

EL MANEJO INTENSIVO DE *Cedrela odorata* L. Y LA ASOCIACION DE CULTIVOS AGRICOLAS, UNA OPCION VIABLE

Lic. Aníbal González-Roque¹, Ing. Orlando Sarmiento-García², Ing. Francisco Morales-Hernández³, Dr. René López-Castilla¹, Pedro Facundo-Gutiérrez¹, Lic. Mariano Pérez-Santana⁴

¹Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Rpto. Siboney, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba E-mail: anibal@forestales.co.cu, rene@forestalers.co.cu

² Instituto de investigaciones de Riego y Drenaje, La Habana, Cuba

³Instituto de Investigaciones del Tabaco (MINAG), morales@iitabaco.co.cu

⁴Estación Experimental Forestal Viñales, Km. 20 Carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba E- mail: vinales@forestales.co.cu

RESUMEN

La asociación de especies maderables de la familia Meliaceae con cultivos agrícolas de secano se practica en países tropicales desde hace muchos años pero a bajas densidades por hectárea para minimizar los ataques de *Hypsipyla grandella* Zeller, insecto que destruye los brotes tiernos y reduce la supervivencia. Este informe trata sobre el comportamiento de plantaciones de *Cedrela odorata* a los seis años de edad en asociación con plátano y leguminosas desarrolladas en condiciones de manejo intensivo en suelo ferralítico rojo típico con aradura total, riego por goteo y aplicación de 3 kg de materia orgánica al momento de la plantación siendo el espaciamiento 3.5 x 3.5 m (816 plantas por hectárea). La incidencia de *H. grandella* fue contabilizada semanalmente en esta plantación y en otras áreas experimentales lo cual permite una evaluación detallada de la incidencia del insecto en las condiciones del cultivo. Las mediciones de altura y diámetro efectuadas a los tres y seis años muestran promedios de 5.9 y 7.9 m de altura, 7.8 y 14.3 cm de diámetro y 4.6 m de fuste recto con o sin ramas. La producción del cultivo de plátano ascendió a 976 quintales con un valor de 41,968.00 pesos y aún se mantiene la producción en pequeña escala. Un estimado comparativo del costo/beneficio muestra una relación favorable de 1.0 a 1.85 pesos, sin incluir el valor de la plantación de cedro lo cual muestra que la producción de frutos financia con creces el establecimiento de la plantación de los cedros.

Palabras claves: *Cedrela odorata*, *Hypsipyla grandella*, agroforestería, cultivo

Introducción

Cedrela odorata L (cedro, cedro hembra), de la familia Meliaceae es una especie originaria de América que se distribuye naturalmente desde México hasta la Argentina y las Antillas Mayores (Betancourt, 1987 y 2000). Se trata de una especie de rápido crecimiento que puede alcanzar 20-30 m de altura pero se han reportado ejemplares de 40 m de alto y hasta 2 m de diámetro (Gripjma, 1973). En una muy bien documentada recopilación (Lamb, 1968) sintetiza la información disponible sobre taxonomía, ecología, silvicultura, propiedades de la madera y otros aspectos.

Por la calidad de su madera y múltiples usos a que puede destinarse, se trata de un taxon de fama mundial que se ha comercializado para Norteamérica y Europa en el pasado pero en la actualidad las existencias están muy agotadas debido a la sobre explotación y la negativa incidencia de *H. grandella* sobre el cultivo. La problemática de esta plaga no es nueva y la misma ha sido exhaustivamente estudiada tanto en los Neotrópicos como en Asia y Africa (Floyd and Hauxwell, 1997).

Desde hace años el Instituto de Investigaciones Forestales desarrolla un programa de mejoramiento genético mediante el cual se han seleccionado 220 árboles superiores que se encuentran protegidos en un banco clonal donde se concentra todo el germoplasma de la población de mejora y se han evaluado numerosos ensayos de descendencias, estado del programa de mejora del cedro y otros detalles (Lahera., 1995; Lahera, 2005). A partir del año 2003, con financiamiento de Grupo Empresarial TABACUBA y participación del Instituto de Investigaciones de Tabaco se ejecutó un proyecto de investigaciones sobre diferentes problemáticas del cultivo de *Cedrela odorata* L. y se establecieron plantaciones demostrativas en diferentes localidades. Este artículo informa sobre el comportamiento en asociaciones con plátano, frijol negro y soya a edades de las plantaciones de cedro entre uno y siete años y otros resultados de las investigaciones

Materiales y Métodos

A partir de la fecha mencionada se realizaron numerosas plantaciones de cedro asociadas con especies agrícolas tales como plátano variedad Burro CEMSA para crear tempranamente protección lateral a la especie forestal así como frijol negro y soya para lograr durante los primeros años un mejor aprovechamiento de un suelo enriquecido y bien preparado y aportar producciones que ayuden a reducir los costos del establecimiento. Todo el material forestal que se utiliza tanto en las plantaciones demostrativas como en las investigaciones provienen del programa de selección y mejora que desarrolla el Instituto de Investigaciones Forestales desde hace 20 años, contándose en la actualidad con clones de 220 árboles superiores seleccionados y representados en un Huerto Semillero Clonal que garantiza semillas de superior calidad y suficiente variabilidad genética para el programa de investigación. Detalles sobre las plantaciones establecidas se muestran a continuación.

Plantaciones establecidas en el 2003

LUGARES	AREA (HA)	ESPACIAMIENT (M)	PLANTAS (HA)	TIPO DE SUELO
S. A. de los Baños (IIT)	2	4 x 4	625	Ferráltico Rojo
Alquizar (Tomeguín)	6	3.5 x 3.5	816	Ferráltico Rojo
Viñales (El Rosario)	10.5	4 x 4	625	Ferrítico Rojo

Plantaciones 2004 y 2005

Alquizar (Pulido)	1.0	3.5 x 3.5	816	Ferráltico Rojo
Viñales (El Rosario)	12.0	4 x 4	625	Ferrítico Rojo

Bajo las premisas de un suelos de buena calidad en La Habana pero moderada en Viñales, el cultivo se inició en un esquema de manejo intensivo es decir, preparación integral del suelo, fertilización orgánica al momento de la plantación, riego por aspersión o goteo, fertilizaciones periódicas con NPK y evaluación y control de *H. grandella* Zeller.

Durante el primer año el cultivo se desarrolló de forma satisfactoria pero en agosto/2004 las plantaciones del 2003 en San Antonio de los Baños y Alquizar fueron fuertemente afectadas por el huracán Charley, talándose una hectárea en el IIT dado que la mayor parte de los árboles fueron partidos o acostados. En el caso de El Tomeguín los daños también fueron severos, con muchos árboles inclinados y

defoliados que fueron enderezados y aporcados. En el área talada se evaluó la capacidad de emisión de rebrotes de tocón de un año de edad.

Un ensayo de progenies con ocho familias bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y 50 plantas por familia plantado en el Tomeguín, Alquizar se midió a los 10 meses de edad, un mes antes del paso del ciclón. En Viñales se plantó en el 2005 otro ensayo de descendencias con 79 familias bajo un diseño de bloques incompletos.

Para el diseño experimental de las pruebas de productos contra *H. grandella* se tuvo en cuenta lo establecido en los manuales de métodos de ensayo de campo en protección forestal (Ciba-Geygi, 1981; Diriabin *et al.*, 1979). Se realizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas (bloques) con al menos de 10 a 12 plantas por cada combinación (bloques x tratamientos). Los tratamientos incluyeron tres insecticidas: mospilán (acetamiprid) y dos cepas de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki y un testigo (aplicación de agua). Estos entomopatógenos son los insecticidas biológicos inocuos al medio ambiente con mayor presencia en el mercado mundial cubano y mundial.

Las plantas de la parcela de prueba fueron marcadas con pintura diferenciando los tratamientos con combinaciones de colores.

Se seleccionó el producto químico mospilán (**acetamiprid 20 PH**) debido a que resultó el más efectivo en las anteriores pruebas con insecticidas químicos contra *H. grandella* (López *et al.*, 2007) en cuanto a los insecticidas biológicos se seleccionaron dos cepas de *B. thuringiensis*: **BT 14** y **BT 24** que se encuentran entre los más promisorios según los resultados de los experimentos de las pruebas de productos en laboratorio (Murguido, 2005) y los disponibles y autorizados por sanidad vegetal (Lista Oficial de Plaguicidas, 2005) para el control de los lepidópteros.

Los tratamientos se aplicaron a las siguientes dosis: **1. BT-14** a 4 kg /ha; **2. BT - 24** a dosis de 4 kg /ha; **3. mospilán** a razón de 1kg /ha.; y **4. testigo** (agua suficiente para mojar toda la planta).

Las evaluaciones se realizaron antes y después de las aplicaciones con los productos insecticidas y consistieron en la revisión completa de toda el área experimental. La variable a evaluar fue el número de ataques por planta. Para el reconocimiento de los ataques se tuvo en cuenta la experiencia en el trabajo de las áreas demostrativas y lo que plantea la literatura (Ramírez, 1964; Hochmut y Manso 1975). Estos datos se registraron por semanas y se le determinó el índice de efectividad de cada tratamiento de insecticida. Para determinar este se usó la fórmula apropiada cuando existe parcelas testigo.

1. $E = (1 - P/Q) 100$; donde $P = an$, dt ; $Q = at$, dn ; donde:

at = Número de individuos vivos en el área tratada antes de la aplicación

an = Número de individuos vivos en el área no tratada antes de la aplicación

dt = Número de individuos vivos en el área tratada después de la aplicación.

dn = Número de individuos vivos en el área no tratada después de la aplicación.

Para el análisis de los datos se tuvo en cuenta que la variable número de ataques por planta no tuvo una distribución normal por lo que fue necesario aplicar pruebas no paramétricas. Se escogió la prueba de Kruskal Wallis para contrastar las medianas en las parcelas tratadas y no tratadas teniendo en cuenta que se disponía de varios grupos de datos.

Los datos fueron registrados semanalmente en cada unidad donde se encontraba la plantación. Estos fueron procesados estadísticamente usando el sistema **STATGRAPHIC** plus versión 5.1

En diciembre de 2010 se midió altura y diámetro de las parcelas permanentes establecidas en las plantaciones. Estas informaciones así como los resultados de evaluaciones anteriores se comentan en este informe.

Resultados

Plantación de San Antonio de los Baños (IIT)

Fue destrozada por el huracán Charley en agosto/04. La parcela talada después del paso del ciclón cuando tenía 10 meses de edad, rebrotó del tocón contabilizándose 2 meses después de dicha intervención un 89 % de tocones con rebrotes vigorosos que se manejaron favoreciendo la más vigorosa y de más baja inserción en el tocón. El plátano intercalado fue también destruido por el fenómeno meteorológico y no fue repuesto nuevamente. Los valores promedio de altura y diámetro $d_{1,30}$ al cierre del 2010 son de 5,2 m y 9,1 cm con 2,8 m de fuste limpio y una supervivencia de 87 %.

Plantación de Alquizar (El Tomeguín)

Durante los 10 primeros meses de edad el cultivo se desarrolló vigorosamente alcanzando valores promedio de 2,0 m de altura y 3,9 cm de diámetro $d_{0,5}$ a esa edad (Fig. 1). Después del paso del huracán el crecimiento se redujo al tiempo que la proliferación masiva de las yemas durmientes generó abundante alimento para el insecto cuya población no pudo controlarse debido a la no disponibilidad de los recursos necesarios para ningún tipo de trabajos en el cultivo. Las progenies evaluadas a los 10 meses de edad mostraron diferencias significativas siendo la media de altura y diámetro de 2,5 m y 4,2 cm para la altura y el diámetro respectivamente (González *et al* 2006). En el momento actual, a los siete años y medio, la supervivencia de la plantación es de 61 % pero el crecimiento ha sido moderado, con valores de 4,5 m para la altura y 7,5 cm para el diámetro.

Las producciones de los cultivos asociados de las leguminosas fueron muy beneficiosas lográndose aproximadamente una tonelada por hectárea de frijol negro y 0,8 Ton/ha de soya. El cultivo de plátano de la variedad FIA-18 se comportó moderadamente dado que esta variedad es muy exigente en cuanto a riego y también fue muy afectada por el huracán (González *et al*, 2005).

En Rosario, Viñales, Pinar del Río

En esta localidad los suelos son del tipo ferrítico, muy superficiales y pobres en nutrientes orgánicos y minerales y no aptos para plantaciones de cedro y otras meliáceas. Fue interés del financista invertir en esas condiciones de sitio y desde temprano el desarrollo tanto de los cedros como del cultivo asociado fue moderado. A los 20 meses de iniciado el cultivo, la altura y el diámetro promedio de los árboles fue de 3,09 m, 3,94 cm y una supervivencia de 92 % lo cual fue beneficiado por la fertilización en los hoyos de plantación de los cedros como también la fertilización mineral del cultivo intercalado de frijol y los nutrientes aportados por las raíces de esta leguminosa durante el primer año en tanto que los rendimientos de la leguminosa alcanzó 0,75 Ton/ha. La producción de los plátanos fue moderada debido a las características del suelo, ya mencionadas. A los siete años y medio, los valores promedio de altura total y diámetro (DAP) fueron 5,78 m, 10,93 cm y una supervivencia de 80%. En la plantación de 2005 se evaluó a los dos años de edad un ensayo de progenies con 80 familias encontrándose diferencias significativas para la altura y el diámetro (Reyes *et al*, 2005), siendo los valores actuales de crecimiento para dichas características de altura 5,14 m y diámetro 8,06 cm lo que se aproxima al mismo ritmo de crecimiento de la plantación de 2003 y confirma la moderada fertilidad de toda el área.

Alquízar (Pulido)

En esta plantación se aplicó correctamente las normas técnicas de manejo silvícola así como la tecnología del cultivo de plátano (González et al 2007) y aún siendo un año más joven que varias de las plantaciones reportadas en este trabajo los resultados resultan muy superiores. A los dos años de edad el cultivo de plátano se encontraba en producción, brindaba buena protección a los cedros (Fig. 2) y la población de *H. grandella* Z. estaba bajo control (González et al, 2006). La producción de frutos se elevó a los cuatro años a 970 quintales (48,5 Ton) cuyo valor prácticamente financia el establecimiento de la plantación de los cedros. Los valores de crecimiento a los tres y seis años son de 5.9 y 7.9 m para la altura, 7.8 y 14.3 cm para el diámetro en tanto que la longitud del fuste recto con o sin ramas asciende a 4.1 y 4.6 m. y se efectúan podas de ramas desde el 2008. Los vientos huracanados de fenómenos ocurridos en 2007 y 2008 derribaron 120 árboles lo que unido a pérdida de plantas por otras razones arroja una supervivencia actual de 73 %.

Tabla No. 1: Promedios para cuatro características evaluadas en Febrero/2011. Los tres primeros sitios a la edad de siete años y medio y el otro a los seis años y medio

CARACTER	S. A. Baños (IIT)	Alquízar (Tomeguín)	Viñales (Rosario)	Alquízar (Pulido)
Altura (m)	5,2	4,5	5,8	7,9
Diámetro (cm)	9,1	7,5	10,9	14,3
Fuste limpio (m)	2,8	-	3,5	4,6
Supervivencia %	87	61	80	73

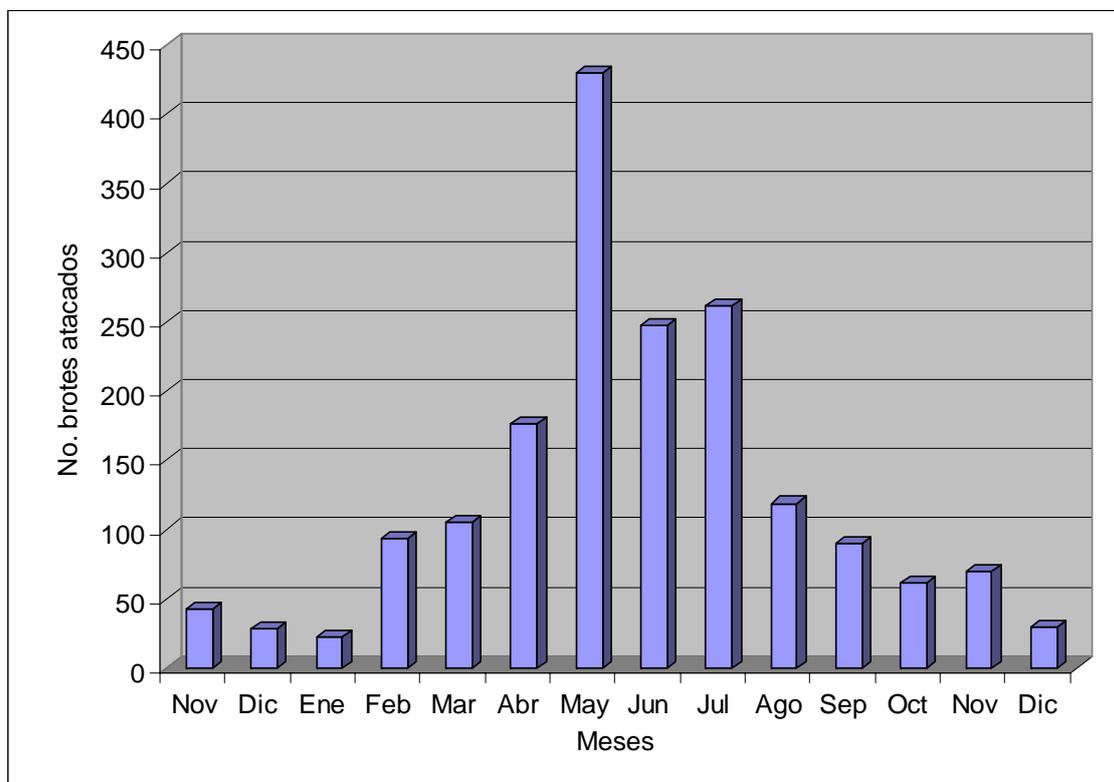


Figura 1: Ataques de *Hypsipyla grandella* Zeller en parcela experimental de *Cedrela odorata* L. desde noviembre del 2004 a diciembre del 2005

Aplicando la fórmula uno, la efectividad de cada uno de estos tratamientos se muestra en la tabla 2. Se puede observar que el mospilán fue el único producto que presentó una efectividad superior al 90% y al cabo del mes alcanzó hasta el 93%, mientras que el BT 14 y BT 24 no llegaron al 50%. Las aplicaciones semanales del producto comercial líquido a base de las cepas BT 14 y BT 24 de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Kurstaki a dosis de cuatro kg. ha⁻¹ no presentaron diferencias significativas con respecto a un testigo (agua).

Tabla 2. Cálculo de la Efectividad técnica de los insecticidas, Pulido, Alquizar, 2007, (Promedio del número de ataques por planta)

producto	P		Q		Efect. 1 – p/q
	an	dt	at	dn	
Fecha de evaluación					
BT 14	3,84	2,59	3,39	5,42	
25 de junio		9,95		18,37	0,54
BT 24	3,84	2,94	2,56	5,42	
25 de junio		11,29		13,87	0,81
Mospilán	3,84	0,07	0,74	5,42	
25 de junio		0,27		4,11	0,07

$$E = 1 - P/Q \times 100; \text{ Ver fórmula 1 (cálculo de la efectividad técnica)}$$

La aplicación de insecticidas órgano sintéticos translaminares (metomilo, tiodicarb, imidacloprid, mospilán) se justifica por el hecho de que como el primer instar de la larva de este insecto (Ramírez, 1964) se alimenta de la epidermis de los tallitos, pecíolos y folíolos de los árboles del cedro antes de penetrar profundamente en los brotes, es posible disminuir las poblaciones en este estadio.



Fig. 2: Plantación de cedro con plátanos en asociación en Pulido, Alquizar, Cuba a los dos años de edad

Conclusiones

- De los cuatro sitios evaluados el mejor desarrollo de los cedros se obtuvo en Pulido, Alquizar a los cinco años y medio con valores de 7,9 m para la altura, 14,3 cm en el diámetro, fuste limpio de ramas de 4,6 m y una densidad de 537 individuos por hectárea.
- El rendimiento de los cultivos intercalados en el primer año fue de 0.8 Ton por hectárea para la soya y 1.0 Ton por hectárea para el frijol negro.
- La variedad de plátano Burro CEMSA en la plantación de Pulido rindió 970 quintales (48,5 Ton) a los cuatro años con un valor de 41,710 pesos lo cual financia los gastos de la plantación de los cedros.
- Las aplicaciones por asperjación del producto comercial líquido a base de las cepas **BT 14** y **BT 24** de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Kurstaki a dosis de cuatro kg. ha⁻¹ no presentaron efectividad técnica para controlar *Hypsipyla grandella* el producto comercial mospilan (**acetamiprid**) resultó afectivo al 90%

Bibliografía

Betancourt Barroso, A. Silvicultura Especial de Arboles Maderables Tropicales. Editorial Científico Técnica, La Habana, 1987 pp 92-98.

_____ Arboles Maderables Exóticos en Cuba. Editorial Científico Técnica, La Habana, 2000

Ciba - Geigy. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda edición. Suiza. P 33 - 34. 1981

Diriabín, V; Labrada, R y Magali Barba. Metodología unificada para la elaboración de los UE de nocividad de los insectos. En: Investigaciones Económicas. Tomo II. INISAV. pag. 14 - 32. 1979

Floyd, R. B. and Hauxwell, C. Hypsipyla Shoot Borer in Meliaceae International Woorshop on Hypsipyla. ACIAR PROCEEDINGS No. 97. Sir Lanka, pp. 3-183. 1996

González Roque, A.; Pérez Santana, M. H.; López Castilla, R; Morales Hernández, F; Fagundo Gutiérrez. P; Perera Villarreal, G; Marrero Medina, N. y Garriga R, M. Valoración de la asociación de cultivos agrícolas en plantaciones intensivas de *Cedrela odorata* L. 10 pp. ISBN Evento por el 30 Aniversario de la EEF Guisa, 2005

González Roque, A. M. H. Pérez Santana, P. Fagundo Gutierrez, R. López Castilla y G. Perera Villarreal Comportamiento de diferentes progenies de *Cedrela odorata* 10 meses después de la plantación. ISBN Evento por XXX Aniversario EEF Guisa, IIF, 2006

González Roque. A. ;; López Castilla, R. ; Morales Hernández, F. y Pérez Santana, M. H. Instructivo técnico para el establecimiento y manejo intensivo de plantaciones de *cedrela odorata* L. Instituto de Investigaciones Forestales, 2007

Grijpma, P. Contribution to an Integrated Control Programme of *Hypsipyla grandella* (Zeller) in Costa Rica, 1973. (Folleto).

Lahera, W; Alvarez, A. y Torres, S. Estado del programa de mejoramiento genético de *Cedrela odorata*. Recursos Genéticos Forestales No. 22, 1995

5to. Congreso Forestal de Cuba Abril/2011

pp 27-28.

Lahera, W Comportamiento de 4 estudios de descendencias de cedro en Vivero. Memorias del Taller por el Desarrollo Forestal Sostenible DEFORS 2005, ISBN 952-246-180-5, pp. 1-8.

Lamb, A. F. A. CEDRELA ODORATA. Fast growing timber trees of the lowland tropics No. 2. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. 1968 46 pp.

Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados. República de Cuba. Registro Central de Plaguicidas. Centro Nacional de Toxicología (CNSV). La Habana, Cuba.383 pp

López Castilla, R. A. Aníbal González Roque; Orlando Sarmiento García; Pedro Fagundo Gutiérrez. Pruebas de efectividad de insecticidas químicos contra *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) en plantaciones jóvenes de cedro. Instituto de Investigaciones Forestales. 2007

Murguido. M. C. Informe de los resultados de las Investigaciones con *Hypsipyla grandella* en condiciones de laboratorio y campo. 5 pp. INISAV. 2005

Ramírez, J. Cómo muestrear poblaciones de *Hypsipyla Grandella* (Zeller). IV Congreso Venezolano de Entomología, Araure- Acarigua, 2-5 julio, Portuguesa, Venezuela. 1979

Reyes Pozo, J. L.; Pérez Santana, M. H.; González Roque, A.; González, S. S. José A. Evaluación del comportamiento de 80 progenies de *Cedrela odorata* L. en plantación intensiva bajo la aplicación de diferentes tipos de productos químicos. Memorias Cuarto Congreso Forestal, La Habana, 2007