NOROCCIDENTE DEL ECUADOR” / TRABAJO DE TITULACIÓN.**  
Ingeniero Forestal.  
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra. 28 de Abril del 2016. 94 páginas.

**DIRECTOR: Ing. For.** Eduardo Chagna

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar los costos de extracción de madera aserrada de *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (Copal) por cable aéreo y acémila en las parroquias de Alto Tambo y Lita en el noroccidente del Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Establecer los costos de instalación del sistema cable aéreo, Determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada por los dos sistemas y Comparar los costos de transporte a través de los sistemas de cable aéreo y acémila.

Fecha: 26 de Abril del 2016

.....  
Ing. For. Eduardo Jaime Chagna Avila  
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

.....  
Espinoza Solarte Elías Samuel  
AUTOR

**DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA ASERRADA DE *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL NOROCCIDENTE DEL ECUADOR**

Autor: Espinoza Solarte Elías Samuel  
Director de Trabajo de Titulación : Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila  
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales  
Carrera de Ingeniería Forestal  
Universidad Técnica del Norte  
Ibarra-Ecuador  
Samuel0183@hotmail.com  
Teléfono: 0989323244

**RESUMEN**

El presente estudio "Determinación de costos de extracción de madera aserrada de *dacryodes olivifera* Cuatrec. (Copal) por cable aéreo y acémila en las parroquias de Alto Tambo y Lita en el noroccidente del Ecuador" realizado en los sectores de Santa Rita y El Cristal se analizaron las siguientes condiciones y objetivos: Establecer los costos de instalación del sistema cable aéreo para determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada y comparar los costos de transporte a través del sistema de acémilas. Los diagnósticos obtenidos en el estudio para el costo de instalación de los sistemas de transporte de tabloncillos; por cable aéreo fueron de \$6234,57 dólares americanos y acémilas \$4618,87 dólares americanos donde se consideró materiales, equipos, combustibles, depreciación, repuestos, salarios y mano de obra. Luego se realizó el análisis comparativo entre los rendimientos y volúmenes de tabloncillos transportados en los dos sistemas con resultados que tomaron en cuenta el esfuerzo físico y condiciones biológicas de las acémilas y que se debe considerar que es una desventaja ante el empleo de la tecnología, por lo que el rendimiento en el transporte de tabloncillos por acémila fue inferior al transporte por cable aéreo. Con ocho acémilas y dos viajes diarios se transportaron 64 tabloncillos con un volumen de 1,92 m<sup>3</sup>, en cambio en el día por el sistema de cable aéreo se transportaron 3,16 m<sup>3</sup>, en razón de que las distancias recorridas en la extracción de tabloncillos por cable aéreo y por acémilas es similar (1608m). Se puede determinar que el costo de extracción por tabloncillo por el sistema de cable aéreo fue de \$1,50 dólares americanos muy inferior al transporte por acémilas que fue de \$2,32 dólares por unidad. Finalmente el trabajo investigativo a pesar de recomendar el empleo de transporte por cable aéreo para este tipo de transporte y condiciones establecidas, no deja de reconocer que el trabajo que se realiza por acémilas tiene también sus ventajas y uso tradicional para transportar madera de los bosques.

**ABSTRACT**

This investigation "Costing extraction lumber *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (Copal) through air cable and sumpter in the parishes of Alto Tambo and Lita in the northwestern of Ecuador" This investigation was done in Santa Rita and Cristal where the following conditions and goals were analyzed: To establish the costs of the air cable system, to determine yields and volumes in the transport of lumber and compare the costs of transportation through the system of sumpter. The diagnoses obtained in the study for the installation cost of board transport system through air cable was of \$ US \$ 6234.57 and sumpter US \$4618,87 where it was consider materials, equipment and workforce. After that, a comparative analysis was done between yields and volumes of boards transported using both systems with results that were taking into account such as the physical effort and biological conditions of the sumpter, and that it should be considered a disadvantage to the use of technology and that is why the performance in the board transportation through sumpter was lower than the air cable transport. Every sumpter in a daily trip transported four boards with a volume of 1.92 m<sup>3</sup>, while in the day through the air cable system it was transported 3.16 m<sup>3</sup>, where the distances covered from the board extraction through air cable and sumpter were similar (1608m). Therefore, it is determine that the cost of extraction board through air cable system was of \$ 1.50 US dollars to the sumpter transport that was \$ 2.32 per unit. Finally, in despite of recommending the use of air cable transport for this type of transportation and conditions established, it acknowledges that the work done through sumpter has its advantages and traditional use to transport wood from the forests.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques húmedos tropicales del noroccidente de la cordillera de los Andes del Ecuador, se caracterizan por tener áreas con pendientes fuertes y condiciones ambientales propias de esta zona (Añazco, *et al.* 2010), con presencia de neblina, fuertes vientos y altas precipitaciones en la época lluviosa que constituye un gran obstáculo para las actividades de aprovechamiento. (De Torre Barrio *et al.* 2009) Estos factores ocasionan suelos anegados y blandos, hace que el transporte disminuya, debido a esto se deben observar varias consideraciones en el acarreo de madera: (Aguilar & Reynel, 2011) utilizar caminos forestales, capacidad de producción y el traslado desde los sitios que se encuentra la materia prima hasta los puntos de acopio que están junto a las vías para su embarque a los centros industriales o de comercialización. (Orozco, Brumer, & Quiroz 2006)

Los sistemas para extraer y transportar la madera han evolucionado tecnológicamente a lo largo de los años, el arrastre se lo realizaba inicialmente con caballerizas y se transportaban por los cauces de los ríos hasta el lugar de acopio. (De la Masa s.f) el uso único de animales como alternativa no es factible, pues los operadores forestales no cuentan con la cantidad de acémilas para arrastrar los volúmenes requeridos de madera (Acosta, *et al.* 2004)

La técnica de transporte conocida como extracción por cable aéreo, propio de zonas montañosas, debido a las condiciones topográficas, climáticas, falta de vías y escasa mano de obra que resulta costosa. (Anaya & Christiansen 1986), Este sistema se desarrolló en la década de 1970, a partir de tecnologías desarrolladas en el sur de Colombia (Castro 2004). El sistema utilizado en el Ecuador tiene una capacidad aproximada de 60 kg, en el que se emplea un cable de acero como línea de soporte y un sistema de poleas para la línea de movimiento, el sistema opera bajo dos modalidades: a favor de la pendiente, que consiste en realizar el transporte de la madera utilizando la gravedad y en contra de la pendiente, para lo cual se utiliza un motor que genera la fuerza para la línea de movimiento del sistema. (Villacres, 2004)

Los bosques cada vez se encuentran más distantes de las vías principales, por lo cual, se incrementan los costos en la actividades de extracción, (Tolosana 2009), debido a esto, el sistema de cable aéreo, es una alternativa para reducir tiempos, costos y rendimientos (Anaya & Christiansen 1986), esta investigación se basa en determinar los aspectos señaladas en la extracción de la madera por dicho sistema y acémila. Para promover el uso de este tipo de tecnología y que lo implementen a los actores que están inmersos en esta actividad de extracción. (Villacres, 2004)

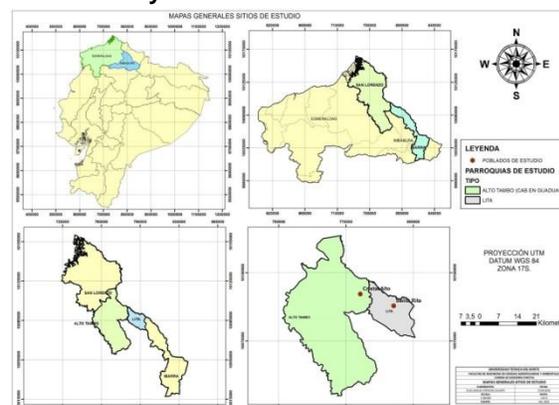
En la investigación se consideraron los siguientes objetivos: a) Establecer los costos de instalación del sistema cable aéreo, b) Determinar rendimientos y

volúmenes en el transporte de madera aserrada por los dos sistemas y c) Comparar los costos de transporte a través de los sistemas de cable aéreo y acémila.

## METODOLOGÍA

El presente trabajo investigativo se realizó en dos sitios que se encuentran en el bosque tropical húmedo del noroccidente de la cordillera de los Andes, bajo la modalidad del Programa de Manejo Forestal Simplificado (PMFSi) y que fue aprobado por el MAE en el año 2014.

### Descripción del sitio de investigación política, geográfica y datos climáticos de la parroquias de Alto Tambo y Lita.



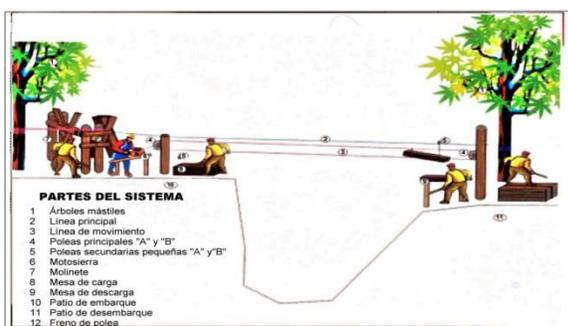
Provincia	Imbabura	Esmeraldas
Cantón	Ibarra	San Lorenzo
Parroquia	Lita	Alto Tambo
Sector	Santa Rita	El Cristal
Longitud:	00° 47' 19'' N.	00°50' 43'' N
Latitud:	78° 22' 56'' O.	78°30' 80''
Altitud:	1445 msnm.	1329 msnm.
Temperatura media anual:	20° C	25°C (día), 15°C (noche)
Precipitación media anual:	1250 - 4000 mm	2000 - 4000 mm
Humedad relativa:	96%.	80 - 95%.

El proceso investigativo se realizó el diagnóstico sobre los procesos de transporte de madera, con la finalidad de estructurar una propuesta técnica que optimice y determinar los costos de extracción. Se transportó 800 tablones de copal de dimensión de 0,050 x 0,24 x 2,40 m. en cada sistema, desde el bosque hasta la vía principal de embarque; mediante el siguiente proceso:

- Reconocimiento del terreno
- Selección de sitios
- costos de instalación del sistema cable aéreo
- Determinación rendimientos y volúmenes por los dos sistemas.
- Comparar los costos de transporte por sistemas de cable aéreo y acémila.

### **Sector 1: Instalación del sistema de cable aéreo a favor de la pendiente y contra pendiente**

En el sector 1, se instaló el sistema de cable aéreo y se determinó los costos, materiales, salarios y tiempo de duración de la instalación del mismo, reconocimiento del terreno, apertura de la vía de extracción, arboles mástiles o postes, elaboración molinete, tendido del cable principal, levantamiento y tensionado del cable principal, tendido del cable de tracción, colocación de las poleas grandes, tensionado del cable de tracción, colocación de las poleas pequeñas, mesa de embarque y desembarque, estobos, freno del sistema, acoplamiento del motor de luz eléctrica al sistema del cable y operación de prueba.



Instalación del sistema de transporte de madera con cable aéreo: Castro (2002)

### **Sector:2 Sistema de transporte por acémila**

Para el estudio de este sistema de extracción de madera se determinaron los siguientes costos: salarios, alquiler, tiempos y rendimientos de madera aserrada de tablones de copal con dimensiones 0,025 x 0,24 x 2,40 m. a una distancia de 1608 m. desde el bosque hasta la vía principal, y se realizó el siguiente proceso: Apertura de la vía de extracción, desbanque de vía.



### **Toma de datos**

Para determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada, por los dos sistemas se tomaron datos bajo tiempos controlados de cada actividad realizada, al inicio y final del día y durante todo el tiempo que duró la saca. Los tiempos fueron cronometrados en cada ciclo de trabajo desde el inicio al fin y luego regresar a cero, para comenzar la medición de un nuevo ciclo.

### **Tiempos efectivos:**

- Tiempo de carga:
- Tiempo de recorrido o de transporte
- Tiempo de descarga:
- Tiempo de retorno.

### **Tiempos no productivos**

- Tiempo de traslado al sitio de trabajo
- Tiempo empleado para arreglo del sistema
- Tiempo de alimentación al personal y a las acémilas
- Tiempo de descanso
- Tiempo de espera por lluvias

### **Para el transporte de las piezas se llevó a cabo las siguientes actividades:**

- Conteo de los viajes realizados por los dos sistemas, número de tablones, y volumen transportado
- Cubicación del volumen.

### **Estimadores estadísticos**

Una vez obtenidos los resultados se realizaron: comparaciones de rendimiento, tiempos, instalación y costos operativos en el transporte de los dos sistemas, con los siguientes estimadores estadísticos.

### **RESULTADOS**

La determinación de los costos de las diferentes actividades ejecutadas en la investigación, desde el área de explotación hasta la vía carrozable, se basaron en toma de datos de tiempos, rendimientos, volúmenes y costos de alquiler de los materiales para el transporte, por cable aéreo y acémilas de los dos sitios de estudio, los jornales fueron pagados de acuerdo a lo que la Ley de Remuneraciones vigente

(2015) que establece para los trabajadores del sector forestal.

#### Costos de instalación del sistema de cable aéreo

Para la determinación de los costos de instalación del sistema de cable aéreo, se evaluaron los costos fijos y variables que se detallan a continuación.

Costos de los sistemas de cable aéreo acémilas

Costos	Sistema Cables aéreos\$	Sistema Acémilas \$
<b>Costos Fijos</b>		
Costos de inversión del sistema	3889	3721
Depreciación	1648,57	492,42
<b>Costos variables</b>		
Costos operacionales de personal diario montaje y desmontaje del sistema	348	53,10
Costos de combustible, alimetación	14	111,35
Costos de repuestos	355	241
<b>Costo total de inversión</b>	<b>6234,57</b>	<b>4618,87</b>

#### Análisis comparativo entre los tiempos rendimientos y volúmenes de tablones transportados en los sistemas

De los resultados obtenidos en los diferentes sistemas se pudo observar que el transporte por cable, en cuanto a rendimiento y volumen superior al transporte por acémilas; se observa que la diferencia entre los tiempos de los sistemas empleados de transporte de tablones, destacándose que los cables aéreos tiene una amplia ventaja sobre los sistemas tradicionales de extracción de madera aserrada, debido principalmente al tiempo de descanso de las acémilas (tiempo improductivo),

#### Tiempo efectivos rendimiento, volumen y número de tablones transportados en los dos sistemas, día y ciclo.

Sistema	Cable aéreo	Acémila
Metros cúbicos	24	24
Distancia m	2528	1608
Tiempo/ciclo/min	17,7	180,9
Tiempos productivos/min	4707,14	4978,87
Tiempo improductivos /min	1248,8	1534,26
Tiempos totales/min	5956,15	6513,13
Rendimiento/#tablones/ciclo	3,3	32
Rendimiento/# tablones/día	105,6	64
Rendimiento/día/tablones	55,2	32
Volumen/ciclo/ m <sup>3</sup>	0,09	0,12
volumen/día/ m <sup>3</sup>	3,16	1,92

#### Análisis comparativo de los costos por sistema de transporte de tablones

En base a los cálculos realizados para determinar los costos de transporte en los diferentes sistemas, los 24 m<sup>3</sup> de madera aserrada, los cables aéreos tuvo un valor de \$1,50 dólares americanos por cada tablón, por metro cubico \$50dolares americanos, con un costo total para los 24m<sup>3</sup> \$1200 dólares americanos; lo que el sistema de saca por acémilas tuvo un costo de \$2,32 dólares americanos y por metro cubico 77,64 dólares americanos con un costo total de \$1863,55 dólares americanos los 24m<sup>3</sup> de madera transportada desde el lugar de extracción hasta las vías de acceso.

#### Análisis comparativo de los costos por sistema de transporte de tablones.

Sistema	Cable aéreo	Por acémila
Distancia m.	2525	1608
Tablón \$	1,50	2,32
Metro cúbico \$	50	77,64
800 tablones/ 24 m <sup>3</sup> / \$	1200	1863,55

#### Prueba de t de Student

Al realizar la prueba de t de Student para las actividades de carga y descarga entre los dos sistemas de transporte, no se evidencian diferencias significativas al nivel del 95% de probabilidad estadística, mientras que en lo que respecta al recorrido con carga y al retorno las diferencias son altamente significativas se determina que las actividades de carga y descarga es son más demorasas en el sistema de cable aéreo, en vista que existen varios puntos en las que se realizaron las actividades (a favor de la pendiente y en contra pendiente), mientras que las acémilas es más rápido, debido que, solo hubo una actividad al principio y al final del transporte, en el recorrido y retorno es más rápido el sistema de cable aéreo, al igual que en el tiempo total.

**Prueba de t de Student análisis comparativo.**

RESUMEN CABLE					
	Carga	Recorrido	Descarga	Retorno	Total
Media	2,51	11,75	2,29	6,9	23,46
RESUMEN ACÉMILA					
Media	0,54	94,52	0,42	83,88	179,35
PRUEBA DE "t" DE STUDENT					
	Carga	Recorrido	Descarga	Retorno	Total
Sc <sup>2</sup>	0,0076	37,689	0,012	34,414	140,462
S <sub>x<sup>2</sup></sub>	0,0036	0,251	0,004	0,239	0,484
Tc	553,171	330,247	419,444	321,431	322,192
Sig.	**	**	**	**	**

**DISCUSIÓN**

La extracción de madera aserrada de los bosques es una actividad de gran importancia en la cadena forestal, es necesaria su investigación con el fin de optimizar tiempos y rendimientos de extracción, para mejorar la tecnología y aprovechar de mejor manera el recurso forestal. En este capítulo se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en la presente investigación con trabajos similares.

**Costos del sistema cable aéreo.**

Castro (2004) En el estudio determinación de costos de extracción de madera aserrada por cable aéreo en la comunidad de Durango provincia de Esmeraldas en un tipo de bosque húmedo tropical, determinó para una distancia de 2352,8 m, con un valor de \$18461,46 dólares americanos, dando un costo de inversión del 7,9% y el personal 86%, cabe recalcar que el costo de personal está proyectado a 12 meses. Que es superior a nuestra investigación realizada, en un mismo tipo de bosque a una distancia de 2525m, tuvo un costo total de \$6234,57 dólares americanos, siendo la inversión equivalente al 65,71%, inferior al registrado por Castro, además el costo se calculó en función del tiempo (18 días laborables) de extracción y ejecución del sistema de transporte en el sitio de investigación de los 24m<sup>3</sup> de madera aserrada; mientras Castro lo proyecta a 12 meses de operación.

Cabe mencionar que, existen investigaciones realizadas con cables aéreos como moto grúas y torres de madereo que son más costosas para su adquisición y de instalación rápida.

**Rendimiento y volumen del transporte de tablones por sistemas de saca**

Villacrés & Díaz (2006), en su trabajo "Extracción de madera aserrada mediante cables aéreos", realizado en la Amazonia ecuatoriana en bosque nativo obtuvo un valor promedio diario de 5,625 m<sup>3</sup> con piezas de dimensión de 3 m x 0,25 m x 0,05 m al transportar.

Castro (2004) en su investigación realizado en la comunidad del Durango en un tipo de bosque húmedo tropical, de extracción de madera de tablones de copal de dimensión de 2,40 m x 0,25 m x 0,050 m, por cables aéreos a favor de la pendiente, a una distancia

de 339 m con una capacidad de carga de 3 tablones y un rendimiento de 9,66 m<sup>3</sup> por día.

En el presente estudio al día por el sistema de cable aéreo se transportaron 3,16 m<sup>3</sup>, este valor es muy inferior al registrado por Villacrés y Díaz de 5,625 m<sup>3</sup>, es preciso indicar que no menciona la distancia ni las condiciones del transporte; Castro (2004) a una distancia de 339 m, obtuvo un rendimiento de 9,66 m<sup>3</sup> por día, cabe mencionar en nuestra investigación tuvo una distancia de 1525m superior a la de Castro que afecto al rendimiento del sistema.

Loechle (s f) En el estudio de Análisis de costos de aserrio con motosierra y transporte con mulas, de la especie Prumnopitys Harsmsiana (Romerillo Rojo) realizado en Cajamarca Perú en un tipo de bosque de neblina que ejecuto la extracción de madera con mulas, que tuvieron un recorrido de 6 kilómetros, un rendimiento de transporte por mula de 0,12 m<sup>3</sup> este resultado explica debido a que el viaje vacío es de subida con pendientes en muchas zonas muy pronunciadas y la madera se encontraba húmeda lo cual hacia la carga sea pesada; se transportan 24 unidades/día, en la presente investigación realizada en un bosque húmedo tropical y una distancia de 1608 m y un rendimiento similar a Loechle (s f), de 0,12m<sup>3</sup>; este resultado estuvo afectado debido las condiciones ambientales ya que se lo realizó la actividad de la saca en época lluviosa; si bien el volumen transportado es similar; a pesar de las diferentes distancias recorridas; esto es a que las acémilas y el operador realizan dos viajes diarios, debido a las condiciones de topografía escarpada y altas precipitaciones; lo que disminuye su rendimiento, sobre todo lo referente a precipitaciones, afectaron el desempeño de las acémilas, debido a que muchos sectores de la vía de saca se encontraban anegados, provocando accidentes a las acémilas que resbalaban, se hundían y se paralizaba el proceso de acarreo. Por el esfuerzo físico y las condiciones biológicas de las acémilas, se debe considerar como una desventaja ante el empleo de la tecnología, por lo que el rendimiento en el transporte de tablones por acémila fue inferior al transporte por cable aéreo.

**Costos de transporte a través de los sistemas de cable aéreo y acémila.**

Castro (2004) determinó costos de transporte de tablones con cables aéreos realizado en el sector del Durango de la provincia de Esmeraldas; realizada por cuatro operarios a una distancia de 339 metros, los costos de operación se estimó para las actividades de extracción proyectada para un año de 14158,18 dólares americanos dando un costo por unidad de 0,16 dólares americanos.

En razón de que las distancias recorridas en la extracción de tablones por cable aéreo de 2525 m, se pudo determinar que el costo de extracción por tablón por el sistema de cable aéreo fue de \$ US 1,50

dólares americanos dando un costo por metro cubico de \$50 dólares americanos muy inferior al transporte por acémilas que fue de \$ 2,32 dólares americanos por unidad.

Gatter & Romero (2005), estudio de análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía Ecuatoriana realizado en Zamora obtuvo un costo por pieza de tablón de medidas similares a lo estudiado de 3,00 m x 0,24 m x 0,045 m = 0,0324 m<sup>3</sup>, los costos de arrastre de tablonetes del bosque hasta la carretera, obtuvo un valor por unidad de \$0,90 dólares americanos y por metro cubico \$27,78 dólares americanos no se ha descrito tipo de saca, siendo inferior al registrado en la presente investigación, que tuvo un valor por unidad de \$ 2,32 dólares y por metro cubico \$77,64 dólares; costo que estuvo afectado por las condiciones ambientales y topográficas; este costo es inferior al registrado por Loechle (s f), empleando acémilas, quien registró \$3,64 dólares por unidad.

## CONCLUSIONES

Finalizado este estudio del transporte de madera mediante los dos sistemas propuestos se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Los costos de instalación del sistema de cables aéreos fueron de \$6234,57 dólares americanos, considerando los materiales, equipos, mano de obra depreciación del sistema, repuestos combustibles y las actividades de montaje y desmontaje del sistema; mientras que la adquisición de las acémilas fue de \$4618,66 dólares americanos, incluido los costos de equipos, alimentación y mano de obra.

El sistema de cable aéreo transportó 24 m<sup>3</sup> de madera aserrada de tablonetes, en una distancia de 2528 m y un tiempo de 5956,15 min, con un promedio por ciclo 17,7 min, su rendimiento fue 3,33 tablonetes por ciclo y un volumen diario de 3,16 m<sup>3</sup>.

En lo que respecta al transporte por acémilas, para el mismo volumen de madera, en distancia de 1608 m, con ocho caballos en un tiempo de 6513,13 min, con un promedio por ciclo 180,99 min, se determinó un rendimiento de 32 tablonetes por ciclo con un volumen diario de 1,92 m<sup>3</sup>.

Los costos finales de transporte de madera aserrada se concluye que la unidad de tablón, transportado por cable aéreo fue de \$1,50 dólares americanos, \$50 dólares americanos por metro cubico, con un total para 800 tablonetes correspondientes a (24m<sup>3</sup>) de \$1200 dólares americanos; mientras que por acémilas fue de \$2,32 dólares por tablón, \$77,64 dólares americanos por metro cúbico y un total de \$1863,55 dólares americanos para el mismo volumen transportado.

## RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

Para el aprovechamiento forestal en terrenos alejados de las vías de acceso, con topografía escarpada, largas distancias y volúmenes superiores a 200m<sup>3</sup> de madera a transportar, adquirir el sistema de cable aéreo, que presenta mayores rendimientos que el transporte por acémilas.

En el caso de optar por el transporte por acémilas es recomendable realizarlo en pendientes de 15 a 30 grados de inclinación y a una distancia máxima de extracción de 200 m a 300 m, con la finalidad de obtener un mayor rendimiento.

A la Universidad Técnica del Norte, Ministerio del Ambiente, e instituciones afines a las actividades de aprovechamiento forestal, se recomienda realizar capacitaciones sobre el establecimiento y manejo de sistemas de cable aéreo, con la finalidad de contar con mano de obra calificada y reducir los riesgos laborales en esta actividad.

## BIBLIOGRAFIA

- Anaya, H., & Christiansen, P. (1986). *Aprovechamiento forestal análisis de apeo y transporte*. San José, Costa Rica: IICA.
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., & Cuesta, A. L. (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: Propuestas para una gestión forestal sostenible*.quito: serie investigación y sistematización No. 8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- BOLFOR. (2004). Manual técnico aprovechamiento de impacto reducido. IquitosPerú:instituto de investigaciones para la Amazonia Peruana.
- Bossi, C. (2007). Estudio de tiempo y rendimiento en torres de madereo. santiago de Chile: Universidad de Chile facultad de ciencias forestales.
- Castro, E. (2002). *Determinación de costos de extracción de madera aserrada por cable en la comunidad de durango provincia de Esmeraldas*. Recuperado el 23 de febrero de 2015, de [ecuadorforestal.org](http://ecuadorforestal.org)
- Coronel de Renolfi, M. (septiembre de 2007). Costos Forestales. (Nº 30). Santiago, Chile: Facultad de ciencias Forestales Universidad nacional de Santiago del estero.
- Loechle, B. (s.f.). *Análisis de Costos de Aserrio con Motosierra y Transporte con Mulas, de la Especie Prumnopitys Harsmsiana (Romerillo Rojo) en los Bosques de Neblina de San Ignacio - Cajamarca*.

Obtenido:<http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XI/1/1028-B4.HTM>

Orozco, L., Brumer, C., & Quiroz, D. (2006). *Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales*. (Vol. Manual Técnico No. 63). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza CATIE.

Palma, H. F., & Tobar, E. P. (2008). *Diseño y estructuración de un Comité de gestión ambiental y establecimiento de un sistema integrado de control*

*forestal, comunidad Rio Blanco, Carchi*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

Zárate, Rubén David. (2012). *Propuesta metodológica para análisis de costos en abastecimiento forestal*. Chapingo, Texcoco, Estado de Mexico: Tesis profesional como requisito para obtener el título de ingeniero forestal.

Renolfi, C. d., Díaz, Cardonal, & Ruiz. (2012). *Tiempos, rendimientos y costos del aserradero de Algarrobo blanco (Prosopis alba) en Santiago del Estero, Argentina*. *Ciencias Forestales*, 37.