

PRODUCCIÓN DE BIOMASA AÉREA DE *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND EN SIETE LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE GRANMA

AERIAL BIOMASS PRODUCTION OF *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND IN SEVEN LOCALITIES OF GRANMA PROVINCE

DR. ANDRÉS LÓPEZ-MARTELL¹, DR. RAÚL R. FERNÁNDEZ-CONCEPCIÓN² Y DR. MODESTO GONZÁLEZ-MENÉNDEZ²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Carretera vía

Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, alopezm@guisa.inaf.co.cu

² Universidad de Pinar del Río Hermanos Saiz Montes de Oca. Centro de Estudios Forestales, Departamento Forestal. Calle Martí 270 Final, Pinar del Río, Cuba, C.P. 20100, teléf.: 48-779661, raulricardo@upr.edu.cu

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar las potencialidades de producción de biomasa aérea de *Bambusa vulgaris* con fines productivos se desarrollaron investigaciones en las localidades de Bartolomé Masó, Bayamo, Buey Arriba, Cauto Cristo, Guisa, Manzanillo y Río Cauto, que permitieron conocer el comportamiento de los componentes de dicha biomasa y el rendimiento. Para cada localidad se obtuvo una composición estructural que sirve de base para el manejo sostenible de la especie y la evaluación de la biomasa. El promedio de las relaciones entre las variables de desarrollo a nivel de empresa resultó ser el 14 % brotes: 43 % culmos verdes, 36 % culmos maduros, 7 % secos. La composición diamétrica de la especie tuvo proporciones favorables a los culmos verdes, al quedar agrupados el 100 % en la mayor categoría diamétrica, entre 6 y 12 cm, y el rendimiento promedio de la biomasa aérea de culmos verdes y maduros fue de 70,9 tha^{-1} .

Palabras claves: *Bambusa vulgaris*, biomasa, producción, comportamiento.

INTRODUCCIÓN

El bambú es una poaceae leñosa presente en las zonas tropicales y subtropicales, a menudo también en las templadas, que cuenta con más de 90 géneros y 1500 especies, de las que solo se han domesticado hasta ahora unas 50. Además de sus usos tradicionales en la construcción, la fabricación de muebles, la artesanía y la alimentación, el bambú es cada vez más aceptado

ABSTRACT

With the objective of making a sustainable handling of *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland specie with productive ends, researches were developed in: "Bartolomé Masó", "Bayamo", "Buey Arriba", "Cauto Cristo", "Guisa", "Manzanillo" and "Río Cauto" towns, to know the behavior of the main components of the production, and the yields. For each town an own structural composition was obtained that serves as bases for calculation and evaluation of sustainable management of the specie. The average of the specific relationships among grafts development variables at Enterprise level, turned out to be 14% sprout: 43% green culmos: 36% mature culmos: 7 % dry. Species diametric composition for each town had favorable proportions to the green culmos, 100% is grouped in the biggest diametric category, between 6 cm and 12 cm and average yield of air biomass production of green and mature culmos it was of 70, 9 tha^{-1} .

Key words: *Bambusa vulgaris*, biomass, production, behavior.

como un sucedáneo de la madera, rentable y amigable con el medio ambiente (FAO, 2005).

Los bambúes son plantas económicas y ambientalmente importantes que poseen multiplicidad de usos, con gran impacto económico, social, cultural, científico y ecológico. Los antecedentes relacionados con su utilidad se remontan a la

antigüedad, y han formado parte del largo proceso evolutivo de muchas civilizaciones, sobre todo en Asia, África, América Tropical y parte de Europa (Morán, 2005).

Las especies que son destinadas al comercio obtienen generalmente su madurez en cuatro o cinco años, y los brotes sucesivos cada dos años durante 120 años para ciertas especies e indefinidamente para otras.

El rendimiento del bambú constituye uno de los aspectos esenciales de su importancia económica. Está determinada en buena medida por el peso de los culmos y de las ramas, y juegan un papel importante en la producción de biomasa gracias a un aporte anual de $40,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (25 %), de esta producción para regiones tropicales y 50 % en las regiones subtropicales, dotado de una gran capacidad de adaptación (Tistl, 2004). Este recurso forestal da origen a una gama de productos que ya sobrepasan los 5000 en todo el mundo; unos son desarrollados a pequeña escala, a veces con fines de autoconsumo, y otros mediante procesos de transformación industrial llegan al mercado para usos masivos, con gran incidencia de forma notable en la economía de Asia, en particular en la República Popular China, y más del 90 % de dichos productos se relacionan con su biomasa aérea (Monge, 2004).

La biomasa de las especies de bambúes se han estimado por diferentes autores en función de la sumatoria de los pesos de rizomas, raíces, culmos, ramas y hojas, algunos de los cuales dependen directa o indirectamente de las magnitudes de sus indicadores dasométricos y de desarrollo; parte de esta biomasa determina la cantidad de materia orgánica que esta especie incorpora a los suelos, lo que define su gran capacidad de restauración de ecosistemas degradados; de ahí la importancia de conocer las potencialidades de estas producciones en las localidades que disponen de este recurso.

Según Zehui (2010), en el mundo existen 22,2 millones de hectáreas de bambúes, agrupadas en 88 géneros y 1400 especies, distribuidas extensivamente en el trópico y subtrópico; el 88 % de los cuales se concentran en 10 países de la región Asia-Pacífico y el sur de China, para totalizar 17 760 000 ha en esa región, donde

sobresalen la India, Myanmar y Japón, con 9,6; 2,2 y 3,1 millones de hectáreas, respectivamente, con 130; 90 y 230 especies en igual orden, que pertenecen a 24; 17 y 13 géneros.

Bambusa vulgaris es la especie más naturalizada en Cuba (Catasús, 1998; León, 1999 y Oviedo, 1998). Por esa razón aparece entre las especies priorizadas en las estrategias de plantaciones a escala comercial (Álvarez *et al.*, 2003).

La provincia de Granma posee distribuido en todo el patrimonio de la Empresa Agroforestal 875,1 ha de bambúes, de los que aproximadamente el 95 % pertenecen al género *Bambusa* y 857,6 ha son de la especie *Bambusa vulgaris*, que cumplen importantes roles productivos y ambientales donde el control del desarrollo y proyección del aporte de su biomasa es indispensable (Mojena, 2013).

Dicha especie presta importantes servicios ambientales, sobre todo en la lucha contra la erosión de los suelos, la corrección de las cárcavas y en las zonas de protección de ríos y arroyos, recomendada para ser ubicada en las primeras hileras de dichas fajas (Herrero 2003).

Además del uso intensivo de estas especies en Asia y África para diferentes aplicaciones, tienen potencialidades de empleo para las condiciones de Cuba como generador de energía, carbón vegetal y carbón activado, entre otras aplicaciones (Guyatet *et al.*, 2003).

Según Cruz (2009), los mayores reservorios de carbono reportados por el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) son la biomasa aérea, que representan entre el 60-90 % del total, las cuales coinciden con los aportes que hacen también las especies de bambúes. De ahí la importancia de conocer las potencialidades de producción de biomasa aérea de las localidades donde crecen y se desarrollan estas especies, toda vez que la mayor parte de sus productos derivados dependen de esa biomasa y del comportamiento de los indicadores dasométricos que lo determinan.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las potencialidades de producción de biomasa aérea generada por las plantaciones de *Bambusa vulgaris* en siete localidades de la provincia de Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron en las Unidades Empresariales de Base Silvícolas (UEB), en las localidades Bartolomé Masó, Bayamo, Buey Arriba, Cauto Cristo, Guisa, Manzanillo y Río Cauto entre los años 2012-2016, con una línea base de cierre de existencia de área en 2012 en la Empresa Agroforestal Granma.

La especie empleada fue *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, identificada coincidentemente por Catasús (2003) y Londoño (2006). Los indicadores de desarrollo se establecieron según la metodología de Betancourt (2007). El levantamiento de las parcelas temporales se realizó siguiendo la metodología del Manual Técnico de Bambú (Álvarez *et al.*, 2003).

La estructura de los plantones y la composición diamétrica para el estudio del comportamiento por localidad se realizó según Botero (2006), López *et al.* (2010) y López *et al.* (2015). Las mismas fueron comparadas con la relación internacional de Wong (1995) mediante la prueba Chi cuadrado, según Lerch (1977).

Los suelos predominantes en las áreas objeto de estudio son del tipo oscuro plástico no gleyzados, aluviales y pardos sin carbonatos en las localidades de la cuenca del Cauto y pardo con carbonato, en la cuenca de los ríos Yara y Buey (Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes, 2012). El comportamiento de las variables climáticas del área de influencia de las investigaciones en los últimos diez años tuvieron como fuente la red de estaciones hidrometeorológicas del Instituto Nacional Recursos Hidráulicos (2016).

Los indicadores dasométricos y su comportamiento se estudiaron según López y Velazco (2009) y validados por un análisis de componentes principales, que resultaron ser diámetro del culmo a 1,30 m de la base, cantidad de entrenudos en la longitud comercial, longitud de entrenudos, peso del culmo, longitud comercial del culmo, espesor de la pared y rendimiento de biomasa. Los cálculos de rendimientos se rigieron por los criterios metodológicos de Londoño (2006), Cruz (2009) y López *et al.* (2015).

El análisis estadístico respondió a un Anova de clasificación simple sobre los indicadores dasométricos, y la comparación múltiple de medias

por Tukey mediante el empleo del Paquete Estadístico IBM, SPSS, Statistic, versión 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores dasométricos de *Bambusa vulgaris* constituyen componentes directos del rendimiento de la biomasa aérea de esta especie. La *Tabla 1* recoge el comportamiento de estos atributos en las localidades objeto de estudios, donde se puede observar que existen diferencias significativas entre las localidades para los indicadores diámetro del culmo, el peso, la longitud comercial y la longitud de entrenudos. No hubo diferencia significativa entre las localidades para el espesor de la pared y la cantidad de entrenudos.

Estas respuestas de los indicadores dasométricos es atribuible al comportamiento de las variables climáticas, con mayor significación en las localidades con mejor régimen de precipitación, y las características de los suelos más favorables pertenecen a las de mayor drenaje superficial e interno, así como la de mayor profundidad efectiva y friabilidad. De ahí que los indicadores dasométricos hayan registrado los mayores valores en Bartolomé Masó, Bayamo, Buey Arriba y Guisa (véase *Tabla 1*). Las magnitudes de estos indicadores están enmarcados dentro de los rangos reportados para la especie por Catasús (2003), Londoño (2006) y Zheiu (2010), y que son corroborados por Rondón (2013) y difieren de Cordero (2004) por diferencias de condiciones de sitio en las respectivas localidades empleadas por los autores antes citados.

Comportamientos semejantes de estos atributos son reportados por Cordero (2010) en zonas tributarias del río Cuyaguaje en Pinar del Río, consideraciones a tener en cuenta en la planificación de los manejos silvícolas de la referida especie, con lo que se podrá contribuir a su desarrollo sostenible.

La composición y estructura de los plantones, expresados en función de los valores de las variables o indicadores de desarrollo –brotes, culmos verdes, culmos maduros y secos– se reflejan en la *Tabla 2*, donde se puede apreciar que cada localidad obedece a una estructura propia a tener en cuenta para el manejo de dicha especie en cada condición particular de sitio.

Tabla 1. Comportamiento de los principales indicadores dasométricos de *Bambusa vulgaris* en la Empresa Agroforestal Granma

Localidades	Dc (cm)	Pc (kg)	Ep (cm)	LCc (m)	Cen (u)	Len (cm)
Bartolomé Masó	9,3 ^{ab}	27,9 ^{abc}	1,7 ^{ns}	8,7 ^{ab}	29 ^{ns}	29,1 ^{ab}
Bayamo	9,3 ^{ab}	20,3 ^{dc}	1,7 ^{ns}	8,1 ^{ab}	24 ^{ns}	26,7 ^b
Buey Arriba	9,5 ^a	25,1 ^{bc}	1,8 ^{ns}	9,1 ^a	23 ^{ns}	29,4 ^a
Cauto Cristo	7,5 ^c	21,4 ^{cd}	1,7 ^{ns}	6,0 ^{bc}	24 ^{ns}	28,0 ^{ab}
Guisa	9,0 ^{ab}	34,6 ^{ab}	1,6 ^{ns}	9,2 ^a	30 ^{ns}	28,3 ^{ab}
Manzanillo	8,3 ^{ab}	27,2 ^{acd}	1,6 ^{ns}	7,3 ^{abc}	27 ^{ns}	27,6 ^{ab}
Río Cauto	8,9 ^{ab}	36,5 ^a	1,6 ^{ns}	8,5 ^{ab}	30 ^{ns}	28,3 ^{ab}
Media	8,8	27,6	1,7	8,1	27	28,2
Ds	0,6	3,9	0,3	0,9	3,9	2,2

Dc: Diámetro del culmo, Pc: Peso del culmo, Ep: Espesor de la pared del culmo, LCc: Longitud Comercial del culmo, Cen: Cantidad de entrenudos, Len: Longitud de entrenudos, Ds: Desviación estándar.

Letras iguales en sentido vertical no difieren significativamente al 5 % de probabilidad de error.

Tabla 2. Estructura de los plantones en porciento de las variables de desarrollo dentro de las localidades

Localidad	Brotes (%)	Verdes (%)	Maduros (%)	Secos (%)	Total
Bartolomé Masó	7 (15)	19 (41)	16 (35)	4 (9)	46
Bayamo	7 (17)	19 (45)	13 (31)	3 (7)	42
Buey Arriba	8 (15)	21 (40)	17 (33)	6 (12)	52
Cauto Cristo	6 (18)	17 (52)	10 (30)	0 (0)	33
Guisa	4 (9)	17 (39)	19 (43)	4 (9)	44
Manzanillo	5 (13)	17 (45)	14 (37)	2 (5)	38
Río Cauto	4 (13)	12 (38)	13 (40)	3 (9)	32
Total	41	122	102	22	287

Al comparar las variables de desarrollo en nuestras localidades (Tabla 3) con la estructura internacional: 15 % de brotes, 30 % de culmos verdes, 40 % maduros y 15 % secos, reportado por Wong (1995), citado por Cordeiro (2010), el cual plantea que una plantación adecuadamente manejada debe coincidir o acercarse a dicha estructura. Como se puede observar, en sentido general la estructura de *Bambusa vulgaris* se acerca a dicho reporte en la categoría de brotes, llegando a promediar 14 % como relación a nivel de las siete localidades (véase Tabla 3). En relación con el resto de las variables, los culmos verdes están por encima en 8 %, y los maduros por debajo en un 4 %, de donde se infiere que en cada región y localidad se debe estudiar y determinar una relación estructural para los plantones

de la especie que se propone manejar, ya que la prueba de Chi cuadrado dio diferencia significativa al 5 % de probabilidad de error para las localidades de Bayamo, Cauto Cristo y Manzanillo. El resto de las localidades no dieron diferencias significativas (ns), pero no se corresponden los manejos con la relación internacional.

En la Tabla 4 se exponen las cifras correspondientes a las existencias de áreas en las localidades estudiadas según reportes de la dinámica forestal, donde se puede apreciar que las potencialidades de la especie están en relación directa no solo con el comportamiento favorables de los indicadores dasométricos, sino también con el valor de la superficie de bambú existente y bajo plan de manejo.

Tabla 3. Comparación de los porcentajes de culmos con la estructura internacional

Localidades	Brote (%)	Culmos verdes (%)	Culmos maduros (%)	Culmos secos (%)	Chi ²
Bartolomé Masó	15	41	35	9	7,1 ns
Bayamo	17	45	31	7	14,1 *
Buey Arriba	15	40	33	12	5,2 ns
Cauto Cristo	18	52	30	0	34,3 *
Guisa	9	39	43	9	7,7 ns
Manzanillo	13	45	37	5	14,7 *
Río Cauto	13	38	40	9	4,8 ns
Relación provincial	14	43	36	7	12,5
Relación internacional	15	30	40	15	—

Valor calculado de Chi² con asterisco (*) en sentido vertical, dif. sig. y ns no difieren significativamente al 5 % con la relación internacional.

Tabla 4. Existencia de plantaciones de *Bambusa vulgaris* al cierre de 2012 (ha)

Localidades	Antes de 2009	2010-2011	2012	Total
Bartolomé Masó	135,0	61,0	20,0	216,0
Bayamo	66,8	0,2	3,0	70,0
Buey Arriba	11,6	7,4	10,0	29,0
Cauto Cristo	7,4	37,5	—	44,9
Guisa	4,0	—	—	4,0
Manzanillo	94,0	18,0	10,0	122,0
Río Cauto	55,0	50,0	—	105,0
Total	373,8	174,1	43,0	590,9

Fuente: Dinámica forestal, Empresa Agroforestal Granma.

La producción total de biomasa aérea de *Bambusa vulgaris* se ha determinado en función del área bajo manejo en las localidades, y los rendimientos alcanzados mediante el comportamiento de los indicadores dasométrico y de

desarrollo, como se puede apreciar en la *Tabla 5*, determinaron que las mayores producciones y potencialidades se localizaran en Bartolomé Masó, Manzanillo y Río Cauto, y la producción total de biomasa fue de 62 849,3 t en el citado período.

Tabla 5. Producción de biomasa aérea de *Bambusa vulgaris* en siete localidades de la provincia de Granma al cierre de 2012 (t)

Localidades	Rendimiento (t/ha ⁻¹)	Área (ha)	Producción (t)
Bartolomé Masó	102,1	216,0	22 053,6
Bayamo	64,9	70,0	4543,0
Buey Arriba	178,8	29,0	4949,7
Cauto Cristo	102,7	44,9	4612,1
Guisa	110,7	4,0	442,9
Manzanillo	152,3	122,0	18 583,0
Río Cauto	73,0	105,0	7665,0
Total	—	590,9	62 849,3

CONCLUSIONES

- Los indicadores dasométricos que más aportaron al rendimiento y a la producción total de biomasa fueron el diámetro de los culmos, el peso, la longitud comercial y la longitud de entrenudos de culmos verdes y maduros.
- Cada localidad arrojó una composición estructural propia y específica que sirve de basa de cálculo para el manejo sostenible de la especie *Bambusa vulgaris*, las cuales están directamente relacionados con la producción de biomasa, los rendimientos y sus componentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., et al. 2003. Tecnología para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris* Schardvar, vulgaris. Memoria del Primer Taller Nacional del Bambú. Programa. - Desarrollo de alternativas agroecológicas para el uso de bambú en Cuba. La Habana. Editorial ACTAF. p. 39-51.
- Betancourt Riquelme, M.A. 2007. Norma Ramal NRAG: Bambú, términos y definiciones. Ciudad de La Habana. 17 p.
- Botero, L.F. 2006. No más Silvicultura. En III Simposio Latinoamericano del Bambú. Guayaquil Ecuador. 12p
- Catasús, G.L.J. 1998. Caracterización de la subfamilia Bambusoideae indígena de Cuba. Cnf. En: Primer Taller Nacional de Bambú, Holguín, Cuba. Ed. Hábitat-Cuba.
- Catasús, G.L.J. 2003. Estudio de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba. La Habana. Editorial ACTAF. 56 p.
- Cordero Miranda, E.M., et al. 2004. Resultados del inventario forestal realizado en las plantaciones de *Bambusa vulgaris* Schard var. vulgaris en el Municipio Guane, perteneciente a la Empresa Forestal Integral Macurije de la provincia de Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa (CU) 23(2):33-37, julio-diciembre.
- Cordero Miranda, E.M. 2010. Propuesta Metodológica para el Manejo Sostenible de *Bambusa vulgaris* Schrader ex. Wendland con objetivo protector en diferentes condiciones ecológicas del río Cuyaguateje, Pinar del Río. 100 h. Tesis (en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Ministerio Educación Superior.
- Cruz, R.H. 2009. Bambú-Guadua: *Guadua angustifolia* Kunth. Bosques Naturales en Colombia y Plantaciones Comerciales en México. Colombia. Pereira, Risaralda. 720 p.
- Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes. 2012. Estrategia de desarrollo Agropecuario de la provincia Granma, hasta 2021. (Información de trabajo).
- Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos. 2016. Boletín de la red hidrometeorológica provincial. (Versión electrónica).
- FAO. 2005. Importancia mundial del bambú: En Revista Situación de los bosques del mundo. p. 24.
- Guyat Dupuy, M.A., Capote, V. 2003. Caracterización físico-química del tallo y el carbón vegetal de la especie *Bambusa vulgaris*. En: Memorias del Primer Taller nacional de Bambú. pág. 82-85.
- Herrero, E.J. 2003. Fajas Forestales Hidrorreguladoras. La Habana. Editorial Agrinfor. 52 p.
- León, C.J. 1999. Diez años Propagando Bambúes. En: Principales Experiencias del Programa Uso y Desarrollo del Bambú. La Habana. Editorial Hábitat-Cuba. p. 78-85.
- Lerch, G. 1977. La Experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 452p.
- Londoño, X.P. 2006. Botánica y Diversidad Genética del Género *Guadua* y otros Bambusoideae de América. En: III Simposio Latinoamericano del Bambú, Guayaquil, Ecuador. 73 p.
- López Martell, A., Velazco, B. 2009. Caracterización dasométrica de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en la provincia de Granma. 85 h. Tesis (en opción al título académico de Máster en Ciencias Agrícolas)-- Universidad de Granma.
- López Martell, A. 2010. Composición estructural de los plantones de *Bambusa vulgaris* en la provincia Granma. Revista Forestal Baracoa (CU) 29(2):89-91, julio-diciembre.
- López Martell, A., et al. 2015. Clasificación diamétrica de la especie *Bambusa vulgaris* en la provincia Granma. Revista Forestal Baracoa (CU) 34(2):15-19, julio-diciembre.
- Monge, C. 2004. Consideraciones actuales de mercado y desarrollo lógico en proyectos derivados del Bambú. Ecuador Exporte Quality. Editorial Bamboo. Octubre 26 de 2004.
- Mojena, OM. N, Mercadet, A. 2013. Evaluación del potencial de retención de carbono por el patrimonio de la Empresa Forestal Integral Granma. 95 h. Tesis (en opción al título académico de Máster en Gestión Ambiental. MES/UDG,
- Morán, J.U. 2005. El Bambú como material de la construcción: Conferencia dictada en la Universidad de Guayaquil, Facultad de Letras y Filosofía, Escuela de Comercio Exterior.
- Oviedo, R., Londoño, X.P. 1998. Los bambúes nativos y exóticos en Cuba. Editorial Hábitat-Cuba. Primer Taller Nacional de Bambú, Holguín/1999.
- Rondón, C., Rojas, M. 2013. Evaluación de la resistencia a la compresión del bambú de las especies *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland y var. vittata y *Guadua angustifolia* Kunth en la provincia de Granma. 58 h. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma, Cuba.
- Tistl, M. 2004. Bambú: Un producto forestal no maderable con potencial para el desarrollo sostenible. En: Seminario Internacional: El bambú la cadena de valor de un producto forestal no maderable. Ecuador 25-28/Oct/2004.
- Wong, K.M. 1995. The Bamboos of Penunsular Malasia, Malayan Forest Records. No 41, 200 p.
- Zehui. J. 2010. Technical Manual on Asian Tropical Bamboo Shoots Production Processing and Marketing. Beijing. Editorial China Forestry Publishing House. 110 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Andrés López Martell

Doctor en Ciencias Forestales, Profesor Auxiliar Adjunto de la Universidad de Granma, sus labores investigativas están vinculadas a las temáticas de la Silvicultura del Bambú y el Ratán, Criterios e Indicadores para el manejo forestal sostenible de dichas especies, los Productos Forestales No Madereros y el desarrollo cafetalero. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con buenos resultados, así como en la implementación del proyecto Bambú-Biomasa, financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Es vicepresidente del Consejo Técnico Asesor de la delegación provincial de la Agricultura en Granma y coordinador del Programa de Desarrollo Integral de la Montaña del Polo Científico productivo de la provincia.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

- Turismo científico.
- Posturas forestales y frutales.
- Literatura científica y materiales informativos.
- Semillas forestales.
- Aceite trementina, colofonia.