

PRONÓSTICO DE BIOMASA DE COPA APROVECHABLE DE *PINUS CARIBAEA* POR METRO CÚBICO DE MADERA DE FUSTE

PREDICTION OF PROFITABLE CROWN BIOMASS'S OF *PINUS CARIBAEA* FOR M³ OF SHAFT'S WOOD

DR. ALBERTO M. VIDAL-CORONA¹, DR. ROLANDO QUERT-ÁLVAREZ² E ING. GERÓNIMO F. AVILÉS-MARTÍNEZ¹

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178, Los Coquitos, Camagüey, Cuba, alberto.vidal@inaf.cmg.minag.cu

²Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

RESUMEN

La investigación se ejecutó de enero a octubre de 2017 en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, existentes en los municipios Viñales, Guane, La Palma y Minas de Matahambre, provincia de Pinar del Río, Cuba. Los objetivos fueron la definición del potencial medio de biomasa foliar y biomasa maderable de copa aprovechable por metro cúbico de madera de fuste, extraídos del bosque diariamente, para la obtención de extracto alcohólico bioactivo y como portador energético, respectivamente, y el diseño de una tecnología para su aprovechamiento. Los resultados mostraron que por cada metro cúbico de madera de fuste acopiada, se alcanzaba como promedio una biomasa maderable de copa de 87,0 kg; 54,7 kg de biomasa de manojos fasciculares y 42,5 kg de acículas. La tecnología diseñada es adecuada para su aprovechamiento y posterior transportación a las plantas procesadoras, acorde con el nivel actual de mecanización de las empresas agroforestales del territorio objeto del estudio.

Palabras claves: biomasa de copa, estimación, extracto alcohólico bioactivo.

ABSTRACT

The investigation was executed from January to October of 2017 in plantations of *Pinus caribaea* var. *caribaea*, existent in the municipalities of Viñales, Guane, La Palma and Minas de Matahambre, in the county of Pinar del Río, Cuba. The objectives were: the definition of foliage crown and branches crown biomass's half potential, profitable for m³ of shaft's wood, extracted of the forest daily, for the obtaining of alcoholic extract with biological activity and as energy payee, respectively; and the design of one technology, for the use of this biomass. The results showed that for each m³ of gathered wood's shaft, a profitable crown biomass of 87.0 kg was reached; 54.7 kg of fascicular bundle's biomass and 42.5 kg of aciculums. The designed technology is adapted for the biomass use and later transportation to the industry, chord with the current level of Agroforestry Companies's mechanization in territory object of the study.

Key words: crown biomass, estimation, alcoholic extract with biological activity.

INTRODUCCIÓN

Según Bailey (1970), un conocimiento del potencial de residuos en las áreas completamente taladas es esencial para la supervisión y monitoreo adecuado de las áreas aprovechadas y para la planificación de su aprovechamiento integral con diferentes fines. En Cuba, en el tema de pronóstico de biomasa forestal para su aprovechamiento, sobresalen los estudios

realizados por el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales durante más de tres décadas de trabajo, en las especies *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis* (Vidal, 1995, 2017a y 2017b), *Eucaliptus saligna* Smith y *Eucaliptus pellita* F. Muell. (Rodríguez, 1999), *Casuarina equisetifolia* Forst (Benítez, 2006) y *Pinus maestrensis* Bisse (Toirac, 2014).

Todos estos resultados fueron integrados e implementados en la producción a partir del “Método multipropósito de estimación de biomasa de copa para diversos fines económicos y ambientales” (Vidal *et al.*, 2012 y Vidal *et al.*, 2017), el cual abarca las especies de mayor manejo económico incluidas dentro de los Planes de Desarrollo del Sector Forestal a nivel nacional, el cual permite el cálculo de la biomasa en pie, sus pérdidas dentro del proceso tecnológico de su aprovechamiento y finalmente estimar la biomasa aprovechable para su empleo en diversos fines.

En la práctica el método descrito anteriormente requiere ser compatibilizado con las cifras directivas de los Planes Operativos de aprovechamiento forestal de las empresas agro-forestales del país, y hacerlo hasta la unidad productiva más pequeña, la brigada de aprovechamiento. Esto da la posibilidad de compatibilizar el potencial de biomasa foliar aprovechable que genera la extracción diaria de madera con el posible nivel de asimilación diario requerido por la planta. Estos elementos, unidos al estudio de la demanda de este producto en el mercado, permitirá definir el tamaño óptimo de cualquier planta procesadora del follaje que se planifique adquirir para la obtención de extracto alcohólico biactivo y aceites esenciales.

Atendiendo a todo lo antes expuesto, el presente estudio tiene como objetivos principales definir la biomasa aprovechable de copa de *Pinus caribaea* obtenida por metro cúbico de madera de fuste extraída del bosque y acopiada en el acopiadero superior diariamente, y diseñar una tecnología adecuada para su aprovechamiento y posterior entrega a las plantas procesadoras proyectadas, acorde con el nivel actual de mecanización existente en las empresas agroforestales enmarcadas en los municipios estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales

El área objeto de estudio se encuentra en suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillo Rojizos Lixiviados, entre 150 y 160 msnm, dentro de un relieve accidentado, con un nivel de precipitaciones de 1765-1780 mm y una temperatura media anual

de 25 °C (Hernández, 1975). Las principales características técnicas y tecnológicas tenidas en cuenta en las áreas evaluadas se definieron en función de las indicaciones del “Manual de Procedimiento para el Aprovechamiento de Impacto Reducido de los Bosques de Cuba” (García *et al.*, 2012):

- Categoría de bosque: Productor.
- Formación boscosa: Pinar.
- Plantación y/o Bosque natural: Plantación
- Composición arbórea: 10 Pc.
- Tipo de relieve: Accidentado.
- Tipo de suelo en base a su capacidad de carga: Bueno.
- Clasificación del terreno por su rugosidad: Muy fino.
- Tipo de suelo en base a su resistencia: Resistentes.
- Distancia media de acopio de la madera: 210 m.
- Pendiente media del área: 20 %.
- Método de entrega de la madera a la industria: Fustes enteros.
- Método de entrega de la biomasa foliar de copa a la planta: Manojos fasciculares.

Objetivo 1. Cuantificación de la biomasa aprovechable de copa de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en función de la tecnología empleada

Materiales: Se emplearon cintas métricas de 25 m de largo, forcípulas, pie de rey, balanza de 50 kg de capacidad, mantas de sacos de yute, tablillas y modelos para la captación de los datos de campo y medios y sistemas automatizados de cómputo para el procesamiento de los datos.

Método: Se estudió el proceso de acopio de los árboles enteros por jornadas, que comprende desde el acopio de los árboles enteros en las áreas de tala, en forma de paquetes, hasta su posterior traslado hasta el acopiadero superior, empleando para ello un tractor acopiador de esteras. El número de jornadas necesarias a evaluar se calculó por la fórmula $N = (Cv \cdot t)^2 / E^2$, donde N = Número de jornadas necesarias a evaluar; Cv = Coeficiente de variación; t = Valor de Student para un nivel de significación del 90 % y E = Error máximo admisible propuesto del 10 %. El procesamiento de todos los datos de campo captados se realizó de forma automatizada, a partir del programa estadístico Statgraphics Plus, versión 5.1.

El estudio se centró en la definición de la biomasa de copa que llega al acopiadero superior por jornada y por metro cúbico de madera de fuste acopiada, con vista a definir indicadores que faciliten la estimación de esta biomasa a partir de los volúmenes de madera que las brigadas de aprovechamiento producen diariamente como promedio.

Para ello se empleó el método cuantitativo-cualitativo propuesto por Vidal (1995), definiendo en cada caso los siguientes elementos: tamaño de muestra requerido, nivel medio de la productividad en el acopio diario de la madera de fuste en el acopiadero superior, número de árboles por paquetes, número de paquetes, número de jornadas, número de paquetes por jornadas, diámetro medio de los árboles por paquete, longitud media de los árboles por paquete, volumen total de madera de fuste acopiada por jornada, volumen total de madera de fuste acopiada por paquete, peso y porcentaje total de ramas por jornada y por rangos diamétricos, peso total de acículas por jornada, peso total de manojos por jornada, ramas por metro cúbico de madera total de fuste acopiado, acículas por metro cúbico de madera total de fuste acopiado, manojos/m³ de madera total de fuste acopiado, contenido de la masa maderable y de la masa foliar de los manojos y su relación masa foliar-masa maderable, masa volumétrica de las ramas y la masa volumétrica de los manojos.

El cálculo del volumen de madera del fuste se determinó por las tablas de Gra *et al.* (1990), la biomasa de copa en pie por las tablas de Vidal *et al.* (2012) y Vidal *et al.* (2017a) y las pérdidas tecnológicas de la biomasa foliar y maderable de copa por las tablas de Vidal *et al.* (2017).

Objetivo 2. Propuesta de tecnología para el aprovechamiento madera-biomasa de copa

Materiales: Los elementos básicos empleados para el diseño de la tecnología de aprovechamiento de esta materia prima fueron el Plan Operativo 2017 de las Empresas Agro-Forestales La Palma, Minas de Matahambre y Guanés y sus correspondientes cartas tecnológicas, y el listado del parque de maquinarias e implementos existentes en dichas empresas

Método: Los materiales citados anteriormente fueron estudiados para conocer las características edafoclimáticas en que se ejecuta el

aprovechamiento, su nivel de mecanización y el nivel medio diario de entrega a la industria de madera de fuste.

La tecnología propuesta requiere la modificación de las carretas agrícolas tradicionales que se comercializan en el país para adaptarlas a la transportación del follaje, en forma de manojos fasciculares, hasta la planta programada emplearse. En tal sentido se diseñó en la Unidad Científico-Técnica de Base Estación Agroforestal de Camagüey una carreta-remolque con las características similares a la construida por Imeca, pero acondicionando su estructura a las condiciones reales de trabajo en la actividad agroforestal. La propuesta concreta se basa en los siguientes aspectos:

Primero: Fabricar una carreta remolque que posea las mismas dimensiones de alto, ancho y largo que la fabricada por Imeca, pero con una tapa trasera basculable para que el material foliar que se cargue en ellas no se derrame.

Segundo: Colocarle un balcón para facilitar el cargue manual de los contenedores llenos de manojos fasciculares, pero con la posibilidad de cerrarlo una vez culminada esta operación, dejando un despeje de 40 cm como mínimo entre su base y el NTN.

Tercero: Sujecionar el sistema de volteo en la parte frontal delantera de la carreta, lo que permite que las distancias de recorrido de los líquidos, mangueras, tuberías, válvulas y otros elementos se hallen más cerca del control y de la bomba, logrando con ello una mayor eficiencia técnico explotativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1. Cuantificación de la biomasa aprovechable de copa de *Pinus caribaea*, en función de la tecnología empleada

La tecnología de aprovechamiento empleada en las empresas objeto de estudio se caracteriza por la entrega a la industria de fustes enteros, alcanzándose una productividad promedio de 17,2 m³/jornada, equivalente a 1491,0 kg de ramas, 934,7 kg de manojos y a 722,9 kg de acículas, lo que representa 87,0 kg de ramas por metro cúbico de madera de fuste, 54,7 kg de manojos y 42,5 kg de acículas, respectivamente. El contenido medio de masa maderable de los ma-

nojos es del 22,1 %, y el contenido medio de masa foliar del 77,9 %, siendo la relación media masa foliar masa maderable de 3,5. El error medio de muestreo obtenido para cada uno de los parámetros evaluados descritos anteriormente fue menor del proyectado (10 %), y osciló entre el 0,8 y 8,47 %, y en el caso específico de la biomasa foliar/m³ de madera de fuste acopiado en el acopiadero superior fue del 3,2 %, elementos que reflejan la precisión del análisis efectuado (véase *Anexo 1*). Similares resultados obtuvo Vidal (1995) en las localidades de Minas de Matahambre, Viñales y de Guane, provincia de Pinar del Río.

Los residuos maderables de copa de *P. caribaea* tienen una buena aptitud para formar aglomerados con cemento para su empleo en la construcción de viviendas (Velázquez *et al.*, 2018) y también para la elaboración de carbón vegetal (Guyat *et al.*, 2018).

Objetivo 2. Propuesta de tecnología para el aprovechamiento madera-biomasa de copa (véase Fig. 1)

- Tala de los árboles con motosierra Sthill. (1 operador de motosierra con su ayudante).
- Acopio de los árboles enteros en paquetes hasta el acopiadero superior, con tractor acopiador de esteras TDT-55 A o TT4M u otros similares (1 operador y 2 ayudantes).
- Desrame de los árboles enteros en el acopiadero superior, con motosierra Sthill. (1 operador)

- Preparación de los manojos fasciculares con machete, su envasado en contenedores de 30 kg de capacidad y cargue a la carreta del tractor de forma manual (se adicionan 2 obreros a la brigada extractiva).
- Cargue de los paquetes de fustes enteros a los camiones, en el acopiadero superior, con tractor cargador frontal PL 2 u otros similares (1 operador).
- Transportación de los fustes enteros hacia la industria con camiones MAZ 509 con remolques TMZ 9381 u otros similares (1 operador).
- Transportación de los manojos fasciculares y ramas hasta la planta procesadora en carretas-remolques, tirada de tractor sobre neumáticos (se adiciona 1 operador de tractor).

La brigada propuesta puede encargarse del aprovechamiento de la madera y de la biomasa de copa y para ello solo tendría que incluir tres obreros más dentro de la estructura tradicional de las brigadas extractivas de madera empleadas en la provincia, o constituir una brigada independiente que solo se dedique al aprovechamiento y entrega a la planta de los manojos y de las ramas, una vez concluido el proceso de extracción de la madera de fuste. En ambos casos se requiere incluir dentro de la brigada extractiva un tractor sobre neumáticos con dos carretas-remolques: una para los manojos y la otra para las ramas (véase *Fig. 1*).

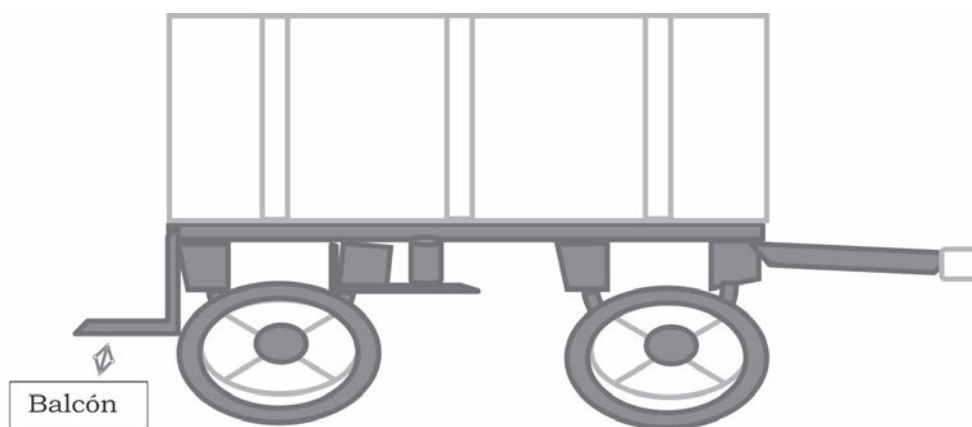


Figura 1. Carreta para follaje (tracción mecanizada y sistema de levante hidráulico).

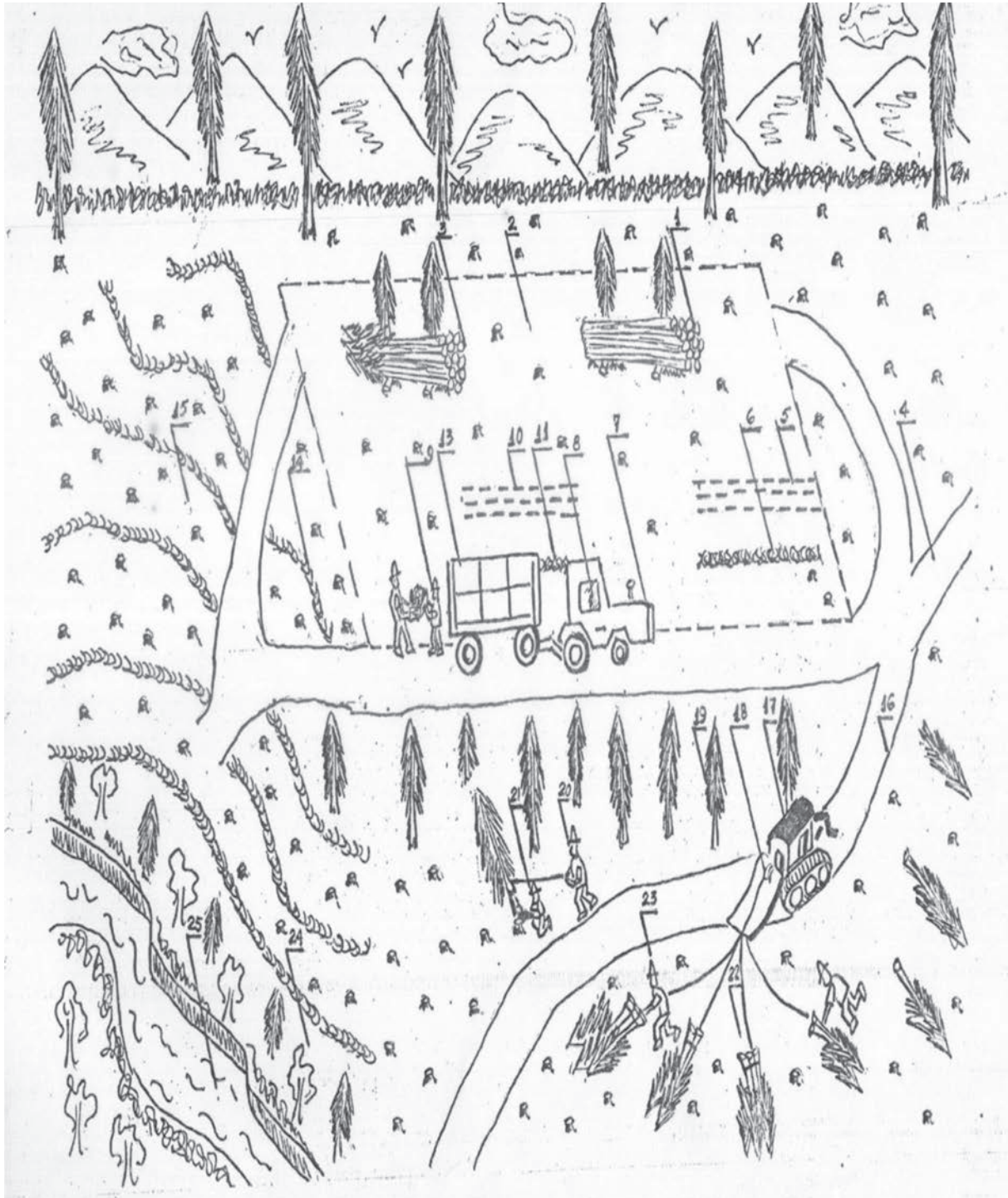


Figura 2. Esquema ilustrado del aprovechamiento integral madera de fuste-biomasa de copa.

Leyenda 1: paquete de fustes acopiados; 2: área de acopio; 3: paquete de árboles enteros acopiados; 4: camino principal; 5: ramas acopiadas; 6: manojos fasciculares acopiados; 7: tractor MTZ-80; 8: operador de tractor; 9: obreros cargando los contenedores de manojos a la carreta; 10: ramas acopiadas; 11: manojos fasciculares acopiados; 12: contenedores de manojos; 13: carreta agrícola; 14: barrera de residuos de biomasa a curvas de nivel; 15: faja aprovechada; 16: vía de acopio; 17: tractor de acopio TDT-55A; 18: plataforma del tractor TDT-55A; 19: árbol en pie; 20: ayudante de operador de la motosierra; 21: operador talando; 22: amarre de paquetes de árboles enteros; 23: amarrador; 24: faja protectora; 25: arroyo.

CONCLUSIONES

- La biomasa media maderable de copa, de manojos y foliar aprovechable de *Pinus caribaea*, obtenidas por metro cúbico de madera de fuste acopiada en el acopiadero superior diariamente por parte de las brigadas de aprovechamiento forestal, resultó de 87,0 kg, 54,7 kg y 42,5 kg, respectivamente.
- Las cifras descritas anteriormente pueden ser empleadas como indicadores técnicos confiables para la estimación de estas biomásas a partir del conocimiento de los metros cúbicos de madera de fuste que las brigadas de aprovechamiento alcanzan diariamente como promedio.
- La tecnología propuesta, en sus dos variantes, es adecuada para el aprovechamiento de la biomasa foliar de copa para la obtención de aceites esenciales y extracto alcohólico biactivo, en función con el nivel actual de mecanización existente.
- Las adaptaciones propuestas para la carreta-remolque producida por Imeca, en la transportación de los manojos fasciculares y de la biomasa maderable de copa, hasta las plantas de procesamiento son de fácil ejecución en cualquier taller de la provincia.
- La biomasa maderable de copa, material residual obtenido en el aprovechamiento del follaje, puede emplearse como parte del potencial de portadores energéticos requerido por la planta propuesta para la obtención de extracto alcohólico biactivo y aceites esenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- Bailey, G.H. 1970. A Simplified Method of Sampling Logging Residue. *The Choonible (CA)* 46(4):1-7.
- Benítez, J.Y. 2006. Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst de la provincia de

Camagüey. 222 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales)-- Universidad de Pinar del Río, Cuba.

García, J.M., Vidal Corona, A., Herrero, J.A., Batista, E. 2012. Manual de procedimiento para el aprovechamiento de impacto reducido de los bosques de Cuba. La Habana. Dirección Forestal Minag. 111 p.

Gra, H., Vidal, A., Montalvo, J.M., Nacimiento, J. 1990. Tablas dasométricas de *Pinus caribaea*. Informe técnico. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 28 p.

Guyat, M.A., Vidal, A.M., Rodríguez, J. 2018. Biomasa de copa de *Pinus caribaea* var. *caribaea* para la Producción de carbón vegetal. Informe técnico. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 42 p.

Hernández, A. 1975. II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. *Agricultura (CU)* 3(1):47-69.

Rodríguez, J. 1999. La estimación de la biomasa verde de copa de *Eucaliptus saligna* Smith y *Eucaliptus Pellita* F. Muell. 80 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales)-- (Inédita). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Velázquez, D., Vidal, A.M., Rodríguez, J. 2018. Biomasa de copa de *Pinus caribaea* var. *caribaea* para la Producción de aglomerados con cemento. Informe técnico. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 42 p.

Vidal, A., et al. 2011. Compendio de tablas para la determinación de la biomasa de copa de especies forestales. En: 5to Congreso Forestal de Cuba Abril/2011 [En línea] [Consulta 1 de octubre 2012]. PDF. Disponible en: http://bva.fao.cu/pub_doc/FORESTALES/Revista Especial 2011

Vidal, A. M. 1995. Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de la biomasa de copa de coníferas de la provincia de Pinar del Río. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales)-- Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Vidal, A. M., Toirac, W., Rodríguez, J. 2017. Método multipropósito de estimación de biomasa de copa de especies forestales para diversos fines. *Memorias 7 Congreso Forestal de Cuba*. ISBN 978-959-7215-29-5.

Vidal, A.M., Toirac, W., Rodríguez, J. 2017^a. Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de *Pinus tropicalis* Morelet. (Inédito).

Vidal, A. M; Toirac, W; Rodríguez, J. (2017b) Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. (Inédito).

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Alberto M. Vidal Corona

Doctor en Ciencias Forestales, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de la Industria de la Madera y Silvicultura. Ha impartido cursos de posgrado y diplomado, y participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis cuantitativo de la biomasa aprovechable de copa en función de la tecnología empleada, por municipios. Especie: *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Indicadores evaluados	Unidad de medida	Entrega a la industria de fustes enteros				
		Viñales	Guane	La Palma	Minas	Media P.
Número de árboles	Uno	1003,0	997,0	1151,0	1002,0	1038,3
Número de paquetes	Uno	160,0	172,0	164,0	160,0	164,0
Número de jornadas	Uno	19,0	20,0	21,0	19,0	19,8
Número de paquetes por jornadas	Uno	8,42	8,6	7,8	8,4	
Número de árboles por paquete	Uno	6,26	5,8	7,0	6,3	6,3
Diámetro medio por paquete	cm	24,8	25,1	22,9	23,9	24,2
Longitud media por paquete	m	16,5	16,8	15,8	16,8	16,5
Volumen total de madera de fuste por jornada	m ³	18,5	18,6	15,3	16,4	17,2
Volumen total de madera de fuste por paquete	m ³	2,19	2,2	2,0	1,9	2,1
Peso y por ciento total de ramas por jornada y por rangos dimétricos:	kg y %					
• Peso total de ramas	kg	1678,0	1516,8	1551,8	1217,2	1491,0
• Por ciento total de ramas	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100
• Ramas con diámetro < de 0,7 cm	kg	17,1	26,8	25,0	18,7	21,9
• Ramas con diámetro < de 0,7 cm	%	1,06	1,8	1,6	1,54	1,5
• Ramas con 0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	kg	623,1	531,6	544,9	456,6	539,1
• Ramas con 0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	%	37,2	35,0	35,1	37,52	36,2
• Ramas con 2,51 ≤ diámetro ≤ 4,0 cm	kg	453,2	388,7	466,7	312,8	405,4
• Ramas con 2,51 ≤ diámetro ≤ 4,0 cm	%	27,00	25,6	30,1	25,69	27,1
• Ramas con diámetro > 4,0 cm	kg	584,6	569,7	515,2	429,1	524,7
• Ramas con diámetro > 4,0 cm	%	34,74	37,6	33,2	35,25	35,2
Peso total acículas por jornada	kg	845,90	752,8	867,10	425,70	722,9
Biomasa de copa/jornada:						
• Ramas/m ³ de madera total de fuste acopiada	kg	90,7	81,54	101,4	74,2	87,0
• Acículas/m ³ de madera total de fuste acopiada	kg	45,7	40,5	56,7	27,2	42,5
• Manojos/m ³ de madera total de fuste acopiada	kg	57,9	51,2	74,5	35,1	54,7
Peso total de manojos por jornada	kg	1070,3	952,3	1140,0	576,2	934,7
Descomposición de los manojos:						
• Contenido de masa maderable	%	21,1	20,9	23,9	22,5	22,1
• Contenido de masa foliar	%	78,9	79,1	76,1	77,5	77,9
• Relación masa foliar masa maderable	uno	3,7	3,8	3,2	3,4	3,5
Masa volumétrica de los manojos:	kg/m ³	154,7	154,7	154,7	154,7	154,7
Masa volumétrica de las ramas:	kg/m ³	272,1	272,1	272,1	272,1	272,1

Anexo 2. Error de muestreo obtenido para cada parámetro evaluado, en función de la tecnología empleada. Especie: *Pinus caribaea* var. *caribaea*

No.	Parámetros evaluados	Error de muestreo				
		Viñales Guane La Palma Minas Prov. P. R				
1	Diámetro en la base (cm)	1,14	1,31	2,34	1,23	0,81
2	Diámetro a la altura del pecho (cm)	1,07	1,17	2,33	1,24	0,8
3	Largo del fuste (m)	1,29	1,37	4,47	2,30	1,32
4	Volumen de madera por árbol (m ³)	2,21	2,05	3,55	2,73	1,38
5	Distancia de acopio recorrida en cada viaje (m)	8,12	8,32	8,47	8,12	4,13
6	Pendiente media por cada viaje (%)	7,64	7,37	7,70	7,64	3,79
7	Peso calculado de ramas en pie (kg)	1,71	2,04	3,71	2,65	1,63
8	Pérdidas de ramas (kg/m ³)	4,25	4,30	5,26	5,42	2,58
9	Peso real de ramas (kg)	2,11	2,35	3,97	2,50	1,73
10	Relación ramas volumen de madera de fuste (kg/m ³)	1,55	1,56	2,16	1,51	1,21
11	Distribución de la madera de las ramas por surtidos (cm):	3,92	3,71	5,50	2,47	2,61
	0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	2,27	5,73	3,82	1,31	2,12
	0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	4,34	2,32	4,34	2,55	2,12
	2,51 ≤ diámetro ≤ 4,0 cm	2,06	2,33	3,93	2,74	1,67
	diámetro > 4,0 cm					
12	Peso calculado de acículas en pie (Kg)	1,61	4,89	2,15	2,92	2,70
13	Pérdidas de acículas (kg/m ³)	4,27	5,18	5,22	5,61	3,27
14	Peso real de acículas (kg)	4,39	7,18	5,49	4,30	3,45
15	Peso real de manojos (kg)	4,40	7,18	5,49	4,31	3,45
16	Relación acículas volumen de madera de fuste (kg/m ³)	4,25	7,07	4,34	4,02	3,20
17	Relación manojos volumen de madera de fuste (kg/m ³)	4,25	7,07	4,34	4,02	3,20