

UNA APLICACIÓN DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES PARA EL COSTEO DE MAQUINARIAS DE COSECHA FORESTAL¹

Eduardo Acuña², Fernando Drake² e Marco Garcías³

RESUMEN – Desde hace años las empresas forestales y en especial las que prestan servicios de cosecha forestal han implementado la computación como una herramienta de trabajo, esto ha permitido automatizar la toma de decisiones. El propósito de esta práctica es lograr que el sector forestal siga siendo competitivo a nivel internacional, para tal objetivo se hace necesario optimizar las diferentes actividades que participan en la producción forestal. Los costos asociados a la faena de cosecha forestal son los de mayor incidencia dentro de los planes operativos, por ello es importante tener conocimiento de sus efectos reales en el cálculo de las tarifas. El trabajo realizado consistió en desarrollar un *software* de aplicación y consulta para la estructuración y tarifa a cobrar para una faena de cosecha forestal mecanizada, desarrollado en el lenguaje de programación *Visual Basic*. SICOFOR 1.0.1 al ser comparado con otras planillas de cálculo como por ejemplo las desarrolladas en *Microsoft Excel* entrega una mayor facilidad de trabajo, permite actualizar las bases de datos de la maquinaria a utilizar, personal, administración e implementación de trabajo para cada sistema de aprovechamiento, además entrega detalladamente la tarifa a cobrar. Aunque realmente los que fijan las tarifas de los diferentes servicios son las empresas demandantes de los servicios, el desarrollo del programa como herramienta de apoyo a la toma de decisiones, sigue siendo útil para comparar la tarifa que la empresa forestal mandante ofrece y los costos reales del servicio de cosecha, para tomar la decisión de aceptar o desestimar el negocio.

Palabras clave: Modelo de costeo, Cosecha forestal, Programa Computacional e Externalización de servicios.

A APPLICATION TO DECISION SUPPORT SYSTEM IN LOGGING MACHINERIES COSTS

ABSTRACT – For years the forestry companies and especially that serve of logging have implemented the computation like a work tool, this has allowed to automate the decision making. The intention of this practical one is to obtain that the forest sector continues being competitive international level, for so objective becomes necessary to optimize the different activities that participate in the forest production. The costs associated to the task of logging are those of greater incidence within the operative plans, for that reason it is important to have knowledge of his real effects in the calculation of the tariffs. The work carried out consisted of developing an applications package and consults for the structuring and tariff to receive for a task of logging, developed in the *Visual Basic* programming language. SICOFOR 1.0.1 to the being compared with other spreadsheet as for example the developed ones in *Microsoft Excel* give a greater facility of work, allows to update the data bases of the machinery to use, personnel, administration and implementation of work for each system of advantage, in addition it gives the tariff in detail to receive. Although really those that determine the tariffs of the different services are the companies plaintiffs of the services, the development of the program as tool of support to the decision making, continues being useful to compare the tariff that the ordering forest company offers and the real costs of the service of harvest, to make the decision to accept or to misestimate the business.

Keywords: Costing model, Forest harvest, Software and Outsourcing.

¹ Recebido em 25.02.2009 e aceito para publicação em 25.08.2010.

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Chile. E-mail: <edacuna@udec.cl> e <drake@udec.cl>..

³ Forestal El Laurel Ltda., Los Ángeles, Chile. E-mail: <ellaurel1@123.cl>.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la actividad forestal es en la actualidad un pilar fundamental de la actividad económica del país, siendo este el segundo sector exportador más importante después del minero con envíos por un valor de 3890 millones de dólares para el año 2006, lo que significó un crecimiento de 11,3% respecto del año 2005. Esta cifra representa, el 6,7% del valor total de las exportaciones del país (2007). El mercado externo es el principal destino de los productos forestales; para lograr mejores expectativas en dicho mercado se hace necesario el estudio del recurso forestal desde el punto de vista de su productividad.

El crecimiento de la actividad forestal ha hecho necesario la incorporación de nuevas tecnologías y sistemas más eficientes en las faenas silvícolas. El factor crítico en el auge de la actividad forestal nacional, ha sido la necesidad de alcanzar mayores incrementos de productividad bajo parámetros de sustentabilidad y costos competitivos. De esta manera, las empresas de servicios han realizado paulatinamente grandes inversiones y han dado un salto cuantitativo hacia la mecanización de los procesos. En este sentido, la cosecha forestal ha tenido un desarrollo extraordinario en los últimos años, gracias a la incorporación de maquinarias con tecnología de vanguardia. Esta maquinaria no sólo ha permitido aumentar la productividad sino también la seguridad en las operaciones. Las principales innovaciones en el ámbito de la cosecha, están básicamente centradas en el volteo, desrame, trozado y extracción de los árboles, con la incorporación de *harvester*, *feller bunchers* y *skidders* de última generación (LIGNUM, 2002; 2004).

Dentro del ciclo de producción forestal, la cosecha forestal constituye una de las principales partidas de costos en el proceso de elaboración de materia prima para la industria maderera (JACOVINE et al., 2005), ya que incide notablemente en los costos totales de producción, estimándose entre 25 y 30% del costo total del producto (LARGO, 1996; IRIGOYEN, 2002).

La gran importancia de las operaciones forestales mecanizadas es que generalmente se dejan en manos de empresas de servicios que están insertas en todas las fases del ciclo productivo de las empresas forestales, para ello se hace de suma importancia que éstas sean realizadas de la mejor forma posible, de manera que se puedan cumplir los objetivos de producción

encomendados por la empresa mandante y al menor costo posible. En este sentido la realización de estudios de costeo en dicha etapa, permitirían racionalizar y orientar la toma de decisiones en el uso y asignación de recursos en este proceso (LARGO, 1996).

Por todo esto surge la necesidad de crear herramientas de trabajo que permitan tanto a las empresas de servicio como también a las personas en etapa de formación como futuros Ingenieros Forestales contar con un sistema de presupuestos que constituya una fuente de consulta para enfrentar futuros estudios donde se presenten diferentes alternativas para satisfacer demandas de producción, específicamente en la cosecha forestal. Definiendo cosecha forestal como un conjunto de actividades compuesto por las etapas de corta (derribado de los árboles, desrame y trozado), extracción de los trozos y carguío a los vehículos de transporte (CANTO et al., 2007). Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo presentar un programa computacional, que entrega información comprensiva sobre los costos asociados a faenas de cosecha forestal mecanizada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Desarrollo de la interfase

En el desarrollo del programa computacional se utilizó el lenguaje de programación *Visual Basic* (VB), que contiene innovadoras herramientas de diseño visual, que permiten sacar el máximo provecho del entorno gráfico de *Windows*® para crear potentes aplicaciones con rapidez (NELSON, 1994; TIZNADO, 1998).

2.2. Requisitos Funcionales del Software

El *software* requiere trabajar en ambiente *Windows*®, para versiones '98, 2000 ó XP. Además, necesariamente debe estar cargado *Microsoft Excel*® (versiones '98, 2000 ó 2003), debido a que las bases de datos se encuentran vinculadas a este programa.

2.3. Características Generales del Modelo

Para desarrollar el sistema presupuestario en una primera etapa se efectuó una revisión bibliográfica referida a la descripción de los sistemas de cosecha contemplados (i.e. árbol completo, madera corta, sistema aéreo, madera larga). Posteriormente se realizó una definición del marco teórico de la gestión presupuestaria donde se definieron los tipos de costos asociados; en esta etapa se contó

con el apoyo de concesionarios y empresas de servicios. Finalmente con toda la información recopilada y mediante el uso del lenguaje de programación VB se estructuró un paquete computacional de apoyo a la toma de decisiones en cosecha forestal.

2.4. Elementos de Costos

Las empresas de servicios forestales imputan a sus centros de costos el uso de la maquinaria. Sin embargo, los procedimientos son difíciles, puesto que a veces se plantean metodologías inexactas para su cálculo (BRIGHT, 2001; 2004). Este *software* intenta remediar la situación precisando las técnicas para las cuales la maquinaria se puede costear y después imputar a estos centros. Los datos requeridos en este caso son todos los costos asociados a las máquinas.

Para determinar los cargos, primero deben ser especificados los costos, estos tienen que ser derivados para los distintos tipos de entradas que se utilizan en el cálculo de la prestación de servicio de la maquinaria. Price (1989) ha dividido éstos en tres: costos de capital, costos corrientes y costos fijos. A estos se le puede agregar un cuarto, los costos del financiamiento.

Los costos de capital son todos los costos de la máquina en si misma. Se deben tomar en cuenta el valor de reventa al final de la vida útil de ésta. El cálculo de los valores de reventa de maquinaria agrícola ha sido abordado profusamente no así el de maquinaria forestal (CUNNINGHAM e TURNER, 1995; YULE, 1995; BRIGHT, 2004). De esta manera el valor de inversión de la maquinaria al comienzo y el ingreso por su venta al final de su vida útil se debe utilizar para lograr un costo horario.

Se incluyen bajo el concepto de costos corrientes a los costos por la compra de combustibles, lubricantes, mano de obra, mantenimiento, repuestos y las reparaciones. Algunos se expresan sobre una base anual, mientras que otros pueden ser por hora; para facilidades de cálculo todos los datos se convirtieron al periodo equivalente de una hora. Para la mayoría de estos ítems los costos pueden ser determinados fácilmente, sin embargo, las reparaciones no pueden ser estimadas con facilidad.

Entre los costos fijos se encuentran los impuestos, seguros y costos de transporte. Adicionalmente, si son utilizados completamente los costos por el uso de la máquina, entonces una parte de todos los costos

fijos también es necesario asignarlos a la máquina. La única dificultad verdadera aquí consiste en determinar la base sobre la cual los costos fijos deben compartir entre los centros de costos y en que máquinas individuales. Bright (2001) y Bright (2004) da algunas sugerencias; la base más apropiada para la maquinaria puede ser distribuir los costos fijos según la proporción de costos directos totales o de costos corrientes. Por último, los costos financieros son los intereses pagados durante la vida útil de la máquina son los costos financieros. El interés apropiado, o tasa de descuento para ser usada en el cálculo también debe ser considerada, debe ser utilizada normalmente la tasa real, en contraste con la tasa de descuento nominal (BRIGHT, 2001).

2.5. Fórmulas Para el Cálculo del Costo Horario de Operación de Maquinarias

El modelo calcula los costos de producción para la cosecha en bosques de *Pinus radiata*, usando fórmulas generales de costeo (MELLEGREN, 1989; CATERPILLAR INC., 1996; BRIGHT, 2001; WHITEMAN, 2002; BRIGHT, 2004; OLIVEIRA et al., 2006).

2.6. Ejemplo representativo

SICOFOR es un *software* que logra la estructuración de un presupuesto de una faena de cosecha forestal cualquiera. Las actividades que se contemplan en el sistema son volteo, madereo, desrame-trozado y ordenamiento de productos. Con objeto de producir un ejemplo de salida, se calculó el presupuesto para el sistema de cosecha *Full Tree System*.

3. RESULTADOS

El programa permite hacer en forma eficiente el cálculo de tarifas de la faena de cosecha, para esto posee una base de datos de los diferentes ítems incluidos en la tarifa (e.g. tipo de maquinarias, inversión, personal directo e indirecto, administración central, implementos de seguridad). Su manejo se basa en el ingreso de datos los que internamente son transformados por éste y al final del proceso entrega de los resultados en pantalla.

3.1. Variables de Entrada

El *software* requiere ingreso de datos para su funcionamiento, los que serán distintos dependiendo del sistema de cosecha elegido. Estos *inputs* son ingresados directamente por el usuario a través del teclado (Figura 1a). Las opciones de actualización permiten realizar modificaciones a las bases de datos o agregar datos nuevos de una forma amigable y sencilla.

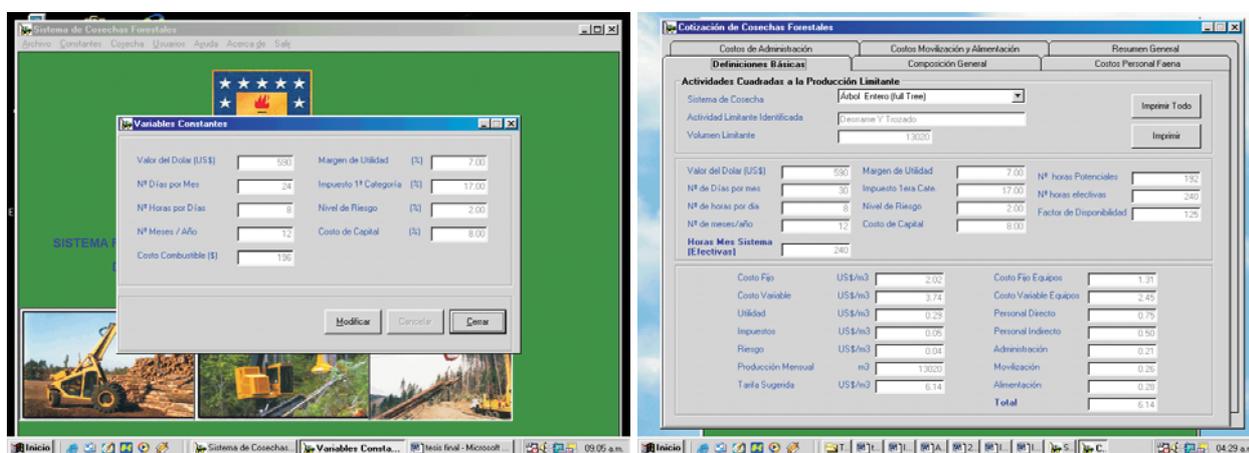


Figura 1 – a) Pantalla de bienvenida y presentación de constantes de cálculo, b) Carpeta de ingreso de variables para cálculo de tarifa.

Figure 1 – a) Screens of welcome and presentation of fixed values of computation, b) Folder of input of variables for tariff computation.

3.2. Salida de la Información.

SICOFOR 1.0.1 tiene una presentación visual amigable, entrega en forma detallada un presupuesto de una faena de cosecha forestal y la tarifa (US\$ m⁻³) sugerida para ésta, además del desglose de los costos (fijos y variables) involucrados en la faena (i.e. máquinas, personal, administración, movilización, alimentación). Toda la información es desplegada en pantallas y con su generador de reportes el software permite imprimir la información contenida en el presupuesto. La base de datos puede ser actualizada o modificada cuando el usuario lo requiera.

3.3. Proceso de Cálculo

Luego de haber seleccionado e ingresado el sistema de cosecha a utilizar y sus respectivas variables de entrada se realiza el proceso de cálculo de la tarifa sugerida. La metodología se explica en el manual de usuario.

i. Cálculo

En el Figura 1b se puede observar la carpeta de definiciones básicas. Éste incorpora, entre otras variables la actividad limitante (o hasta que actividad se desea presupuestar), el volumen exigido de cosecha, horas potenciales y efectivas de uso de la maquinaria.

El Figura 2a muestra la carpeta de Composición General del modelo de costeo, donde la primera columna desglosa las etapas de la cosecha y la maquinaria a usar. En el ejemplo, para la actividad de volteo se utiliza un Feller Buncher Timco T445 EXL y dos motoserrietas.

Se puede observar que la actividad limitante es el Ordenamiento de Maderas y la máquina a utilizar es un Trineumático Bell. En la Tabla 1 se pueden apreciar los parámetros utilizados de acuerdo a cada máquina usada en el ejemplo, estos relacionan cada máquina con su rendimiento en m³ hr⁻¹, vida útil, horas de trabajo al mes, y su valor de adquisición.

En la carpeta de los Costos de Personal Directo se imputan los costos asociados a la remuneración de los operarios de cada una de las máquinas y del personal de apoyo directo a la faena; y el Costo de Personal Indirectos, personal que no está directamente asociado a la operación de las máquinas pero sí a su mantención y al control y supervisión de la faena. En las columnas se despliegan la cantidad personas sus sueldos respectivos, desglosados en US\$ mes⁻¹, US\$ m⁻³ y US\$ hora⁻¹ (Figura 2b).

La carpeta de Costos de Movilización y Alimentación se muestra en el Figura 3, se puede observar los distintos tipos de movilización requeridos para la ejecutar la faena, se encuentran entre otras la movilización interna, de equipos, del prevencionista de riesgo.

Los Costos de Administración, esto es, los costos de gestión de la empresa de servicios para ejecutar la faena requerida se muestran en el Figura 4. A cada operario se le asocia el sueldo mensual, pero como estos no necesariamente se encuentran realizando sólo la faena en cuestión la penúltima columna relaciona, en términos relativos, la participación del personal en la actividad de cosecha.

Tabla 1 – Maquinaria utilizada para el ejemplo de cosecha para un aprovechamiento *Full Tree System*.
Table – Machinery used in the example of *Full Tree Systems*.

Maquinaria	Cantidad (N°)	Rendimiento (m ³ hr ⁻¹)	Vida útil (horas)	Horas mes (N°)	Valor (US\$)
Volteo					
·Feller buncher TIMCO T445 EXL	1	55	14.000	194	268.000
·Motosierra	2	6	1.800	192	650
Madereo					
·Skidder neumático grapple	1	37	14.000	300	160.000
·Skidder neumático huinche	1	10	14.000	190	100.000
Desrame y trozado					
·Procesador WARATAH HTH620	1	35	14.000	372	285.000
Ordenamiento trozos					
·Trineumático BELL	1	35	14.000	372	67.000

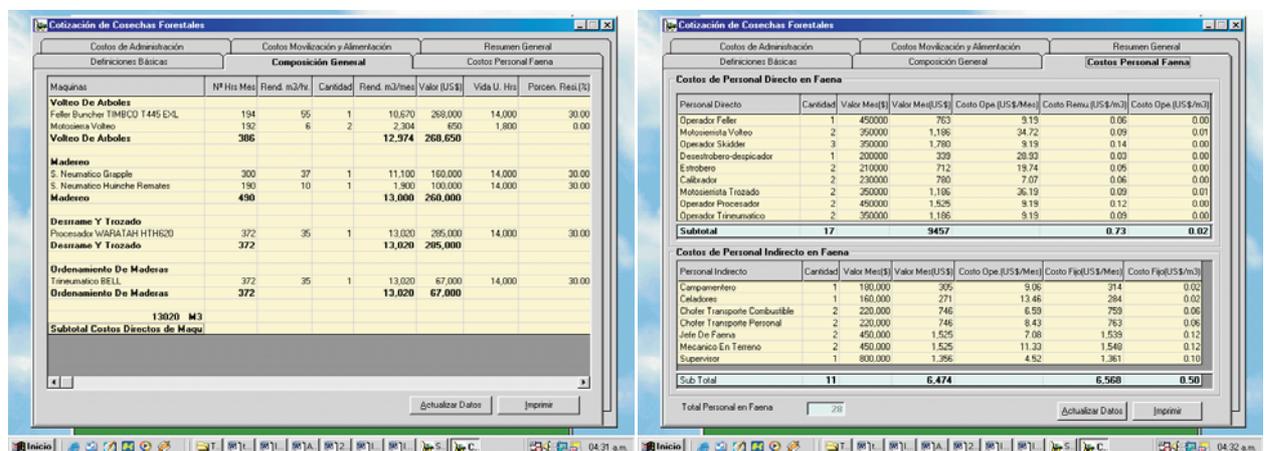


Figura 2 – Carpetas de: a) Composición general del sistema, y b) Costos de personal de la faena.
Figure 2 – Folder of: a) General setting of the system, and b) Costs of task personnel.

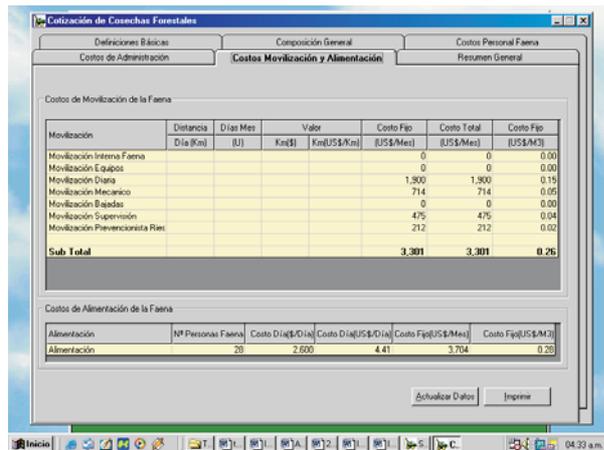


Figura 3 – Carpeta de costos movilización y alimentación de la faena.
Figure 3 – Folder of costs mobilization and feeding of the task.

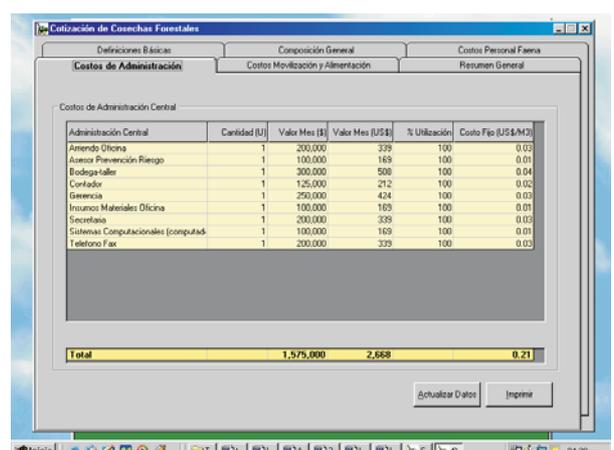


Figura 4 – Carpeta de costos del personal asociado a la administración de la faena.
Figure 4 – Folder of costs personnel associated to task administration.



Por último, en el Figura 5 se observa la carpeta de Resumen General del modelo de costeo. Aquí están relacionados todos los costos de la faena (i.e. maquinaria, personal directo o indirecto, administración, movilización, alimentación, utilidad de la gestión, impuesto). El modelo de costeo entrega un valor para la faena del ejemplo de 6,14 dólares por metro cúbico, de acuerdo a todos los costos asociados a la faena de cosecha de árbol entero (ver también Figura 1). El costo calculado por nuestro programa es aproximado al pagado por las empresas Forestal Mininco S.A. y Masisa S.A. de 6,03 y 6,20 US\$ m⁻³, respectivamente; para la misma faena y con iguales exigencias de personal y equipos.

Item	Costo Fijo (US\$/M ³)	Costo Variable (US\$/M ³)	Total Costo (US\$/M ³)
Volteo De Arboles	0.31	0.54	0.85
Maderero	0.36	0.65	1.01
Diseñame Y Trozado	0.52	0.34	1.46
Ordenamiento De Maderas	0.12	0.21	0.43
Total Costos Maquinas	1.31	2.45	3.76
Personal Directo en Faena		0.75	0.75
Personal Indirecto en Faena	0.50		0.50
Costos de Administración	0.21		0.21
Costos de Movilización		0.26	0.26
Costos de Alimentación		0.28	0.28
Utilidad		0.29	0.29
Impuesto		0.05	0.05
Riesgo		0.04	0.04
Total Costos	2.02	4.12	6.14

Figura 5 – Carpeta resumen del presupuesto.
Figure 5 – Summary budget folder.

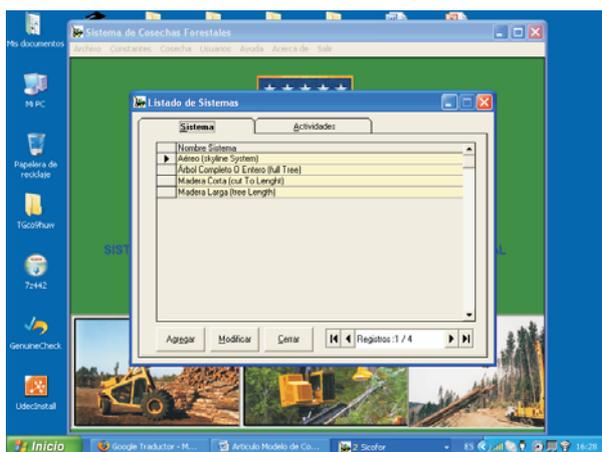


Figura 6 – Opciones de sistemas de cosecha con SICOFOR.
Figure 6 – Harvesting systems settings with SICOFOR.

Por último, en el Figura 5 se observa la carpeta de Resumen General del modelo de costeo. Aquí están relacionados todos los costos de la faena (i.e. maquinaria, personal directo o indirecto, administración, movilización, alimentación, utilidad de la gestión, impuesto). El modelo de costeo entrega un valor para la faena del ejemplo de 6,14 dólares por metro cúbico, de acuerdo a todos los costos asociados a la faena de cosecha de árbol entero (ver también Figura 1). El costo calculado por nuestro programa es aproximado al pagado por las empresas Forestal Mininco S.A. y Masisa S.A. de 6,03 y 6,20 US\$ m⁻³, respectivamente; para la misma faena y con iguales exigencias de personal y equipos.

Este artículo introduce al programa para la ayuda a la toma de decisión SICOFOR, apunta a ilustrar las ventajas y limitaciones de la cosecha de forestal para propietarios de bosques no industriales. El objetivo principal del programa es servir a los propietarios de bosques, pues ellos carecen de un extenso conocimiento sobre las consecuencias económicas de la cosecha forestal. Permite que el usuario examine las diversas opciones de cosecha. Las herramientas de programación del software y apuntaron a hacer un programa fácil de utilizar y transparente con sus principios del cálculo. Fue programado en módulos para poder ser cambiado o ampliarse fácilmente para diversos cálculos, dependiendo de las preferencias individuales del usuario. En el pasado se han hecho varios intentos para estimar la tarifa de una de cosecha forestal (e.g. (FIGHT et al., 1999; WHITEMAN, 1999; FIGHT et al., 2003; FIGHT et al., 2006). Sin embargo, el foco de estos programas no está relacionado a la realidad de nuestros países.

Por ejemplo, Whiteman (1999) desarrolló un modelo de cálculo de costos para la cosecha de bosques tropicales en Surinam, modelo que podría ser empleado al bosque nativo. Los modelos de Fight et al. (1999), Fight et al. (2003) y Fight et al. (2006) fueron construidos para la cosecha de bosques en los Estados Unidos. Actualmente, SICOFOR se basa en modelos internacionalmente aceptados pero vinculados a la realidad chilena, tan pronto como las variantes de otros países lleguen a estar disponibles pueden ser agregados fácilmente. El nuevo aspecto en el desarrollo del programa es su efecto comprensivo sobre la economía de las operaciones.

El desarrollo del programa todavía está en curso y hay posibilidades de mejoras y de extensiones más futuras. Se espera que el programa mejore

perceptiblemente en el futuro. A pesar de las limitaciones mencionadas el programa SICOFOR es una herramienta útil para una amplia gama de personas.

4. CONCLUSIONES

SICOFOR 1.0 ha sido desarrollado como una herramienta educativa para ser usada por ingenieros y capacitación de trabajadores, con el propósito de desarrollar mejores prácticas que en última instancia resultará en tarifas costo-efectivas. La familiaridad de los usuarios con el sistema operativo Windows y la interfaz gráfica podrían ayudar a una mejor comprensión del programa.

El programa proporciona cálculo de tarifas equivalentes a las proporcionadas por las empresas forestales en Chile. Producto de ello, Forestal El Laurel, empresa de servicios en el área de cosecha forestal, ha implementado este software en el cálculo de tarifa de sus licitaciones.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los dos revisores anónimos y al editor por sus valiosos comentarios y sugerencias sobre el manuscrito.

6. REFERENCIAS

BRIGHT, G. **Forestry budgets and accounts**. Wallingford: CABI Pub., 2001. 380p.

BRIGHT, G. Calculating costs and charges for forest machinery use. **Forestry**, v.77, n.2, p.75-84, 2004.

CANTO, J. L. D. et al. Avaliação das condições de segurança do trabalho na colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.513-520, 2007.

CATERPILLAR INC. **Caterpillar performance handbook**. Peoria, IL.: Caterpillar Tractor Co.: v. p. 1996.

CUNNINGHAM, S.; TURNER, M. M. Actual depreciation rates of farm machinery. **Farm Management**, v.6, n.9, p.381-387, 1995.

FIGHT, R. D.; GICQUEAU, A.; HARTSOUGH, B. R. **Harvesting costs for management planning for Ponderosa pine plantations**. Portland: United States Department of Agriculture, Forest Service. Pacific Northwest Research Station, 1999. p.16. (General Technical Report PNW-GTR-467).

FIGHT, R. D.; HARTSOUGH, B. R.; NOORDIJK, P. **Users guide for FRCS: Fuel reduction cost simulator software**. Portland: United States Department of Agriculture. Forest Service. Pacific Northwest Research Station, 2006. p.30. (General Technical Report. PNW-GTR-668).

FIGHT, R. D.; ZHANG, X.; HARTSOUGH, B. R. **Users guide for STHARVEST: Software to estimate the cost of harvesting small timber**. Portland: United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2003. p.18. (General Technical Report PNW-GTR-582).

INFOR. **Exportaciones forestales chilenas, diciembre 2006**. Santiago: Instituto Forestal, 2007. 145p.

IRIGOYEN, I. A. **Aplicación de herramientas computacionales en la planificación de caminos forestales y su relación con sistemas de cosecha y transporte**. 2002. 59f. (Memoria de Título Ingeniería Forestal) - Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Concepción, Chile, 2002.

JACOVINE, L. et al. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.391-400, 2005.

LARGO, P. **Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa de servicios de cosecha forestal con torres de madereo**. 1996. 124f. (Memoria de Título Ingeniería Comercial) - Universidad del Bio Bio, Facultad de Ciencias Empresariales, Concepción, Chile, 1996.

LIGNUM. **Los beneficios de la cosecha mecanizada**. Santiago do Chile: 2002. v.61. 5p.

Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.165-172, 2011



LIGNUM. **El impacto de la cosecha mecanizada**. Santiago doChile: 2004. v.73. 6p.

MELLGREN, P. G. More reliable multi-function wood-harvesting machines in the future? **International Journal of Forest Engineering**, v.1, n.1, p.10-14, 1989.

NELSON, R. **Guía completa de Visual Basic para Windows**. México: McGraw-Hill/ Interamericana de México, 1994. 396p.

OLIVEIRA, R. J. D. et al. Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de eucalipto com "clambunk skidder". **Revista Árvore**, v.30, p.267-275, 2006.

PRICE, C. **The theory and application of forest economics**. Oxford: Blackwell, 1989. 402p.

TIZNADO, M. **El camino fácil a Visual Basic 6.0: Serie enter plus**. Santa Fe de Bogota: McGraw-Hill, 1998. 215p.

WHITEMAN, A. **A roundwood production cost model for Suriname: Model description and user guide**. Project GCP/SUR/001/NET: Suriname: Ministry of Natural Resources with Food and Agriculture Organization: 1999. 45p.

WHITEMAN, A. The use of computer models for forestry investment and policy appraisal. **New Zealand Journal of Forestry**, v.46, n.4, p.4-7, 2002.

YULE, I. J. Calculating tractor operating costs. **Farm Management**, v.9, n.3, p.133-148, 1995.