

Cuantificación de la potencialidades biomasa de follaje y ramas de *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb.

Quantification of the potentialities foliage biomass and branches of *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb.

Autores: Ing. Maddiel Viquillón-Grecesqui¹, Dr. C. Wilmer Toirac-Arguelle², Dr. C. Arlety Ajete-Hernández², Dr. C. Yuris Rodríguez-Matos³.

Organismo: Empresa Agroforestal de Baracoa, Guantánamo, Cuba¹. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Baracoa, Guantánamo, Cuba². Universidad, Facultad Agroforestal, Guantánamo, Cuba³.

E-mail: ftalbcoa@enet.cu, eeafbaracoa@forestales.co.cu, yurism@cug.co.cu

Resumen.

El estudio se desarrolló en el patrimonio de tres Unidades Silvícolas pertenecientes a la Empresa Agroforestal Baracoa en los meses comprendidos entre enero y octubre 2015, con el objetivo de cuantificar las potencialidades de biomasa de follaje y ramas de *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb, para la obtención de la caracterización general del patrimonio por unidades y descripción de las plantaciones de la especie en estudio como superficie, volumen, diámetro y altura media por rodal. Se revisó el "Proyecto de organización y desarrollo de la economía forestal 2008-2017", y mediante el uso de la tabla de biomasa aérea para la especie se cuantificó la biomasa de follaje y ramas. Se determinó que en las tres unidades evaluadas no existe una distribución adecuada de número de árboles por hectárea y que la Unidad Silvícola "Combate de Sabanilla" presenta las mayores potencialidades de biomasa forestal.

Palabras clave: biomasa forestal; plantaciones; *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb.

Abstract.

The study was developed in the patrimony of three Forest Units belonging to the Agroforestal Enterprise Baracoa in the months between January and October 2015, with the objective of quantifying the potentialities of foliage biomass and branches of *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb, for the obtaining of the general characterization of the patrimony for units and description of the plantations of the species in study as surface, volume, diameter and half height for rodal. It was revised the "Organization and development project of the forest economy 2008-2017", and by means of the use of the chart of air biomass for the species was quantified the foliage biomass and branches. It was determined that in the three evaluated units an appropriate distribution of number of trees doesn't exist for hectare, and that the Forest Unit "Combate de Sabanilla" presents the biggest potentialities of forest biomass.

Keywords: forest biomass; quantification; plantations; *Pinus cubensis*. Sarg. ex Grises.

Introducción.

Históricamente la biomasa forestal y los residuos de los cultivos agrícolas, han sido extensamente utilizados para la producción de calor (como combustible para hogares residenciales, panaderos, herreros). Durante el siglo XX, ha sido fuente de materias primas para la industria química a partir de la destilación de la madera. La biomasa también es un componente importante para la construcción, y es un material de elevado interés económico para la industria de muebles (Martínez, 2009).

Toirac (2014) refiere que la biomasa suele definirse por diferentes autores como: "cantidad total de materia viva presente en un sistema biológico o capacidad de los ecosistemas para acumular materia orgánica, también la definen como total de materia orgánica sobre el suelo de los árboles; materia orgánica seca o energía contenida en un organismo viviente; masa total de organismos vivos; fracción biodegradable de los productos, los desechos y los residuos de la agricultura de la silvicultura y de la industria," Además explica que la estimación de la biomasa y su conocimiento constituye una herramienta silvícola, mediante la cual se pueden caracterizar los productos forestales no maderables o predecir la producción de madera, las intervenciones silvícolas a corto, mediano y largo plazo y la cantidad de carbono retenido, fijado o liberado a la atmósfera por especies, unidad de superficie o área.

El uso del peso para expresar la cantidad de productos forestales y ahora, la necesidad de medir la biomasa de rodales, ha impulsado el desarrollo de métodos para estimar el peso de los árboles en pie. Se puede realizar la estimación de peso directamente si existen funciones previamente desarrolladas y si no existen se puede convertir estimaciones de volúmenes a peso. Para preparar funciones de peso se utilizan los mismos modelos usados para la construcción de tablas de volumen (Bertram, 2001).

En los últimos tiempos la necesidad de la estimación racional e integral de toda la biomasa forestal aprovechable, así como la predicción de los incrementos potenciales de la misma, se han convertido en un importante aspecto a tener en cuenta dada la enorme cantidad de alternativas de su uso, tanto dentro de la planificación productiva como de sus posibilidades de desarrollo científico técnico (Ritchie y Hann, 1990).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la potencialidades de la biomasa de follaje y ramas existentes de *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb en la Empresa Agroforestal Baracoa.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en los bosques plantados de *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb de la Empresa Agroforestal Baracoa, en las Unidades Silvícolas de Cayo Güin, Baracoa y Combate de Sabanilla en los meses comprendidos entre enero y octubre 2015.

Según Rodríguez *et al.* (2009), la empresa está ubicada en la parte norte del extremo más oriental de la provincia Guantánamo, entre los 74° 29' 19" Longitud oeste y los 20° 19' 55"

Latitud norte, limita al norte con el Océano Atlántico; al sur con la Empresa Agropecuaria Imías; al este con la Empresa Municipal Agropecuaria (EMA) Maisí y al oeste con el Parque

Nacional “Alejandro de Humboldt”. El manejo del patrimonio de la empresa es realizado a partir de la subdivisión de todo el territorio en cuatro unidades silvícolas: Cayo Güín, Los Cedrones, Baracoa y Combate de Sabanilla (figura 1).



Figura 1. Ubicación de la Empresa Agroforestal Baracoa. Fuente: Ajete (2014).

Un 95% de la superficie de la empresa es montañosa, con pendientes mayores de 15%. Las alturas oscilan entre la cota cero y los 700 metros sobre el nivel del mar (msnm), encontrándose las menores de 100 msnm en la franja costera. Existe una amplia cobertura de suelos que se clasifican según su génesis en nueve grupos genéticos: Ferrítico Rojo, Ferralítico Rojo, Ferralítico Amarillento, Fersialítico Rojo Parduzco, Fersialítico Pardo Rojizo, Pardo con Carbonatos, Pardo sin Carbonatos, Aluvial y Esquelético (Rodríguez *et al.*, 2009). La media de la temperatura para todo el territorio es de 26,80 °C, con precipitación promedio anual de 2 000 mm (ONE, 2012).

Los datos obtenidos de la empresa fueron suministrados por el Departamento de Ordenación a partir del “Proyecto de organización y desarrollo de la economía forestal 2008-2017” (Rodríguez *et al.* 2009) y para conocer los cambios o manejos realizados se analizó la Dinámica Forestal (2013), los datos comprenden una caracterización general del patrimonio por unidades (Tabla 1) y una descripción de las plantaciones de la especie en estudio como superficie, volumen, diámetro y altura media por rodal.

Tabla 1. Caracterización general del patrimonio por unidades.

Unidad Silvícola	Superficie (ha)	Plantaciones establecidas (ha)
Baracoa	12 750,9	481,1
Cayo Güín	6 172,2	142,7
Combate de Sabanilla	7 212,8	1 092,3

Para la cuantificación de la biomasa de follaje y ramas de *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb, se utilizaron las tablas de biomasa aérea para la especie obtenidas por Vidal *et al* (2011).

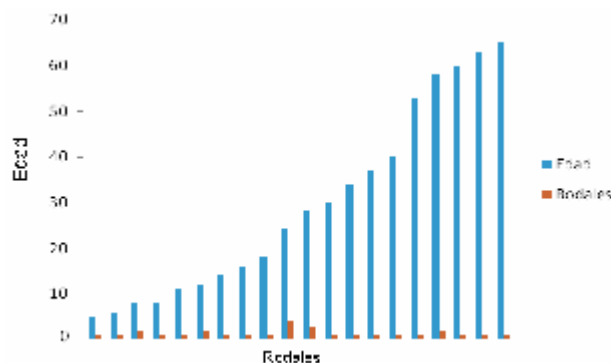
Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en la cuantificación de la producción de biomasa de follaje y ramas de *Pinus cubensis*. Sarg. ex Griseb en la Empresa Agropecuaria Baracoa por unidad se muestran a continuación.

Unidad Silvícola Cayo Güin

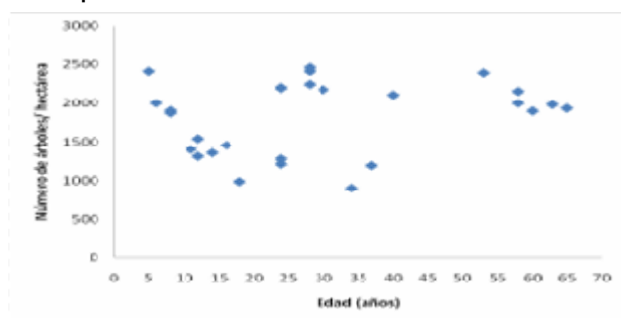
En la figura 2, se muestra que las edades de los rodales se encuentran en el rango de 5 a 65 años, siendo las edades de 24 y 28 las de mayores frecuencia, con una representación de cuatro y tres rodales respectivamente, el resto de las edades se encuentran respresentadas en uno y dos rodales, resultados que corroboran lo planteado por autores como Alder, (1980); Parde y Bouchon, (1994) y Vidal, (1995), que plantean que en los inventarios forestales las clases diamétricas inferiores y superiores están presente en menor cuantía.

Figura 2. Número de rodales por edad.



La figura 3 muestra el número de árboles por edad, el número de árboles por hectárea se encuentra entre 900 y 2 460. El rodal con edad de 28 años es el de mayor representación de árboles/ hectáreas. En la figura se aprecia que no existe una distribución adecuada de número de árboles por hectárea, es de esperarse una mayor representación en las primeras edades dado que según la silvicultura (Alvarez y Varona, 2006), en estas primeras edades las árboles se encuentran en la etapa juvenil de brinzal a latizal donde los tratamientos van encaminados a la formación de fuste de calidad, rectos y sin nudos para lo que se requiere determinada densidad de individuos.

Figura 3. Número de árboles por edad.



La estimación de la biomasa a partir de los datos de los rodales obtenidos se muestra en la Tabla 2, está determinada por el diámetro medio, la sumatoria de los rodales y el número de árboles.

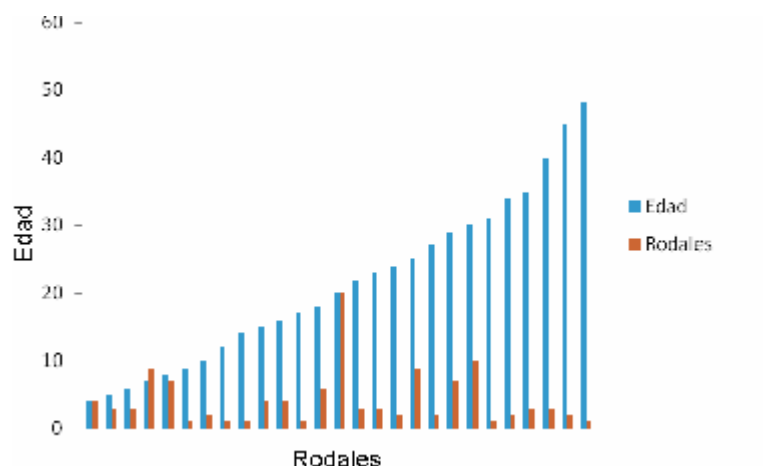
Tabla 2. Cuantificación de la biomasa de follaje y rama.

Diámetro medio	Sumatoria de los rodales	Sumatoria de los árboles	Follaje verde	Follaje seco	Rama verde	Rama seca
4	1	2 410	45 06,7	2 916,1	2 867,9	2 072,6
6	6	12 843	40 198,59	26 199,72	29 667,33	21 319,38
8	3	5 790	26 518,2	17 254,2	22 870,5	16 443,6
10	7	11 744	72 695,36	47 210,88	71 873,28	51 791,04
12	2	3 565	28 306,1	18 395,4	31 585,9	22 744,7
14	1	1 309	12 841,29	8 351,42	15 917,44	11 453,75
16	3	4 273	50 378,67	32 731,18	68 538,92	49 353,15
20	1	4 136	66 424,16	43 179,84	105 881,6	76 226,48

Unidad Silvícola Sabanilla

La figura 4 muestra que la edad de los rodales se encuentran en el rango de 4 a 48 años, siendo la edad 20 la de mayor frecuencia, representada en 20 rodales, las edades 12, 14, 17, 31 y 48 solamente están representadas en un solo rodal.

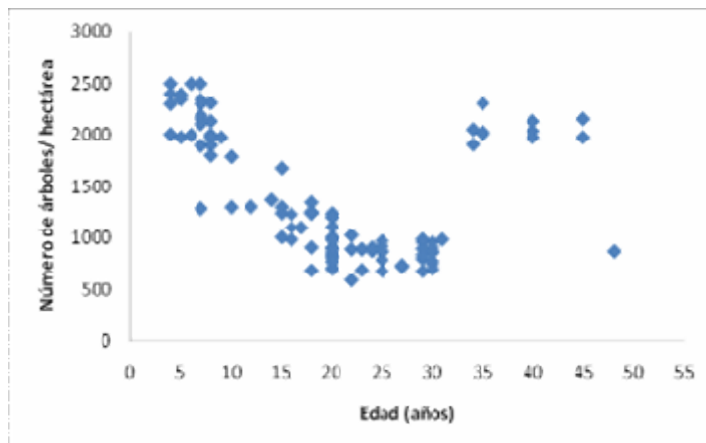
Figura 4. Número de rodales por edad.



La figura 5 muestra el número de árboles por edad, el número de árboles por hectárea se encuentran 590 y 2 500. El rodal con edad de 7 años la de mayor representación de árboles/hectáreas. En la figura se aprecia que no existe una distribución adecuada de número de árboles por hectárea, donde era de esperarse un menor número de árboles por hectárea en las edades superiores, según Alvarez y Varona, (2006), los tratamientos son necesarios para propiciar el espaciamientos necesario para los árboles que se dejan en pie en la etapa de latizal y fustal bajo hasta medio, estos autores refiriendose a Samek, (1967), plantean que en

rodales cuidados de *Pinus cubensis* la relación de diámetro y altura de los árboles sería de 400 árboles por hectárea, con 30 cm de $d_{1.30}$ y 19 m de altura.

Figura 5. Número de árboles por edad.



La estimación de la biomasa a partir de los datos de los rodales obtenidos se muestra en la Tabla 3, está determinada por el diámetro medio, la sumatoria de los rodales y el número de árboles.

Tabla 3. Cuantificación de la biomasa de follaje y rama.

Diámetro medio	Sumatoria de los rodales	Sumatoria de los árboles	Follaje verde	Follaje seco	Rama verde	Rama seca
4	7	16 186	30 267,82	19 585,06	19 261,34	13 919,96
6	8	16 172	50 618,36	32 990,88	37 357,32	26 845,52
8	5	9 080	41 586,4	27 058,4	35 866	25 787,2
10	8	16 723	103 515,37	67 226,46	102 344,76	73 748,43
12	7	10 014	79 511,16	51 672,24	88 724,04	63 889,32
14	13	15 544	152 486,64	99 170,72	189 015,04	136 010
16	22	25 931	305 726,49	198 631,46	415 933,24	299 503,05
18	19	20 307	281 861,16	183 169,14	416 699,64	299934,39
20	9	8 503	136 558,18	88 771,32	217 676,8	156 710,29
22	10	9 419	172 744,46	112 274,48	294 720,51	212 210,07
24	3	3 422	70 835,4	46 060,12	128 632,98	92 633,54
26	2	1 450	33 553	21 808	64 568,5	46 487
32	1	690	21341,7	13 875,9	47 713,5	34 355,1

Unidad Silvícola Baracoa

La figura 6 muestra que la edad de los rodales se encuentran en el rango de 4 a 45 años, siendo la edad 30 la de mayor frecuencia representada en 8 rodales, las edades 21, 22, 23, 25, 33 y 34 solamente están representadas en un solo rodal.

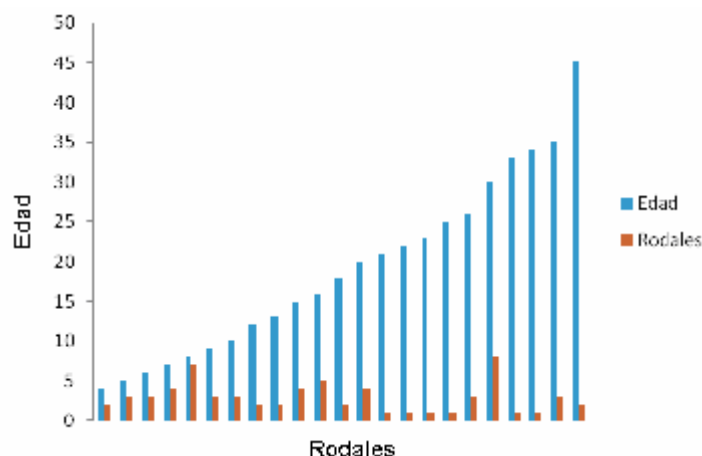


Figura 6. Número de rodales por edad.

La figura 7 muestra el número de árboles por edad, el número de árboles por hectárea se encuentran 545 y 2500. El rodal con edad de 5 años la de mayor representación de árboles/hectáreas. En la figura se aprecia que no existe una distribución adecuada de número de árboles por hectárea, donde era esperarse un menor número de árboles por hectárea en las edades superiores.

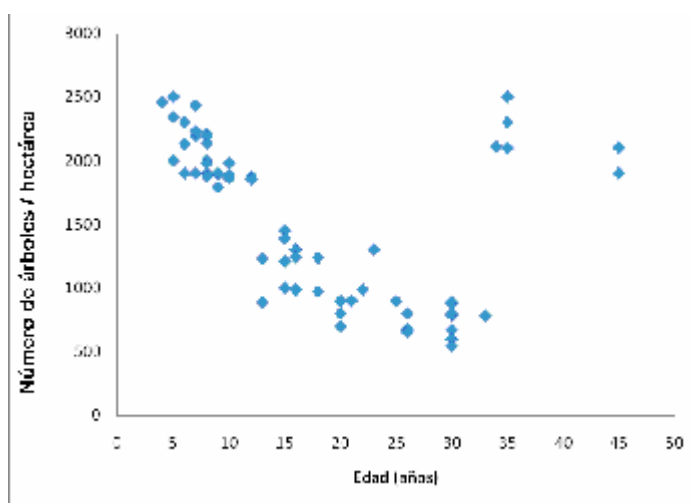


Figura 7. Número de árboles por edad.

La estimación de la biomasa a partir de los datos de los rodales obtenidos se muestra en la Tabla 4, está determinada por el diámetro medio, la sumatoria de los rodales y el número de árboles.

A modo de resumen, se puede plantear que estudios similares a estos fueron realizados por autores como Vidal, (1995), en *Pinus caribaea* Morelet var. *Caribaea* y *Pinus tropicales* Morelet, Rodríguez, (1999), en *Eucaliptus saligna* Smith y *Eucaliptus Pellita* F. Muell, Benítez, (2006), en *Casuarina equisetifolia* Forst y Toirac, (2014) en *Pinus maestrensis*

Bisse; estos autores coinciden en que la cuantificación de la biomasa en las plantaciones es de gran importancia desde el punto de vista económica por la vinculación que tiene con la implementación de los planes de manejo y su relación con la planificación de las operaciones en el aprovechamiento forestal, permitiendo un ahorro de recursos, fuerza de trabajo, materiales y equipos económicamente importantes para las Empresas Agroforestales.

Tabla 4. Cuantificación de la biomasa de follaje y rama.

Diámetro medio	Sumatoria de los rodales	Sumatoria de los árboles	Follaje verde	Follaje seco	Rama verde	Rama seca
4	3	7 256	13 568,72	8 779,76	8 634,64	6 240,16
6	9	19 127	59 867,51	39 019,08	44 183,37	31 750,82
8	8	14 025	64 234,5	41 794,5	55 398,75	3 9831
10	4	7 810	48 343,9	31 396,2	47 797,2	34 442,1
12	10	14 549	115 519,06	75 072,84	128 904,14	92 822,62
14	3	4 309	42 271,29	27 491,42	52 397,44	37 703,75
16	9	7 343	86 573,97	56 247,38	117 781,72	84 811,65
18	7	8 790	122 005,2	79285,8	180370,8	129 828,3
20	4	4 569	73 378,14	47700,36	116966,4	84 206,67
22	6	5 812	106 592,08	69279,04	181857,48	13 0944,36
26	1	800	18512	12032	35624	25 648

Conclusiones.

En las tres unidades se aprecia que no existe una distribución adecuada de número de árboles por hectárea.

A partir de tablas de biomasa aérea se cuantificó la biomasa de follaje y ramas *Pinus cubensis* Griseb donde la Unidad Silvícola Combate de Sabanilla presenta los mayores potencialidades.

Bibliografía.

- Ajete, A. (2014). Medidas para la adaptación y mitigación del Cambio Climático en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Baracoa. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río, 99.
- Alder, D. (1980). Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. Estudios FAO Montes 22/2. Roma, Italia, 118.
- Álvarez, P., Varona, J. (2006). Silvicultura. Editorial Félix Varela. La Habana, 354.
- Benítez, J. Y. (2006). Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst de la provincia Camagüey. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias Forestales. Pinar del Río, 222.
- Bertram, H. (2001). Estimación del contenido de Carbono de los Bosques. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, del 18 al 20 de octubre. Valdivia, Chile, 9.
- Martínez, S. (2009). Evaluación de la biomasa como recurso energético renovable en Cataluña. Tesis Doctoral. Universitat de Girona. Disponible en www.tdx.cat/bitstream/10803/7920/1/tsml1de1.pdf.

- Oficina Nacional de estadística. (2012). Anuario Estadístico de Cuba. Capítulo Medio ambiente, 29-82. Disponible en <http://www.one.cu/aec2011/datos/02%20Medio%20Ambiente.pdf>
- Pardé, J., J. Bouchon. (1994). Dasometría. Edición Española traducida de la segunda edición de dendrometría "L Ecole National du Genie Rural des Eaux et des Forêts", Francia, 382.
- Ritchie, M.; D. W. Hann. (1990). Equations for predicting the 5- year height of six conifers in Southwest Oregon. Oregon State University. Research Paper, 54,12.
- Rodríguez, J. (1999). La estimación de la biomasa verde de copa de *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus Pellita* F. Muell. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales. UPR. Pinar del Río, Cuba, 40.
- Rodríguez, P. E., N. Noa, G. A. Leyva, B. Rodríguez. (2009). Proyecto de organización y desarrollo de la economía forestal 2008-2017. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de la Agricultura de Montaña. Empresa Forestal Integral. Baracoa, 57.
- Toirac, W. (2014). Estimación de la biomasa aérea total, carbono y nitrógeno retenido en plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse en la provincia Granma. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río, 94.
- Vidal, A. (1995). Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de la biomasa de copa de coníferas de la provincia Pinar del Río. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias Forestales. Pinar del Río, 101.
- Vidal, A.; J. Rodríguez; J. Y. Benítez y W. Toirac. (2011). Compendio de tablas para la determinación de la biomasa de copa de especies forestales. 5to. Congreso Forestal de Cuba. Disponible en http://bva.fao.cu/pub_doc/FORESTALES/Revista Especial.2011

Fecha de recibido: 11 abr. 2016
Fecha de aprobado: 10 jun. 2016