

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Relaciones morfométricas en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* Willd en dos regiones de Villa Clara

### Morphometric relationships in young plantations of *Acacia mangium* Willd in two regions of Villa Clara

Yordany Lázaro Pérez Bravo<sup>1,2\*</sup>, Cristóbal Ríos Albuerne<sup>1</sup>, Isbel Díaz Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5½, Santa Clara, Cuba, CP 54830

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5½, Santa Clara, Cuba, CP 54830

\* Autor para correspondencia: [yordanypb@uclv.edu.cu](mailto:yordanypb@uclv.edu.cu)

#### RESUMEN

Con el objetivo de determinar las diferencias en parámetros morfométricos de plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* Willd. en la provincia de Villa Clara, se seleccionaron dos sitios plantados con esta especie, ubicados en Salaminas a los 22° 27' 16.27" latitud norte y los 79° 49' 7.91" longitud Oeste (Sitio 1) y en el Bosque Modelo Sabanas de Manacas, en los 22° 39' 25.9'' latitud Norte y 80°17'43.43'' longitud Oeste (Sitio 2). Se establecieron parcelas temporales de muestreo en ambos sitios y determinaron seis relaciones morfométricas a partir de variables medidas en todos los árboles de las parcelas. La base de datos se procesó mediante el paquete profesional STATGRAPHICS CENTURION, Versión XV-II 2006. Se comprobó que el crecimiento y los parámetros morfométricos de los árboles evaluados fueron influenciados al cambiar las regiones de crecimiento, alcanzándose los valores más elevados de esbeltez, porcentaje de copa e índice de copa en el Sitio 2; mientras que valores significativamente superiores de manto de copa, forma de copa y área de proyección de la copa, fueron logrados en el Sitio 1. Los parámetros morfométricos evaluados son útiles para la descripción de rodales jóvenes de esta especie, la toma de decisiones de manejo y la interpretación de sus condiciones de crecimiento.

**Palabras Claves:** Acacia, parámetros morfométricos, manto de copa, forma de copa, área de proyección de la copa

#### ABSTRACT

In order to determine the differences in morphometric parameters of young plantations of *Acacia mangium* Willd. in Villa Clara, two sites planted with this species were selected, located in Salaminas at 22° 27' 16.27" north latitude and 79° 49' 7.91" west longitude (Site 1) and in the

Sabanas de Manacas Model Forest, in the 22° 39' 25.9" North latitude and 80°17'43.43" West longitude (Site 2). Temporary sampling plots were established in both sites and six morphometric relationships were determined from variables measured in all the trees of the plots. The database was processed using the professional package STATGRAPHICS CENTURION, Ver. XV-II 2006. It was found that the growth and morphometric parameters of the evaluated trees were influenced by changing the growth regions, reaching the highest values of slenderness, cup percentage and crown index in Site 2; while significantly higher values of cup mantle, cup shape and crown projection area were reached in Site 1. The morphometric parameters evaluated are useful for describing young stands of this species, making management decisions and interpreting their growing conditions.

**Keywords:** Acacia, morphometric parameters, cup mantle, cup shape, crown projection area

## INTRODUCCIÓN

Según datos de la Oficina Nacional de Estadística e Información de la República de Cuba (ONEI, 2017) la superficie cubierta de bosques en nuestro país asciende a 3 242,2 miles de ha, lo cual representa un 31,2 % de superficie boscosa. En este sentido, al hacer un análisis según la superficie total por provincias, se destaca en la vanguardia la Isla de la Juventud y la provincia de Guantánamo con 69,3 % y 50 % respectivamente, seguida por Pinar del Río (47,4 %), Matanzas (39,4 %) y Holguín (38,7 %).

La provincia de Villa Clara, se ubica en el noveno puesto a nivel de país, con el 23,8 % de áreas cubiertas de bosques (ONEI, 2017). En este sentido, entre las diferentes razones que han contribuido al incremento de la superficie de áreas boscosas en el territorio, ha sido la plantación de especies de rápido crecimiento y de alto valor económico para el país, entre las cuales se destaca *Acacia mangium* Willd., debido entre otras cosas, a su adaptación a las condiciones edafoclimáticas de nuestro país, su rápido crecimiento y su adaptabilidad a suelos relativamente pobres, razón por lo cual el incremento en sus plantaciones continua siendo un objetivo primordial para el sector forestal en la provincia.

*A. mangium* es una leguminosa de rápido crecimiento perteneciente a la familia Fabaceae (APG III, 2009) nativa del noreste de Australia, Papúa Nueva Guinea y las islas Molucas al este

de Indonesia. Es introducida desde Asia a Latinoamérica en la década de los 80, encontrándose en países como Panamá, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador, Nicaragua, República Dominicana, Honduras y Cuba (Useche y Azuero, 2013).

Como especie exótica en las condiciones cubanas, específicamente en Villa Clara, ha sido poco investigada respecto a su caracterización productiva, condiciones de crecimiento y manejo silvicultural. Según Murillo-Gamboa (2000) para la caracterización productiva de plantaciones forestales, lo más común en la práctica es la medición y/o determinación de variables como el diámetro del fuste medido a 1,30 m del suelo, la altura, el área basal y el volumen del fuste, pero pocos estudios contemplan mediciones más detalladas de parámetros de la copa. Al respecto, Arias (2005) refiere que la descripción de la arquitectura del árbol (a través de diferentes parámetros de copa) ofrece la posibilidad de caracterizar productivamente árboles y rodales en cuanto el crecimiento y el rendimiento para la toma de decisiones sobre el manejo silvicultural.

En consideración a lo antes referido el presente trabajo se propuso como objetivo determinar las diferencias en parámetros morfométricos de plantaciones jóvenes de *A. mangium* en Villa Clara, utilizando variables de fácil medición, con la finalidad de generar información que apoye la toma de decisiones en la aplicación de tratamientos silviculturales,

así como la caracterización productiva de esta especie en esta región forestal del país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en plantaciones de *A. mangium* de 3 años, establecidas a partir de semillas procedentes de la masa semillera “El Sijú”, perteneciente al área de manejo del mismo nombre en el municipio Manicaragua, provincia Villa Clara. Ambas plantaciones fueron realizadas con un marco de 3 m x 2 m (1667 árboles por hectárea) en dos regiones diferentes (Sitio 1; Sitio 2) de la provincia.

- **Sitio 1:** Plantación de *A. mangium*, ubicada en Salamina, carretera Camajuani kilómetro 13,9 a los 22° 27' 16.27" de latitud norte y los 79° 49' 7.91" de longitud oeste, a una altitud de 71 msnm (Figura 1), sobre un suelo Fersialítico Rojo parduzco ferromagnésico, según la clasificación de Hernández *et al.* (1999). El clima predominante en la zona es

Tropical de sabana con invierno seco (AW), según la clasificación propuesta por Köppen y Geiger (Kottek *et al.*, 2006), caracterizado por una temperatura media anual de 24,9 °C y un régimen de precipitaciones medias anuales de 1403 mm.

- **Sitio 2:** Plantación de *A. mangium*, ubicada en áreas del Bosque Modelo Sabanas de Manacas (BMSM), localizado a los 22° 39' 25.9'' latitud norte y los 80°17'43.43'' longitud oeste, a una altitud de 60 msnm, al noroeste de la ciudad de Santa Clara (Figura 1), sobre un suelo Ferralítico Cuarítico amarillo rojizo lixiviado, según Hernández *et al.* (1999). El clima predominante del tipo cálido tropical estacionalmente húmedo, con estaciones lluviosas en verano, según (Kottek *et al.* 2006), caracterizado por valores medios de temperatura que oscilan entre los 19 a 24 °C, y un régimen de precipitación media anual de 1440 mm.

En cada sitio se establecieron de forma aleatoria 10 parcelas temporales de muestreo (PTM) de 100 m<sup>2</sup> cada una, siguiendo el criterio de la Norma Ramal 595 (NRC, 1982)



**Figura 1.** Ubicación de los Sitios de plantación para la realización de las evaluaciones

para la evaluación del 3 % del área. Una vez ubicadas las parcelas por medio de georreferenciamiento a través del empleo de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) se procedió a la medición de las siguientes variables dasométricas en cada árbol de las mismas.

- Diámetro medido al 1,30 m del suelo ( $d_{1,30}$ ), con el auxilio de una forcípula Masser BT
- Altura total ( $h$ ), altura de inserción de la copa ( $h_c$ ) y largo de la copa ( $L_c$ ), empleándose para ello una vara y una cinta métrica, considerando que los árboles presentaban alturas menores de 10 m (Figura 2)
- Diámetro de la copa ( $dc$ ), a través de la medición de la proyección del mismo en dos direcciones fundamentalmente, norte-sur y este-oeste, tomando como referencia la proyección de los extremos de la misma sobre el suelo (Figura 2)

Una vez obtenido el valor de cada variable seleccionada para ambos sitios, se procedió mediante el cálculo a la determinación de seis aspectos o parámetros morfométricos (Tabla 1), según los criterios de diferentes autores (Durlo y Denardi, 1998; Jiménez *et al.*, 2002; Arias, 2005; Nájera y Hernández, 2008 y

Valdivia-Gómez *et al.*, 2015).

### Procesamiento estadístico

Las variables dasométricas fueron procesadas inicialmente mediante un análisis de covarianza simple con vista a evaluar el posible efecto de la diferencia en el número de plantas en algunas parcelas. Posteriormente fueron procesadas mediante Pruebas de t-Student, para muestras independientes en la comparación de las medias, verificándose la igualdad de varianzas y aplicándose la modificación correspondiente en los casos donde no se cumpliera este requisito. Para el procesamiento estadístico se utilizó el Paquete profesional STARGRAPHICS Centurión ver. XV-II del 2006.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros morfométricos evaluados mostraron diferencias significativas entre ambos sitios. En este sentido, el índice de esbeltez resultó ser significativamente superior en el Sitio 2, respecto al Sitio 1, con un valor de 116,63 (Tabla 2). Según Serrada (2008) la esbeltez es una relación directamente proporcional a la densidad, en la medida que la

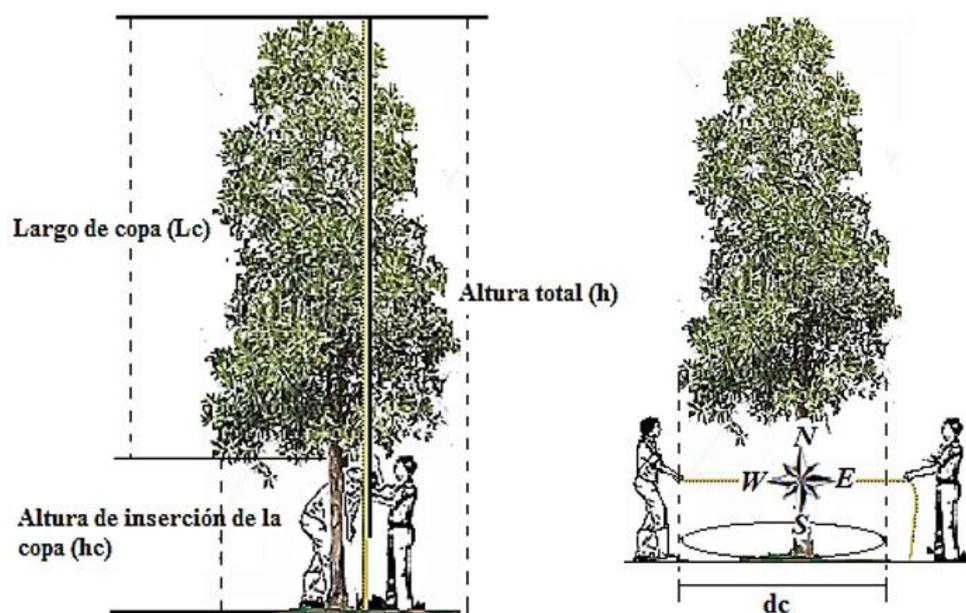


Figura 2. Medición de diferentes alturas y del diámetro de la copa de los árboles

**Tabla 1.** Determinación de parámetros morfométricos en ambos sitios de plantación

| Parámetro morfométrico                              | Determinación                               |
|---|---|
| Esbeltez  | Altura total (m)<br>$d_{1,30}$ (m)          |
| Índice de Copa (Ic)                                 | Largo de copa (m)<br>Diámetro de copa (m)   |
| Porcentaje de copa (%C)                             | Largo de copa (m) x 100<br>Altura total (m) |
| Forma de copa (Fc)                                  | Diámetro de copa (m)<br>Largo de copa (m)   |
| Manto de copa (Mc)                                  | Diámetro de copa (m)<br>Altura total (m)    |
| Área de proyección de la copa APC (m <sup>2</sup> ) | $(\pi/4) \times \text{diámetro de copa}^2$  |

Leyenda:  $d_{1,30}$  - Diámetro del fuste medido al 1,30 m el suelo

espesura es mayor, más elevado será su valor, e igualmente afirma que valores de esbeltez superiores a 100 son considerados como críticos para una plantación respecto a la afectación mecánica que ésta puede recibir desde el punto de vista de su estabilidad contra los fuertes vientos; mientras que los valores cercanos a 70 son considerados normales.

Durlo y Denardi (1998) refieren que los valores bajos de esbeltez se corresponden a árboles más cónicos y estos, aunque pueden ser más resistentes al daño mecánico ocasionado por los fuertes vientos, su rendimiento en aserrío tiende a ser menor respecto a árboles de similares dimensiones, pero cilíndricos.

Lo antes referido concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación, pues el valor más alto de esbeltez encontrado en el Sitio 2 está ligado a una mayor espesura, alcanzada esta por presentar árboles de mayores dimensiones de " $d_{1,30}$  y

h" (Tabla 2), con fustes mejor conformados (menos cónicos) que los encontrados en el Sitio 1. Esto representa una mayor ventaja respecto a la producción del volumen de madera (productividad) y un mejor rendimiento para aserrío. Sin embargo, según Serrada (2008) el valor de esbeltez obtenido en el Sitio 2 es considerado como crítico, ante la afectación mecánica que pueden recibir los árboles por los fuertes vientos, aspecto este que debe ser atendido cuidadosamente al realizar la liberación de las copas a través del raleo.

Además de ello, según Arias (2005) la esbeltez puede variar significativamente en algunas especies según varían las condiciones del sitio de plantación (precipitación, elevación sobre el nivel del mar, temperatura y tipo de suelo), lo cual concuerda con los resultados obtenidos pues se pudo comprobar que según variaron las condiciones (principalmente el tipo de suelo), también varió significativamente

**Tabla 2.** Respuesta del índice de esbeltez en los sitios de evaluación

| Parámetro morfométrico  | Variables      | Sitio 1 |       | Sitio 2 |       | Significación |
|-------------------------|----------------|---------|-------|---------|-------|---------------|
|                         |                | Media   | ± EE  | Media   | ± EE  |               |
| Esbeltez (adimensional) |                | 95,30   | 3,840 | 116,63  | 1,809 | P< 0,0000     |
|                         | $d_{1,30}$ (m) | 0,06    | 0,003 | 0,08    | 0,001 | P< 0,0000     |
|                         | h (m)          | 5,08    | 0,184 | 9,22    | 0,057 | P< 0,0000     |

Leyenda:  $d_{1,30}$  - diámetro medido al 1,30 m del suelo; h - altura total del árbol; EE - Error estándar de las medias

el valor de la esbeltez, lo cual hace suponer que *A. mangium* es una especie con fuerte tendencia entre la conicidad según las condiciones del sitio de plantación.

Igualmente, las condiciones del sitio pueden afectar marcadamente el índice de copa (Arias, 2005; Brenes, 2012); aunque Nájera y Hernández (2008) expresan que la especie cuando crece en óptimas condiciones de sitio, los árboles muestran copas más delgadas.

Los resultados obtenidos corroboran lo antes mencionado, pues se pudo comprobar que el valor de este índice varió significativamente según cambiaron las condiciones del sitio de plantación, observándose en mayor proporción en el Sitio 2 respecto al Sitio 1, excediendo al mismo en 4,96 (Tabla 3).

No obstante, aunque este resultado indica mejores condiciones para el crecimiento de *A. mangium* en el Sitio 2, el valor del índice de copa obtenido en el Sitio 1 (1,38) indica también condiciones favorables para esta especie, pues según Arias (2005) los valores promedios de dicho índice oscilan entre 0,3 a 1,6 y solo valores más bajos se asocian a condiciones de sitios desfavorables para el crecimiento de la especie.

El porcentaje de copa (%C) resultó significativamente superior en el Sitio 2 con un valor de 79,61 (Tabla 4).

Al respecto, Arias (2005) encontró para la especie *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Excell

que según cambian las regiones de crecimiento, existen diferencias significativas en el porcentaje de copa, lo cual se corresponde a los resultados obtenidos. Sin embargo, en el presente estudio, a pesar de existir diferencias significativas para el % C entre ambas regiones de crecimiento, los valores encontrados, significan que más de la mitad de la altura total de los árboles está ocupada por la copa de los mismos (Figura 3).

Esto se debe en gran medida, especialmente en el Sitio 2 a que, aun cuando la altura de inserción de la copa ha aumentado significativamente respecto al Sitio 1 y el diámetro de la copa de los árboles es superado significativamente por el valor alcanzado en este último, todavía no existe un efecto marcado de la poda natural, pese a la tendencia de esta especie a la misma. No obstante, los valores alcanzados por el %C indican la posibilidad de aplicar podas a las copas de los árboles en ambas regiones de crecimiento hasta una altura aproximada a los 2 m (Sitio 1) y los 4 m (Sitio 2), sin que esta operación afecte más del 50 % de la copa de los árboles.

La forma de copa (Fc), manto de copa (Mc), y el área de proyección de la copa (APC) resultaron significativamente superiores en el Sitio 1 respecto al dos, con valores de 0,79, 0,50 y 5,66 m<sup>2</sup> respectivamente (Tabla 5). Durlo (2001) refiere que la "Fc" tiende a disminuir con el aumento en la altura total del árbol, lo

**Tabla 3.** Índice de copa de *A. mangium* en los sitios de evaluación

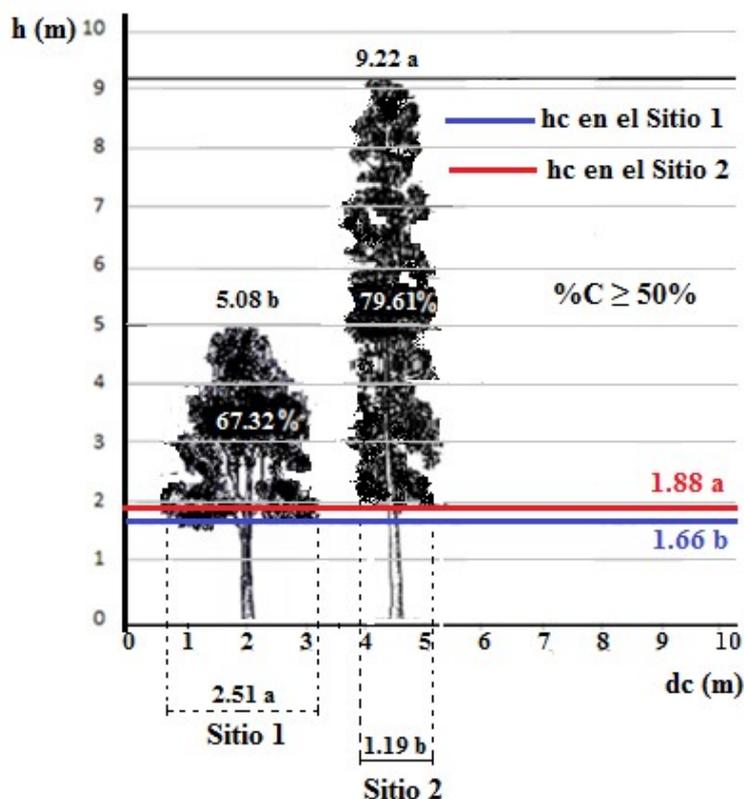
| Parámetro morfométrico        | Sitio de evaluación | Media | ± EE  | Significación |
|-------------------------------|---------------------|-------|-------|---------------|
| Índice de copa (adimensional) | Sitio 1             | 1,38  | 0,043 | p< 0,0        |
|                               | Sitio 2             | 6,34  | 0,140 | p< 0,0        |

**Leyenda:** EE - Error estándar de las medias

**Tabla 4.** Porcentaje de copa de *A. mangium* en los sitios de evaluación

| Parámetro morfométrico            | Sitio de evaluación | Media | ± EE  | Significación |
|-----------------------------------|---------------------|-------|-------|---------------|
| Porcentaje de copa (adimensional) | Sitio 1             | 67,32 | 1,338 | p< 0,0        |
|                                   | Sitio 2             | 79,61 | 0,583 | p< 0,0        |

**Leyenda:** EE - Error estándar de las medias



**Figura 3.** Porcentaje de la altura total de los árboles ocupada por la copa, diámetro de copa, altura de inserción de la copa y altura total de los árboles en ambos sitios de plantación

Medias con letras diferentes (a, b) difieren según prueba de t-student para  $p < 0,05$

cual se corresponde a los resultados obtenidos en el segundo sitio, donde los árboles alcanzaron las mayores dimensiones de altura. Así mismo, los valores más elevados en cuanto al “Mc” alcanzados en el primer sitio, indican, según Durlo y Denardi (1998), menor competencia y mayor capacidad de los árboles para recibir la energía solar, lo cual es corroborado por el valor significativamente mayor del “APC” encontrado, donde cada árbol

cubrió en promedio con su copa 5,66 m<sup>2</sup> de terreno, o sea 4,52 m<sup>2</sup> más que los árboles presentes en el Sitio 2.

### CONCLUSIONES

1. El valor de los parámetros morfométricos evaluados fue afectado al cambiar la región de crecimiento e indica condiciones más favorables para el

**Tabla 5.** Porcentaje de copa de *A. mangium* en los sitios de evaluación

| Parámetro morfométrico                          | Sitio 1 |       | Sitio 2 |       | Significación<br>Valor-P |
|---|---------|-------|---------|-------|--------------------------|
|   | Media   | ± EE  | Media   | ± EE  |                          |
| Forma de copa (adimensional)                    | 0,79    | 0,029 | 0,17    | 0,004 | P < 0,0                  |
| Manto de copa (adimensional)                    | 0,50    | 0,013 | 0,13    | 0,002 | P < 0,0                  |
| Área de proyección de la copa (m <sup>2</sup> ) | 5,66    | 0,402 | 1,14    | 0,031 | P < 0,0                  |

**Leyenda:** EE - Error estándar de las medias; Mc - Manto de copa; Fc - Forma de copa; APC - Área de proyección de la copa

- crecimiento de *A. mangium* en el Sitio 2 respecto al Sitio 1.
2. El índice de esbeltez evidenció la tendencia de la especie a la conicidad según cambia la región de crecimiento, concretamente en sitios menos favorables (Sitio 1) en el cual los árboles tardan más tiempo para entrar en competencia respecto a los árboles del Sitio 2, donde valores de esbeltez más altos (116,63) evidencian fustes más cilíndricos pero menos resistentes a los fuertes vientos.
  3. El porcentaje de copa alcanzado permite obtener a temprana edad, por una primera intervención de poda, fustes libres de ramas hasta los 2 m y 4 m de altura respectivamente, sin que se afecte el equilibrio de la copa y el crecimiento de los árboles.
  4. Los valores alcanzados por la forma de copa, manto de copa, y área de proyección de la copa en el Sitio 1, superaron en 0,62, 0,13 y 4,45 respectivamente a los alcanzados en el Sitio 2.
  5. Los parámetros morfométricos evaluados resultan útiles para la descripción de la calidad y vitalidad de rodales jóvenes de *A. mangium* y la interpretación de las condiciones de crecimiento en esta especie.

## BIBLIOGRAFÍA

- APG III (Angiosperm Phylogeny Group Classification). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105 – 121.
- ARIAS, D. 2005. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Revista Forestal Kurú*, 2 (5): 2-11.
- BRENES, E. 2012. Evaluación de la calidad, fijación de carbono y estado del manejo silvicultural en plantaciones forestales en la Universidad EARTH, Guácimo, Limón. Tesis Lic. Ing. Forestal, Universidad EARTH, Guácimo, Limón, Costa Rica.
- DURLO, D. M. 2001. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. *Revista Ciência Florestal*, 11 (1): 141-149.
- DURLO, D. M. y DENARDI, L. 1998. Morfometría de *Cabralea cangerana*, em mata Secundaria nativa do Rió Grande do Sul. *Revista Ciência Florestal*, 1 (8): 55-66.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, M. y ASCANIO, O. 1999. II Clasificación Genética de los suelos de Cuba. *Rev. Agricultura*, 8 (1): 47-69.
- JIMÉNEZ, J., KRAMER, H. y AGUIRRE, O. 2002. Bestandesuntersuchungen in einem ungleichaltrigen Tannen-, Douglasien-, Kiefern-Naturbestand Nordostmexikos. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 173: 47-55.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., et al. 2006. World Map of the KöppenGeiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15 (3): 259-263, DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- MURILLO-GAMBOA, O. 2000. Índices de calidad para la reforestación en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 24 (2): 41-47.
- NÁJERA, J. A. y Hernández, E. 2008. Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región de El Salto, Durango. *Ra Ximhai*, 4 (1): 69-81.
- NRC. 1982. Normal Ramal 595: Tratamientos silviculturales. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 25 p.
- ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información de la República de Cuba). 2017. Panorama ambiental. ONEI, La Habana, Cuba.
- SERRADA, R. 2008. Silvicultura de Bosques. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal, Madrid, España, 30 p.
- USECHE, F. y AZUERO, S. A. 2013. Yopo (*Anadenanthera peregrina*), Acacia (*Acacia*

*mangium* Wild) y Melina (*Melina arborea*), tres especies arbóreas propicias para los sistemas silvopastoriles en el piedemonte llanero. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para Optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Bogotá, Colombia, 64 p.

VALDIVIA-GÓMEZ, J. J., ARROYO-QUISPE, E. D., BUSTAMANTE-MUÑOZ, J. A., *et al.* 2015. Morfometría de *Bartholletia excelsa* H.B.K., aplicaciones en la selección de árboles semilleros en una concesión castañera ubicada en el centro poblado Planchón, distrito Las Piedras, Tambopata, Madre de Dios. *El Ceprosimad*, 3 (1): 23 – 35.

---

**Recibido el 13 de septiembre de 2018 y Aceptado el 24 de abril de 2019**