
APROVECHAMIENTO FORESTAL DE IMPACTO REDUCIDO EXPERIENCIAS EN LA INVESTIGACIÓN Y LA CAPACITACIÓN EN OPERACIONES FORESTALES EN CUBA Dr. Fidel Cándano Acosta. Universidad de Pinar del Río, Cuba. fcandano@af.upr.edu.cu

RESUMEN

El trabajo presenta una retrospectiva de las acciones realizadas en la investigación y la capacitación en el aprovechamiento de los bosques en Cuba. Investigaciones dirigidas a lograr un aprovechamiento sostenible, tales como: Desarrollo de un Software para realizar análisis de la eficiencia económica de los sistemas de cosecha y optimización de los costos en base a una densidad de caminos; Uso de sistemas de Información geográfica y algoritmos de programación matemática; Aplicación de iniciativas para reducir los daños en la construcción de viales y disminución de los parámetros constructivos de los caminos; Evaluación de daños provocados al ecosistema forestal por las operaciones de aprovechamiento de madera, evaluación de los daños a la regeneración natural y a los árboles remanentes; Evaluación de los desperdicios de madera, evaluación de las pérdidas en el corte de madera por la altura inadecuada de los tocones, desperdicios en el troceado y desperdicios en el desrame; Análisis de indicadores ergonómicos en el corte de madera con motosierra, evaluación de alternativas para disminuir los efectos negativos sobre los obreros en esta operación; Planificación del Aprovechamiento Forestal en entidades productivas aplicando los principios del Manejo Forestal Sostenible; Confección del plan estratégico de aprovechamiento a partir de la planificación global de la empresa; y Confección de planes operativos.

Con los resultados de las experiencias nacionales e internacionales se ha diseñado una estrategia de capacitación que involucra la dirección nacional forestal, instituciones de investigaciones, empresas forestales y la universidad como la ejecutora directa de la capacitación. Se han programado cursos a diferentes niveles, para gerentes y funcionarios de la política forestal, para técnicos vinculados con el aprovechamiento forestal y para obreros directamente ejecutores de las operaciones. En la actualidad se trabaja en la confección del Código Modelo para el Aprovechamiento Forestal en Cuba.

Palabras claves: Aprovechamiento forestal, Investigación y capacitación.

FOREST HARVESTING OF REDUCED IMPACT EXPERIENCES IN THE INVESTIGATION AND THE TRAINING IN FOREST OPERATIONS IN CUBA

SUMMARY

The work presents a retrospective of the actions carried out in the investigation and the training in the use of the forests in Cuba. Investigations directed to achieve a sustainable use, such as; Development of a software to carry out analysis of the economic efficiency of the harvest systems and optimization of the costs based on a density of road; The use of systems of geographical information and algorithms of mathematical programming; Application of initiatives to reduce the damages in the construction of road density to decrease the constructive parameters of the roads; Evaluation of provoked damages to the forest ecosystem caused by forest operations, evaluation of the damages to the natural regeneration and the trees remainders; Evaluation of the wooden waste, evaluation of the losses in the wooden cut because of inadequate height of the stumps, the waste in the crosscutting and waste in the delimiting; Analysis of ergonomic indicators in the wooden cut with power saw, evaluation of alternatives to diminish the negative effects on the workers in this operation; Planning of the forest operations in productive entities applying the principles of the sustainable forest management; Elaboration of strategic plan for a better harvest based on the global planning of the company; and Elaboration of operative plans.

With the results of the national and international experiences, a training strategy, that involves the National Forest Service, institutions of investigations, forest companies and the University leading the training, has been designed. Courses have been programmed at different levels, for managers and executives dealing with forest policy, for technicians linked to the forest use and for workers directly involved in the operations. At the present time authors are involved in designing a model code for the forest harvest in Cuba.

Key words: Forest Harvesting, Investigation and Training.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los bosques desempeña un papel importante en las diferentes regiones del mundo, no solo por los beneficios económicos para las personas vinculadas con el sector, también es muy apreciada la diversidad de usos de un recurso renovable enmarcado en ecosistemas con funciones protectoras, de conservación de la biodiversidad y valores recreativos insustituibles.

Es importante destacar el alcance de la sostenibilidad, la interacción entre los diferentes factores que abarca este término. Para que haya sostenibilidad tiene que haber gestión sostenible de los recursos naturales, tiene que haber agricultura sostenible, tiene que haber ciudades sostenibles, tiene que existir ciencia y tecnología sostenible, tiene que haber relaciones sociales sostenibles y tiene que haber integración regional sostenible.

En el caso propio del manejo de bosques un grupo de disciplinas tienen que avanzar con igual intensidad, el fomento de los bosques, la protección, la ordenación, la cosecha de madera, la transformación a nivel de industrias y la gestión en la comercialización de los productos. De no ocurrir sería muy difícil alcanzar niveles superiores de eficiencia.

El término manejo sostenible de los bosques o sostenibilidad en el manejo de bosques ha evolucionado desde un simple enfoque en el rendimiento de madera hacia la utilización de una variedad más amplia de productos forestales maderables, no maderables y de servicios. El término ha sido muy abordado y desde siglos pasados se hacía referencia a él, no con la profundidad y la dimensión que hoy se le confiere pero sí con igual intención salvando las diferencias de cada época.

Este trabajo está encaminado a profundizar en la caracterización del aprovechamiento de los bosques tropicales en el mundo y en el plano nacional, evidenciar los resultados obtenidos que han hecho posible un incremento de la eficiencia con la introducción de la Extracción de Impacto reducido (EIR) y el análisis de la estrategia a seguir para contribuir al manejo forestal sostenible de los bosques tropicales.

OBJETIVOS

Los objetivos generales de este trabajo están encaminados a:

Difundir la superioridad de la EIR sobre los sistemas tradicionales de extracción de madera con los resultados de diferentes autores y la propia información del autor.

Presentar algunas iniciativas trabajadas en el contexto de Cuba y la aplicación de herramientas matemáticas e informáticas para incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de los bosques tropicales.

Explicar algunas ideas de cómo se ha materializado a través de una estrategia de capacitación las directrices de la EIR.



ANTECEDENTES GENERALES

Se puede aseverar que el aprovechamiento forestal en las diferentes regiones del planeta se ha caracterizado por un alto impacto negativo y lo demuestran los resultados de diferentes autores (Mattson & Jonkers, 1981; Hendrison, 1990; Warkotsch, 1992; Dykstra, 1992; Migunga, 1995; Fenner, 1996; Van der Hout, 1999 y Jonkers, 2002), reflejando daños al suelo, daños a la regeneración natural, pérdidas de madera, impactos al paisaje, extinción de especies de maderas de alto valor comercial y daños al ecosistema en general.

Los daños a la salud de los obreros es motivo de alta preocupación considerando los resultados expuestos por (Blombäck, 2001), cuando afirma que en algunos países la actividad forestal presentó la mayor tasa de fatalidades (160 por 100 mil personas empleadas) en comparación con otras industrias. El autor refiere que la situación en los trópicos ha permanecido sin cambios y en algunos casos se ha deteriorado reportando tasas de fatalidades de hasta 14 muertes por millón de metros cúbicos de madera extraída. Otros tipos de accidentes se encuentran opacados, principalmente los relacionados con la excesiva carga de trabajo físico, el ruido y la vibración. También se hace referencia al costo indirecto de los accidentes que se estima supera hasta seis veces los costos directos.

Estos resultados desfavorables han provocado que en los últimos años y más puntual a partir de la Cumbre de Río, organizaciones internacionales, políticos, funcionarios públicos, gerentes del sector forestal y científicos hayan decidido enfrentar la situación desarrollando varias acciones concretas como los códigos modelos de aprovechamiento forestal, iniciados por (Dykstra & Heinrich, 1996) y seguidos por otros códigos regionales y territoriales, estudios monográficos de la FAO y los Congresos Regionales y Mundiales de la IUFRO que dan una gran posibilidad de discutir sobre el tema.

Se han logrado numerosos avances en la investigación e introducción de la extracción de impacto reducido como una contribución al manejo forestal sostenible, demostrado por autores como (Amaral *et al.*, 1998; Winkler, 1998; Bull *et al.*, 2001; Winkler & Nöbauer, 2001; Vergara, 2002; Fredericksen *et al.*, 2003 y De Graaf *et al.*, 2003) citados por (FAO, 2004), observando la conveniencia de incrementar la planificación y capacitación para obtener a largo plazo mayores beneficios económicos, ambientales y sociales.

A pesar de no tener grandes extensiones, el fomento de los bosques en Cuba en las últimas décadas es notable, la cobertura forestal es aproximadamente la cuarta parte del territorio. Simultáneamente se aprecia un incremento anual en los volúmenes de madera a aprovechar y este aprovechamiento ha sido un reflejo de lo ocurrido en el plano internacional referente al nivel de impactos negativos que han empobrecido a los ecosistemas forestales.

Utilizando conocimientos generados a nivel mundial y con el apoyo de organizaciones nacionales y extranjeras vinculadas al área forestal, se ha desarrollado un grupo de investigaciones científicas y cursos de capacitación a diferentes niveles, para materializar las directrices del aprovechamiento forestal de impacto reducido como una contribución al manejo sostenible de los bosques tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como se trata de exponer las experiencias en la investigación y la capacitación de Cuba en el tema del aprovechamiento forestal de impacto reducido en los bosques tropicales, se ha realizado una profunda revisión sobre algunos aspectos que inciden en la eficiencia de este proceso, basada en los resultados nacionales y de otras regiones. En el trabajo se muestra un grupo de resultados obtenidos en Cuba y se señalan deficiencias que aún están por resolver para la aplicación de la EIR. Los resultados del autor son presentados y resumidos en el Cuadro N° 1 y Figura N° 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación de Software, Sistemas de Información Geográfica y Algoritmos de Programación Matemática para el Análisis de la Eficiencia Económica de los Sistemas de Cosecha

Las operaciones de cosecha forestal son costosas e intervienen muchos recursos económicos, financieros y humanos en el proceso, su ejecución también tiene gran repercusión sobre el ecosistema forestal y en los obreros. Considerando estos aspectos, se han desarrollado técnicas automatizadas capaces de evaluar, simular y optimizar el resultado de posibles alternativas a utilizar para evitar errores o malgastar recursos. PACE en 1986; NETWORK en 1988; FOROPERA en 1989; FRP-Harvest en 1992; HELIPACE en 1992; PLANS en 1992; STRATIS en 1992; PLANEX en 1995 y ROADENG en 1995 (Shemwetta & Garland, 1996) son ejemplos de softwares existentes que pueden ser usados para incrementar la eficiencia de las operaciones de aprovechamiento. Otros softwares se han realizado en el sur del continente americano tales como; SIMM por Mac Donagh *et al.* (2000); SCM por Malinovski & Malinovski (2000); VECTORPLANE por Martini & Estraviz (2000), capaces de calcular, optimizar y simular indicadores de eficiencia de los sistemas de cosecha forestal.

En este sentido se ha desarrollado un software (SECTAM) que es capaz de evaluar la eficiencia de los sistemas de cosecha de madera y que cuenta con algunas ventajas con respecto a otros elaborados con anterioridad, como el hecho de poder actualizar modelos estadísticos o expresiones capaces de calcular determinadas variables según la conveniencia del usuario. Además cuenta con reportes gráficos que facilitan la interpretación de la información.

El sistema de información geográfica (SIG) y los algoritmos de programación matemática constituyen herramientas claves para compatibilizar las operaciones de aprovechamiento con el ecosistema. Primeramente, el SIG tiene la gran fortaleza que permite analizar de forma holística toda el área de trabajo a partir de sus características: Localización de cursos de agua, tipo de relieve, tipo de suelo, vegetación, entre otras, demostrado por (Chen *et al.*, 1996), lo cual permite determinar la mejor o las mejores alternativas para la proyección de caminos, patios de acopio y las pistas de arrastre. En la actualidad en las empresas forestales de Cuba se trabaja para implantar esta herramienta en la toma de decisiones y para monitorear los impactos provocados sobre el área de aprovechamiento.

Los algoritmos de programación matemática son muy utilizados para minimizar o maximizar determinadas funciones. En el caso de Cuba, se ha trazado los viales forestales mediante la modelación matemática para minimizar las funciones de costo y movimiento de tierra en la construcción de caminos forestales (Tchikoué, 1996). Técnicas de investigación de operaciones han sido empleadas por Fosado (1999) en el tratamiento económico-matemático de la planificación operativa del proceso de aserrado de la madera. Tratamiento económico-matemático en el perfeccionamiento de la ordenación de plantaciones puras, León (1999). La aplicación del análisis multicriterio para la selección de tecnologías de aprovechamiento (Domínguez, 2003) y la aplicación de polinomios de interpolación de Langrage por Estevez (2000), para representar el modelo matemático del terreno. Este grupo de investigaciones ha propiciado integrar los análisis y su aplicación, incrementando la eficiencia de las operaciones de aprovechamiento forestal, tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

Iniciativas para Reducir los Daños en la Construcción de la Red de Caminos

Como se demuestra en los resultados de diversas publicaciones, la mayor parte de la erosión de los suelos, más del 90 por ciento en ciertos estudios, está directamente relacionada con los caminos, los patios de acopio y las pistas de arrastre (Hamilton, 1988; Bruijseel y Critchley, 1994, citados por Dykstra, 1996).

Varios parámetros son claves en la construcción de una red caminera que sea compatible con el medio ambiente. Primeramente es muy importante determinar la densidad óptima de caminos, puntos de acopio y las pistas de arrastre, basado en las características del sistema de cosecha para minimizar el costo de las operaciones, utilizando algún software, en el caso de Cuba se creó el SECTAM. El trazado o proyección del camino sobre el terreno desempeña un papel preponderante, pudiendo evitar excesivos movimientos de tierra, construcción de alcantarillas o puentes innecesarios, aprovechar la aptitud de algunos suelos para facilitar la construcción del camino o la cercanía de mejoramiento para el acabado de la superficie de rodamiento. Esto se puede lograr actualizando las capas de información del área de aprovechamiento y analizar las posibles alternativas. Los métodos de construcción del camino también constituyen una iniciativa muy renovadora demostrada por Winkler (1998), sobre todo en terreno con grandes pendientes al utilizar la retrocavadora para los movimientos de tierra, dando cortes de alta calidad sin muchos movimientos de la máquina con respecto al Buldózer o Angledozer utilizado convencionalmente.

En las condiciones de Cuba se ha investigado más y se está trabajando con mayor dedicación en la reducción de los parámetros constructivos del camino (Domínguez, 2003), demostrando una disminución significativa del costo de construcción y del impacto que se produce sobre el área de aprovechamiento. También se visualiza una disminución de los costos en la reparación o mantenimiento de estos y una mayor vida útil por la conservación de la calzada que se redujo de 5,5 a 4 metros para caminos de transporte.

Evaluación de Daños Provocados al Ecosistema Forestal por las Operaciones de Aprovechamiento de Madera

Cuando se hace referencia a los daños provocados al ecosistema forestal por las operaciones de aprovechamiento en Cuba, se corresponde con lo ocurrido en el plano internacional. Daños al suelo, por compactación y eliminación de la cubierta vegetal por el pase múltiple de las máquinas (Voorhees, 1991; Warkotsch *et al.*, 1992; Migunga, 1995; Cordero, 1995 y Fenner, 1996), las que ocasionan degradación del ecosistema al ser el suelo un factor importante que garantiza el crecimiento y desarrollo de los árboles. En este sentido se han realizado investigaciones en empresas forestales de la Provincia Pinar del Río, demostrando diferencias significativas, más del 25 %, entre el volumen de los árboles que crecen en áreas afectadas por la acción de compactación del suelo y los que lo hacen en áreas con ausencia de este efecto.

Por otra parte se han estimado pérdidas de suelo por erosión que alcanzan la cifra de 0,89 a 1,3 t/ha/año, dependiendo de las pendientes del terreno, la cubierta vegetal del terreno y el sistema de corta. En esta dirección se han obtenido modelos estadísticos para estimar el nivel de compactación del suelo en función de variables como el número de pases de las máquinas, la humedad de suelo, entre otras, a tono con los resultados mostrados por Gayoso *et al.* (1991) y desde el punto de vista práctico se ha materializado utilizar las pistas de arrastre y evitar pases fuera de estas en correspondencia con resultados de Migunga (1995), que demuestra que los primeros pases de las máquinas producen la mayor compactación en los suelos.

En el caso de los bosques de coníferas, situados en la parte norte de la provincia sobre una cordillera con pendientes entre 12 y 25 grados y un suelo con una capa vegetal muy reducida, la preocupación fundamental es la eliminación de la cubierta vegetal que unido a las fuertes lluvias de verano favorecen el proceso de erosión. A pesar de aplicar el principio de utilizar las pistas de arrastres, ha sido una práctica habitual el acordonamiento de los residuos poscosecha y la combinación de yuntas de bueyes para almacenar los árboles cerca de la pista y evitar movimientos innecesarios de los skidders sobre las áreas de corte. También se ha sustituido los tractores de cuchillas por tractores de neumáticos (skidders) que son menos agresivos a la cubierta vegetal.

Los daños a los árboles remanentes, a la regeneración natural y a los árboles a cosechar, son impactos negativos muy comunes derivadas de las operaciones de aprovechamiento y que afectan la dinámica del ecosistema y los resultados económicos de las entidades productivas, demostrado por Dykstra *et al.* (1996), Pinard & Cropper (2000) y Jackson *et al.* (2002), citados por (FAO 2004),

El resultado de estas investigaciones internacionales han servido para desarrollar trabajos similares en Cuba y teniendo en cuenta las especificidades de los ecosistemas locales, en la actualidad se aplican alternativas tecnológicas como la combinación de animales y skidders para el arrastre de madera y el trazado previo de pistas de arrastre considerando la dirección de caída de los árboles a cosechar.

La evaluación de las pérdidas de madera también constituye una preocupación de los científicos. La aplicación de deficientes técnicas de corte, desrame y troceado de los árboles y las pérdidas de los troncos durante el arrastre son causas esenciales de este impacto negativo, reflejados por Gerwing *et al.* (1996), Bowyer (1997), Uhl *et al.* (1997), Barreto *et al.* (1998), Chua (2002), Holmes *et al.* (2002) y Jonkers (2002), citados por (FAO, 2004).

Los resultados del Cuadro N° 1 fueron obtenidos en bosques mixtos de latifoliadas en Cuba. De forma general se aprecia una disminución de los daños aplicando el sistema de extracción de impacto reducido, correspondiéndose con los autores citados. Es importante destacar que las diferencias en los costos de ambos sistemas de extracción no son significativas.

Cuadro N°1
RESULTADOS DE LOS IMPACTOS CAUSADOS POR DIFERENTES SISTEMAS DE
EXTRACCIÓN DE MADERA

Parámetros Evaluados	Extracción Tradicional	EIR
Densidad de las vías arrastre	193 m/ha	61 m/ha
Zona principal de vía de arrastre	11,2 %	4,4 %
Volumen de pérdidas de madera	14,6 %	9,9 %
Árboles gravemente dañados	51 %	23 %
Pies gravemente dañados	6 %	2,1 %
Daños a árboles talados	15 %	7 %
Tasa de utilización	43 %	58 %

En la actualidad se trabaja en otras direcciones como disminuir los impactos a la fauna, evitando realizar operaciones de aprovechamiento en el periodo de reproducción de las principales especies y desde el punto de vista paisajístico, se evita talar grandes extensiones continuas de superficies boscosas que atenúen la belleza natural del paisaje.

Análisis de Indicadores Ergonómicos para Disminuir los Efectos Negativos sobre los Obreros

En varios trabajos científicos se muestra la factibilidad de evaluar las características de cada operación y poder ajustar las herramientas a las aptitudes de los obreros (Sene, 1994; Apud, 1994; Minetti *et al.*, 1999). Varios son los impactos negativos provocados por el ruido, las vibraciones, el desprendimiento de gases tóxicos de las máquinas, que son los causantes de enfermedades prematuras y accidentes de trabajo por posiciones incómodas y prolongadas. Coincidiendo con Apud *et al.* (1999), resulta una paradoja que no se preste atención a los implementos de uso humano, hasta que estos empiezan a demostrar su ineficiencia o a provocar daños en la población.

Las operaciones de aprovechamiento forestal se desarrollan en un entorno difícil, un fuerte esfuerzo físico y alto riesgo de accidentes, resultando en baja productividad, bajos salarios

y una fuerza laboral inestable en correspondencia con lo expuesto por Blombäck (2001). Estas características del trabajo forestal son desfavorables para el desarrollo de destrezas, lo que es a su vez una condición previa para la implementación de la EIR como plantea el autor.

Un pesquisaje médico efectuado a un grupo de operadores que realizan la operación de corte con motosierra en empresas forestales de Cuba, indicó que los mismos presentan el 43 por ciento de los síntomas mas frecuentes de enfermedades provocadas por esta herramienta, tales como: Dolores musculares (50 por ciento), dolores lumbares y de espalda (75 por ciento), hormigueo intermitente de los dedos (54 por ciento), pérdida de sensibilidad en los dedos de las manos (51 por ciento), dolores cervicales (75 por ciento) y pérdida de la audición (52 por ciento). A partir de esta información se comenzó a realizar varios trabajos que vincularon variables como aptitud física, composición corporal, carga fisiológica de trabajo y alimentación de los trabajadores forestales (Figura N° 1).

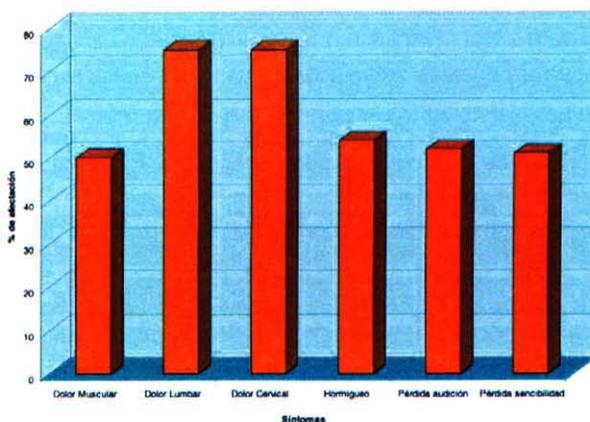


Figura N°1

COMPORTAMIENTO DE LAS AFECTACIONES A LA SALUD EN OPERADORES DE SIERRAS DE CADENA EN CUBA.

Siendo esta operación la más crítica para la salud de los obreros forestales, se realizó una investigación que consistía en la rotación de operadores de motosierras con su ayudante que pasó a hacer la misma función, se evaluaron aspectos ergonómicos, productivos y económicos y los resultados demostraron mejor equilibrio y disminución de la carga fisiológica de los obreros comparado con los obtenidos por el método tradicional, con la reducción de las posibilidades de fatiga fisiológica por sobrecarga excesiva de trabajo y los riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales. Por otra parte, aumentaron los rendimientos lo que justifica salarios básicos de operadores para ambos integrantes de la pareja y se observó mayor uniformidad en la caída de los árboles, que se traduce en la reducción de costos y de daños a la cubierta vegetal en la operación de arrastre.

De acuerdo con los resultados, el método de rotación del operador permite reducir los riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales en los operadores de motosierras, al

equilibrar y disminuir la carga fisiológica de trabajo en un 13,69 %, el tiempo de exposición a posturas incómodas así como los efectos nocivos de la motosierra en un 52,08 %, mientras que la productividad en tiempo efectivo se elevó en 27,32 % respecto al método tradicional de un operador y un ayudante. Este es un ejemplo que muestra las tres aristas de la sostenibilidad, contribución económica, ambiental y beneficios para los obreros. Este criterio de seguridad y salud ocupacional será incluido en el código modelo para el aprovechamiento forestal en Cuba.

Planificación del Aprovechamiento Forestal en Entidades Productivas Aplicando los Principios del Manejo Sostenible

Aunque se afirma que la Extracción de Impacto Reducido (EIR) consiste en la implantación de las operaciones de aprovechamiento forestal planeadas, de forma intensiva y cuidadosamente controladas a fin de reducir a un mínimo el impacto sobre el ecosistema forestal, obtener el máximo de beneficios y a un costo aceptable, el número de publicaciones sobre la planificación del aprovechamiento forestal es prácticamente insignificante con respecto a otros temas, como los impactos negativos sobre ecosistema forestal o los aspectos económicos.

Una de las publicaciones de mayor impacto en la aplicación y contribución al aprovechamiento forestal de impacto reducido en bosques tropicales fue la de Dykstra & Heinrich (1996). También se destacan otras investigaciones, como Lee (1982), Jonkers *et al.* (1984), De Bonis (1986), Foahom *et al.* (2001), Dykstra *et al.* (2001), Applegate (2002), Jackson (2002), Sparma *et al.* (2002), citados por FAO (2002). Los resultados obtenidos por Hendrison (1990), Amaral *et al.* (1998), Winkler (1998), Reid & Rice, (1997); Sist *et al.* (1998), Elias (1999), Ruslim *et al.* (1999), Van der Hout (1999), Armstrong & Inglis (2000), Sist (2000), citados por Bull *et al.* (2001), citados por FAO (2004), son un reflejo de la viabilidad económica, social y ambiental de la aplicación del Aprovechamiento de Impacto Reducido (EIR).

En el Estudio Monográfico de Aprovechamiento Forestal N°15, realizado por Winkler (2002), citado por FAO (2004), se concluye afirmando que todavía no se reconoce en la planificación global una herramienta indispensable para llevar a cabo operaciones de aprovechamiento forestal eficaces y respetuosas con el medio ambiente y que la supervisión de las operaciones de explotación con el objetivo de mejorar las prácticas parece ser mínima, tanto por parte de los supervisores de las empresas como de los organismos forestales de Papúa Nueva Guinea. Los conocimientos técnicos de la mano de obra relacionada con la explotación forestal son escasos.

Sin embargo, en el Estudio Monográfico N° 16 realizado por Winkler & Nöbauer (2001), citados por FAO (2004), en Surinam, se demuestra que, incluso con un esfuerzo mínimo de planificación, la explotación forestal planificada, tal como se aplica en la parcela experimental de la zona de estudio, es económica y ecológicamente superior a la explotación tradicional. Simultáneamente, se desarrolló el Estudio Monográfico N° 17 por Richter (2001), citado por FAO (2004), sobre la evaluación económica y financiera de las operaciones de aprovechamiento de madera en Sarawak, Malasia, con resultados muy convincentes acerca de la sostenibilidad de la EIR, en correspondencia con los resultados anteriores.

Como afirma la mayoría de estos autores, existen premisas claves que definen el éxito de la EIR, como la planificación de las operaciones (planes estratégicos y planes operativos), la implementación, control y evaluación de las operaciones de aprovechamiento y la formación de fuerza de trabajo forestal capacitada y motivada. La deficiencia en la materialización de estas premisas existe en casi todos los países tropicales.

Estrategia de Capacitación para la Fuerza de Trabajo Vinculada con el Aprovechamiento Forestal

Las dificultades mencionadas anteriormente también forman parte de las deficiencias del sector forestal en Cuba y, a partir de los resultados de experiencias nacionales e internacionales, se ha diseñado una estrategia de capacitación que involucra a la Dirección Nacional Forestal, instituciones de investigaciones, empresas forestales y la Universidad para impartir la capacitación. Primeramente de forma plenaria se impartieron seminarios para introducir el tema del Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido a los principales dirigentes y técnicos vinculados con el sector forestal de todo el país, para discutir resultados puntuales obtenidos en las investigaciones y cuestiones básicas relacionadas con este tema. De estos encuentros se logró movilizar la conciencia de los principales dirigentes del sector, los cuales determinan el grado de prioridad de esta actividad y de inculcar a los técnicos de la necesidad de prepararse para enfrentar el reto de la EIR.

Posteriormente se indicó realizar talleres en todo el país, por regiones, con la asistencia de los especialistas del Servicio Estatal Forestal, que son los encargados de fiscalizar el trabajo de las empresas forestales, y los técnicos que atienden estas actividades en cada empresa forestal, como ejecutores de los proyectos de aprovechamiento forestal. El propósito fundamental de estos encuentros fue elaborar un documento llamado Esquema Tecnológico para el Aprovechamiento Forestal, para la cual se utilizó la técnica de trabajo en grupo. Finalmente, se elaboró este documento que hoy forma parte de los instructivos técnicos de la Dirección Forestal Nacional y es de obligatorio cumplimiento.

Independientemente de haber impartido cursos de capacitación de forma continua, las exigencias actuales indican la preparación de cursos de manera diferenciada, acorde con la tarea de cada trabajador, elaborando los cursos para operarios de máquinas, los cursos para supervisores y gerentes y los cursos para funcionarios que toman decisiones superiores y en la actualidad se trabaja en la confección del Código Modelo para el Aprovechamiento Forestal en Cuba.

CONCLUSIONES

Existe un conocimiento significativo de los resultados de la literatura internacional que demuestra la viabilidad económica, social y ambiental de la aplicación del Aprovechamiento de Impacto Reducido como una contribución al Manejo Sostenible de los Bosques Tropicales y que es objeto de investigación, transferencia y aplicación en las condiciones de las empresas forestales de Cuba.

Queda demostrado que la planificación del aprovechamiento forestal todavía no se

reconoce como una herramienta indispensable por empresarios para llevar a cabo operaciones de aprovechamiento forestal eficaces y respetuosas con el medio ambiente, que es la temática de menos referencia en la investigación de este tema a pesar de ser una premisa insoslayable para lograr Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido.

Es posible elaborar herramientas y desarrollar investigaciones, vinculadas a las operaciones de aprovechamiento, y una estrategia que puede contribuir modestamente a la preparación de gerentes, técnicos y obreros en el territorio nacional y con posibilidades de aplicar en países con menos alcance en la formación de fuerza de trabajo forestal capacitada, como una premisa importante para el aprovechamiento sostenible de los bosques tropicales.

REFERENCIAS

Amaral, P., Verissimo, A., Barreto, P. e Vidal, E., 1999. Floresta para sempre. Um manual para a produção de madeira na Amazônia. Belém, Pará, Brasil. 155 p.

Apud, E. A., 1994. Model to estimate reference yields in harvesting using ergonomically principles. VIII Seminário de Atualização sobre Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba, Brasil. pp 23- 31.

Blombäck, P., 2001. La capacitación para alcanzar la calificación. Actualidad Forestal Tropical. OIMT. Vol. 9, No. 2, pp 13-14.

Chen, Z. L, Tao, T., Jianyue and M, Jianxiao, 1996. Application of geographic information systems in forest engineering. Planning and Implementing Forest Operations to Achieve Sustainable Forests. Council on forest engineering (COFE), 19 th Annual Meeting. IUFRO. USA. pp 141- 146.

Cordero, W., 1995. Uso de bueyes en operaciones de aprovechamiento forestal en áreas rurales de Costa Rica. Estudio Monográfico de explotación forestal. 3. FAO. Roma. 1995. 41 p.

Dominguez, A., 2003. Proyección general de redes viales forestales de reducido impacto ambiental. Tesis doctoral. Universidad de Alicante-Universidad de Pinar del Río, Cuba. 131 p.

Dominguez, F., 2003. Selección de tecnologías para el aprovechamiento forestal empleando análisis multicriterio. Tesis doctoral. Universidad de Alicante-Universidad de Pinar del Río, Cuba. 141 p.

Dykstra, D. P., 1992. Sostenimiento de los bosques tropicales mediante sistema de explotación ecológicamente adecuados. Revista Unasilva. Volumen 43. No. 169. 1992 / 2. 6-11 p.

Dykstra, D.P. and Heinrich, R., 1996. Model Code of Forest Harvesting Practices. Forestry Paper 133. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 85 p.

Estevez, I., 1999. Modelo matemático del terreno empleando polinomios de interpolación de

Lanfrage, su aplicación en la ingeniería. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 141 p.

FAO, 2002. Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management. Asia-Pacific Forestry Commission. Bangkok, Thailand. 311 p.

FAO, 2004. Reduced Impact Logging in Tropical Forests. Literature Synthesis, Analysis and Prototype Statistical Framework. 287 p.

Fenner, P., 1996. Relações entre o tráfego de veículos e as deformações físicas dos solos florestais. IX. Seminário de Atualização, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 39-44.

Fosado, O., 1999. Tratamiento económico-matemático para la planificación operativa del proceso de aserrado de la madera. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 121 p.

Gayoso, J. and Iroumé, A., 1991. Compactation and disturbances from logging in southern Chile. Instituto de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia, Chile. pp 64-70.

León, M. A., 1999. Tratamiento económico-matemático en el perfeccionamiento de la ordenación de plantaciones puras. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 137 p.

Mac Donagh, P, Bazerque, S. y Durán, D., 2000. Programa de gestión para el manejo de maquinaria en cosecha de madera. XI Seminario de Atualização, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 259-273.

Malinovski, R. A, e Malinovski, J. R., 2000. Programa de computação para simulação e controle de operações de colheita de madeira. XI Seminario de Atualização, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 152-196.

Martini, L. E. e Estraviz, L.C., 2000. A gestão dos custos florestais e do abastecimento industrial a través de sistemas de otimização. XI Seminario de Atualização, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 124-139.

Migunga, G. A., 1995. Tropical forest soil compaction: Effects of multiple log skidding Tractor Passes on Surface soil Bulk density at Sao – Hill. Tanzania. IUFRO XX. Word Congress. 6-12 Agust 1995. Finland. pp 223-223.

Minetti, L. J., Machado, C.C, de Souza, A.P. e Fiedler, N. C., 1999. Perfil do operador de motosserra profissional e do futuro do Brasil diante das questões cultural, política, regional e de competitividade: Viçosa, UFV.Univ.. pp 304- 321.

Sene, J., 1994. Análise fisiológica e biomecânica da função motosserrista. VIII Seminário de Atualização sobre Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba, Brasil. 1994. pp 1- 20.

Shemwetta, D. T. and Garland, J. J., 1996. Timber harvest planning in the pacific northwest: Lessons for Tanzanian forest plantations. Planning and implementing forest operations to achieve sustainable forests. Council on forest engineering (COFE), 19 th Annual Meeting. IUFRO. USA. pp 212- 218.

Tchikoue, H., 1996. Trazado de viales forestales mediante la modelación matemática. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río. Cuba. 166 p.

Voorhees, W. B., 1991. Compaction effects on yield-are they significant. Transactions of the ASAE. Vol. 34 . 7 p.

Warkotsch, P. W and Olsen, G.F., 1992. Identification and quantification of soil compaction due to various harvesting methods. 17 th Annual Meeting of the council of Forest Engineering IUFRO. JULY 24-29 1994. Oregon, USA. 16 p.

Winkler, N., 1998. Environmentally Sound Road Construction in Mountainous Terrain. Forest Harvesting. Case study 10. Rome, Italy. 66 p.