

SITUACIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA TRES ESPECIES DE ACACIA EN CUBA

SITUATION OF THE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR THREE SPECIES OF ACACIA IN CUBA

LIC. SANDRA HERRERA-SOLER Y DR. ARNALDO F. ÁLVAREZ-BRITO

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

RESUMEN

Los programas de mejoramiento genético forestal elevan rendimientos de productos madereros y no madereros, la tolerancia a factores bióticos y abióticos adversos. Los registros climáticos disponibles indican la disminución de la pluviosidad media de Cuba en 200 mm en los últimos 50 años, tendencia que aumentará según los escenarios climáticos; por tanto, disponer de material con elevados rendimientos de madera tolerante a la sequía es fundamental en el programa forestal a 2030. El objetivo es analizar avances en el mejoramiento genético en especies del género *Acacia*. Desde los años 90 a 2000 fueron establecidos siete experimentos, donde se desarrollaron ocho investigaciones de introducción, una de procedencias y otra para obtener el híbrido. La superficie destinada al género incrementó en seis años, en el 65 % en el sector productivo. Este análisis condujo al diseño del programa de mejora para obtener semilla híbrida que produzca madera en bolo tolerante a la sequía.

Palabras claves: *acacia*, programas, mejoramiento, genética.

INTRODUCCIÓN

La Genética Forestal ofrece las bases teóricas para el mejoramiento genético de árboles forestales, mediante el cual se puede facilitar en mayores cantidades mejor calidad, y en menos tiempo leña, maderas para procesos industriales y otros derivados que contribuyen a mejorar las condiciones de vida y al desarrollo económico del país. En adición, es de gran importancia para la agricultura, pues permite explicar y determinar cómo hacer más resistente una planta contra ataques de plagas y enfermedades (Noda *et al.*, 1986).

ABSTRACT

Forestry breeding programs have yields of wood and non-timber products, and tolerance to adverse biotic and abiotic factors. The available climatic records indicate the decrease of the average rainfall of Cuba by 200 mm in the last 50 years, a trend that will increase according to the climatic scenarios, therefore having material with high yields of wood; tolerant to drought is fundamental to the forestry program 2030. The objective is to analyze advances in genetic improvement in species of the genus *Acacia*. From the 90 to the 2000 seven experiments were established, where eight introductory investigations were developed, one of provenances and another to obtain the hybrid. The area destined to the genre increased in six years to 65%, showing its productive relevance. This analysis led to the design of the improvement program to obtain hybrid seed that produces drought-tolerant round wood.

Key words: *acacia*, programs, breeding, genetics.

Los programas de mejoramiento genético son esenciales debido a que la alta demanda de productos forestales impone la necesidad de crear plantaciones altamente productivas, tanto en el país como a nivel mundial, por lo que jugarían un rol fundamental en elevar los rendimientos, la resistencia a factores adversos y contribuirían a la ampliación y conservación de la base genética de las especies forestales (Sotolongo *et al.*, 2000).

En Cuba desde la década de los setenta se comenzaron a establecer áreas experimentales de genética forestal dedicadas a la realización de estudios con las principales especies forestales autóctonas de uso comercial y centenares de especies arbóreas introducidas, especies que se encontraban bajo programa de mejora genética. Estos estudios y programas de mejora estuvieron afectados a inicios de los años noventa debido a factores económicos del país, embate de fenómenos atmosféricos y pérdida de personal capacitado. A inicios de 2017 estos estudios han sido retomados mediante la implementación del Proyecto de Mejoramiento Genético Forestal con perspectivas hasta 2030 (GAF, 2017). Entre las especies que se encuentran comprendidas en este objetivo están *Acacia mangium*, *A. auriculiformis* y el híbrido natural resultante de su cruzamiento. Todas ellas son muy demandadas por su rápido y temprano desarrollo, su alto poder adaptativo y la calidad de su madera.

A. mangium presenta una madera muy estable, aserrada es fácilmente pulida, taladrada y atornillada; es muy durable al aire libre y presenta colores atractivos que abarcan desde el amarillo pálido o aceituna hasta carmelita claro o grisáceo, y la madera de *A. auriculiformis* presenta una fibra fina, a menudo con unas fisuras atractivas, capaz de tomar un buen acabado con coloraciones desde amarillo hasta rojo oscuro (Doran y Turnbull, 1997; Parada *et al.*, 2004; García *et al.*, 2007). Por su parte, la madera del híbrido presenta características intermedias entre ambos parentales y algunos parámetros de calidad mejores como el largo del bolo, la regularidad cilíndrica y la rectitud del fuste (Dinh, 2001).

El objetivo de este trabajo es presentar la situación del programa de mejoramiento genético planteado para las especies *A. mangium*, *A. auriculiformis* y su híbrido natural, basado en el total de áreas dedicadas a las plantaciones, los experimentos establecidos y las investigaciones realizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se utilizó la solicitud de prioridades en genética forestal del Grupo Agro-Forestal (GAF, 2015), el Informe Nacional sobre los Recursos Genéticos Forestales de la República

de Cuba hasta 2012, elaborado según la metodología de la FAO (Hechavarría *et al.*, 2016) y el Programa de Mejoramiento Genético Forestal aprobado en 2016 y ejecutado a partir de enero de 2017 (GAF, 2017). En adición, se empleó la compilación de artículos publicados en la *Revista Forestal Baracoa* durante el período 1990-2000 y otros artículos científicos presentados en diferentes eventos forestales. Adicionalmente fueron considerados los datos de los reportes de carbono forestal del GAF (INAF, 2014 y 2017).

Para el desarrollo de la primera etapa del programa se colectaron semillas durante el período lluvioso de 2018 en una plantación formada por dos parcelas contiguas de *Acacia mangium* y *Acacia auriculiformis*, ubicada en la Estación Experimental Agro-Forestal Itabo, Matanzas. Las semillas se sembraron en septiembre y se utilizaron 74 posturas de *Acacia mangium* y su híbrido, empleando *A. mangium* como progenitor materno y 100 posturas de *A. auriculiformis* y su híbrido, utilizando *A. auriculiformis* como progenitor materno. Fueron realizadas mediciones de cinco variables fenotípicas: altura total, altura hasta la primera hoja, diámetro en el cuello, cantidad de folíolos y cantidad de nervaduras. Los datos fueron evaluados mediante un Análisis de Componentes Principales y luego un Análisis de Conglomerados para diferenciar en grupos las especies de sus híbridos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Áreas experimentales y plantaciones de *Acacia mangium* y *A. auriculiformis*

En Cuba se establecieron siete experimentos forestales de *A. mangium* y *A. auriculiformis* entre los años noventa y a inicios de 2000 con el objetivo de estudiar la introducción de estas especies y sus procedencias en el país. Adicionalmente se establecieron otras plantaciones de estas especies, las que al término de 2011, según la Dinámica Forestal, comprendían un total de 3871,2 ha ya establecidas de *A. mangium*. De esta área las provincias que mayor superficie presentaban eran Pinar del Río y Villa Clara; Mayabeque y Holguín no reportaban plantaciones, en tanto en el resto de las provincias cubrían entre 2,10 ha y 745,30 ha.

Sin embargo, reportes emitidos al término de 2016 por la Dirección Forestal, Flora y Fauna

Silvestres demuestran que en un plazo de seis años se produjo un aumento en la superficie de plantaciones establecidas del 65 % a nivel nacional respecto a la década anterior, valor que se elevaría hasta 120 % si son tomadas en consideración las áreas en desarrollo menores

de tres años de edad (Tabla 1). Tal evolución temporal de las existencias de los bosques artificiales de acacia evidencia el marcado interés y las expectativas que se han creado en el sector productivo en relación con sus recursos genéticos y potencialidades.

Tabla 1. Distribución nacional de las plantaciones de *Acacia* spp. (Dirección Forestal, Flora y Fauna Silvestres, 2017)¹

Provincia	Superficie (ha)	Provincia	Superficie (ha)
Pinar del Río	2487,6	Camagüey	—
Artemisa	350,2	Las Tunas	72,2
La Habana	58,9	Holguín	57,0
Mayabeque	3,0	Granma	88,0
Matanzas	2130,3	Santiago de Cuba	49,8
Villa Clara	3902,2	Guantánamo	20,9
Cienfuegos	925,7	Isla de la Juventud	332,1
Sancti Spiritus	493,3	Total del país	11 283,1
Ciego de Ávila	12,0		

Por otra parte, evaluaciones relacionadas sobre la retención media de carbono por especie realizadas en empresas del GAF indicaron que las plantaciones de acacia transitaban de 50 tC/ha a fines de 2013, a 102 tC/ha a fines de 2016, removiendo de la atmósfera 191 tCO₂/ha en tres años, lo que las posiciona en un buen lugar para su empleo, tanto en acciones de adaptación debido a su amplia adaptabilidad como en acciones de mitigación del cambio climático (INAF, 2014 y 2017).

2. Situación del programa de mejoramiento genético del género *Acacia* en Cuba

El programa de mejora genética relacionado con las especies de acacia en Cuba no cuenta con una descripción completa en la literatura. Sin embargo, en el Informe Nacional de los Recursos Genéticos Forestales se plantea que durante el período 2003-2012 se desarrollaron programas de mejoramiento para la obtención de madera aserrada y la producción de energía, tanto de *A. mangium* como *A. auriculiformis* (Hechavarría *et al.*, 2016), pero no se especifica el nivel de mejora alcanzado por estos programas.

Debido a esta razón se describirán las investigaciones o evaluaciones que se realizaron, sus objetivos y principales resultados, según los experimentos establecidos en el país con *A. mangium*, *A. auriculiformis* y el híbrido entre ellas.

A partir de los siete experimentos establecidos en Cuba, se realizaron ocho estudios relacionados con introducción de especies (García *et al.*, 2007; Lahera *et al.*, 2016; Lahera, en prensa; Mercadet *et al.*, 2001; Mercadet *et al.*, 2004; Mercadet *et al.*, 2007a; Mercadet *et al.*, 2010; y Parada *et al.*, 2004), uno con introducción de procedencias (Yero *et al.*, 2007) y uno relacionado con las primeras experiencias en la obtención y comportamiento del híbrido natural entre estas dos especies (Mercadet *et al.*, 2007b), con los que fueron abordados los siguientes objetivos:

- Determinar el comportamiento de cinco especies exóticas forestales (entre ellas *Acacia mangium*) en suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado.
- Realizar un programa de introducción de especies y procedencias para aumentar la producción de madera.
- Valorar la adaptabilidad de esta especie en diferentes ambientes.
- Establecer plantaciones experimentales demostrativas con especies de reconocida plasticidad ecológica, que se adapten a condiciones extremas como alternativa para mitigar los efectos locales de estrés ambiental en los ecosistemas afectados por sequía, fundamentalmente.
- Estudiar la adaptación de varias especies forestales, entre ellas dos procedencias de *Acacia auriculiformis* para proporcionar sombra al ganado.

¹ Reporte 2017 de las existencias nacionales de bosques artificiales por especie, DEFFS, 2017.

- Iniciar la introducción de *Acacia auriculiformis* y *Acacia polystachya* en una localidad de la precordillera de la Sierra Maestra Central, provincia de Granma.
- Iniciar los primeros trabajos para la obtención del híbrido natural en diferentes localidades de Cuba.

Estas especies en Cuba presentaron comportamientos promisorios debido a su potencial adaptativo bajo diferentes condiciones edafoclimáticas, lo que se refleja en las características dasométricas y de supervivencia que pueden alcanzar (Tabla 2).

Tabla 2. Comportamiento por especies del género *Acacia* a diferentes edades en cada localidad reportado por diferentes autores

Localidad	Año de establecimiento	Especie					
		<i>Acacia mangium</i>			<i>Acacia auriculiformis</i>		
		Superv. Edad	Altura Edad	Diam. Edad	Superv. Edad	Altura Edad	Diam. Edad
Las Cuabas, Camagüey	1994	71 % 9 años	8,89 m 15 años	7,08 cm 15 años	85 % 9 años	7,29 m 15 años	8,5 cm 15 años
La Experiencia, Camagüey	1994	62 % 9 años	10,11 m 15 años	13,28 cm 15 años	88 % 9 años	8,75 m 15 años	14,2 cm 15 años
Viñales, Pinar del Río	1993	52 % 7 años	13,90 m 7 años	16,60 cm 7 años	85 % 7 años	10,41 m 7 años	11,7 cm 7 años
Palma Sola, Matanzas	2002	-	-	-	53 % 3 años	4,64 m 3 años	4,6 cm 3 años
Placetas, Villa Clara	1994	-	-	-	71 % 7 años	1,30 m 7 años	1,2 cm 7 años
Jiguani, Granma	2000	-	-	-	74 % 6 años	1,24 m 6 años	2,2 cm 6 años
Guisa, Granma	1984	-	-	-	80,5 % 4 años	6,40 m 4 años	5,4 cm 4 años

El híbrido natural interespecífico entre *A. mangium* y *A. auriculiformis* alcanza mejores características dasométricas que sus parentales en

etapa de vivero (Mercadet *et al.*, 2007b), lo que demuestra la heterosis presente en él respecto a los parentales (Dinh, 2001) (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados comparativos entre las especies parentales y el híbrido interespecífico de *Acacia* (Mercadet *et al.*, 2007b)

Variables	<i>A. mangium</i>	<i>A. auriculiformis</i>	Híbrido
Supervivencia (%) (6 meses)	95,0	97,0	81,0
Altura (m) (6 meses)	0,41	0,62	1,03
Altura (m) (4 años)	6,42	6,12	7,50

Estos resultados reafirman que a pesar de la importancia de estas especies en Cuba por su adecuada perspectiva en comportamiento y adaptabilidad, la evaluación genética de su comportamiento estuvo afectada durante el período de los años noventa debido a la situación económica existente, al enfrentamiento de fenómenos atmosféricos como ciclones y huracanes y a la pérdida del personal especializado (GAF, 2017), situación que se mantuvo hasta 2016, causando que el desarrollo del Programa

de Mejoramiento Genético se detuviera, hasta que en 2017 se reinició, enfocándolo hacia la obtención de semilla híbrida para la producción de madera en rollo y tolerante a la sequía (GAF, 2017).

3. Perspectivas del Programa de Mejoramiento Genético del híbrido *A. mangium* x *A. auriculiformis* en Cuba

Al no haber avanzado las investigaciones realizadas hasta el diseño de un Programa de

Mejoramiento Genético para la especie, este fue elaborado (Fig. 1) a fin de poder evaluar si el empleo de alguna de las dos especies progenitoras como productora de la semilla otorga beneficios adicionales de interés económico al híbrido, además del necesario establecimiento

de una fuente productora de semilla híbrida con un diseño que aumente la certeza la hibridación interespecífica con un parental materno conocido, diseño que debe ser susceptible de modificación en función de los resultados que paralelamente se obtengan en el programa.

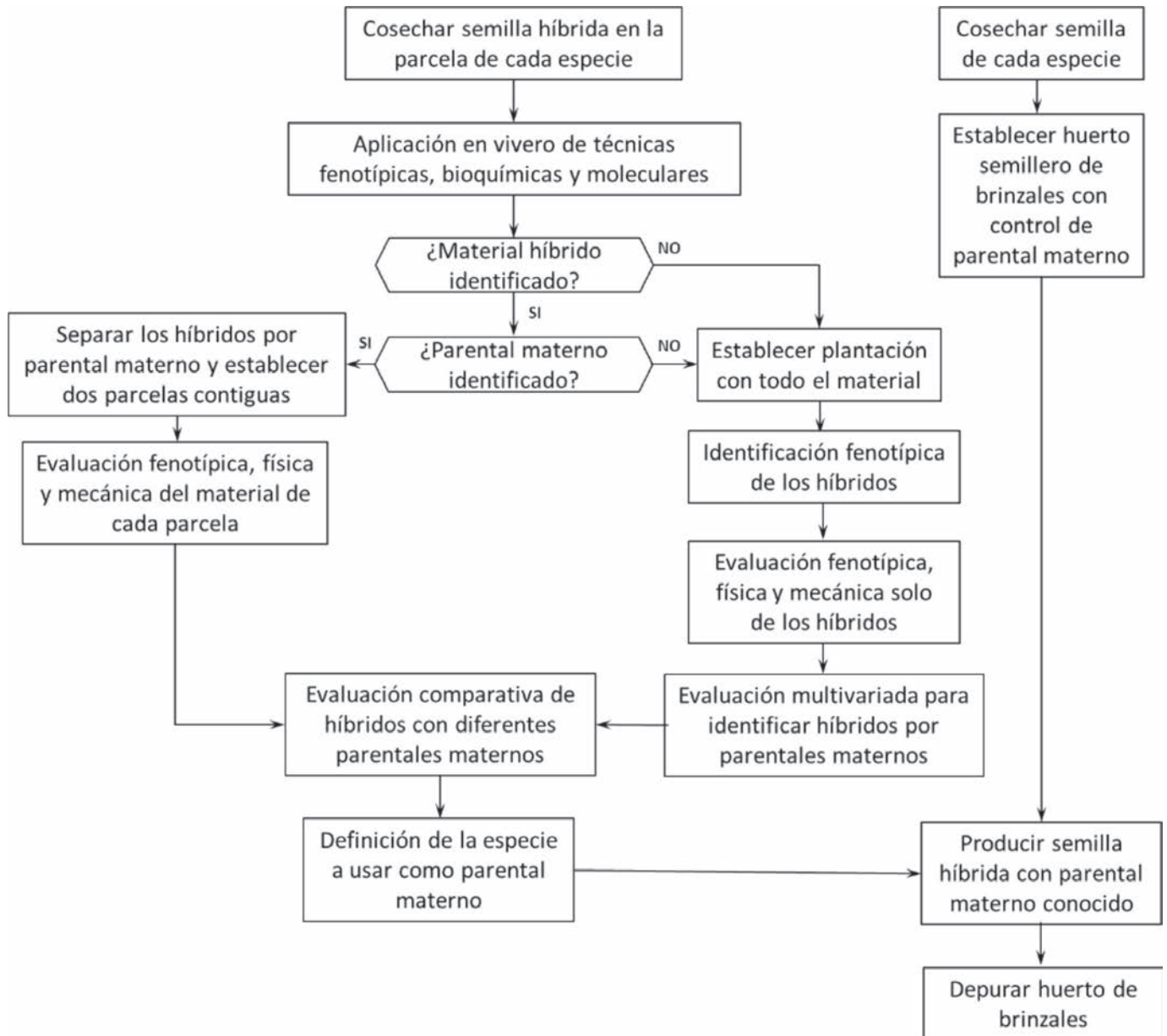


Figura 1. Diagrama del Programa de Mejoramiento Genético para obtener el híbrido *A. mangium* x *A. auriculiformis*.

Para la primera etapa de este diseño, Herrera *et al.* (inédito) definieron que mediante pruebas estadísticas en edades tempranas no es posible identificar las posturas híbridas obtenidas con progenitor materno conocido, y por tal motivo esta identificación productivamente no se pue-

de realizar hasta el momento. Este resultado preliminar puede ser debido a que el tamaño de muestra no fuera el idóneo para discriminar grupos bien diferenciados y/o a un muy alto nivel de similitud entre la variabilidad fenotípica y genotípica de estas especies con sus híbridos

(Dinh, 2001). En adición, han sido identificadas las áreas probables para el establecimiento en campo de un huerto semillero y de un experimento con el material híbrido, para evaluar en etapas de crecimiento posteriores cuál de los dos híbridos obtenidos pudiera presentar características económicas de interés.

CONCLUSIONES

- Los resultados derivados de los experimentos realizados para la introducción de *A. mangium* y de *A. auriculiformis*, la formulación del esquema general de mejoramiento a desarrollar para la obtención y evaluación de los híbridos interespecíficos, acompañada por los primeros resultados a escala de vivero obtenidos para la implementación del esquema de mejora, evidencian una situación promisorio para el desarrollo del Programa de Mejoramiento Genético acometido en Cuba con estas especies.

BIBLIOGRAFÍA

- Dinh, K.L. 2001. Studies on the use of natural hybrids between *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* in Vietnam. Agricultural Publishing House HA NOI. 171 p.
- Doran, J.C., Turnbull, J.W. 1997. Australian trees and shrubs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics. ACIAR Monograph No. 4, VIII + 384 p.
- García, G.Y., et al. 2007. Especies exóticas: Una buena alternativa para la mejora de la producción forestal en los suelos de las alturas de pizarra de Pinar del Río. IV Congreso Forestal. La Habana, Cuba. 7 p.
- García, G.Y., et al. 2007. IV Congreso Forestal: Especies exóticas, una buena alternativa para la mejora de la producción forestal en los suelos de las alturas de pizarra de Pinar del Río, Cuba. 7 p.
- Grupo Agro-Forestal (GAF). 2017. Mejoramiento Genético Forestal. Primera Fase del Programa al 2030. Proyecto Empresarial con el GAF. INAF. 18 p.
- Hechavarría, K.O., et al. Primer Informe Nacional sobre los Recursos Genéticos Forestales hasta 2012. Capítulo 4: "Estado

de uso y manejo sostenible de los Recursos Genéticos Forestales". Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 180 p.

Herrera, S., Álvarez, A., Gallardo, D., Milán, C.J. Inédito. Diferenciación preliminar de la estructura poblacional de *Acacia mangium* Willd. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 9 p.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). 2014. Registro de carbono 2013. La Habana. INAF. Cuba. 64 p.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). 2017. Reporte de carbono 2017. La Habana. INAF. 29 p.

Lahera, F.W. *En prensa*. Especies forestales para mitigar las condiciones de aridez y sequía en zonas secas de Granma. 7 p.

Lahera, F.W., et al. 2016. Comportamiento de especies forestales en suelos afectados por sequía en Palmarito, Jiguani. *Revista Forestal Baracoa* (CU) 35(2): 59-63.

Mercadet, P., A., et al. 2007a. Resultados de la adaptabilidad de *Acacia auriculiformis* en Cuba. IV Congreso Forestal. La Habana. Cuba. 9 p.

Mercadet, P., A., et al. 2001. Introducción de especies y procedencias en Cuba: Resultados de la Investigación y Proyecciones. FAO. Recursos Genéticos Forestales, No. 29: 15-19.

Mercadet, P., A., et al. 2010. *Acacia auriculiformis*: una especie para sombra en las condiciones ecológicas de la UBPC Palma Sola, Provincia Matanzas, Cuba. III Simposio Internacional de Restauración Ecológica. Villa Clara, Cuba. 10 p.

Mercadet, P., A., et al. 2004. Comportamiento de tres especies forestales en zonas con índice de desertificación. III Congreso Forestal. Ciudad de La Habana. Cuba. 8 p.

Mercadet, A., Ortiz, O., García, Y., Martínez, M. 2007b. Primeras experiencias para obtener el híbrido natural de *Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis* en Cuba. IV Congreso Forestal. La Habana. Cuba. 10 p.

Noda, J., A.L., et al. 1986. Genética y mejoramiento arbóreo. Ministerio de Educación. Editora Avenida del Bosque no. 168, Nuevo Venado, La Habana, Cuba. 297 p.

Parada, D.; Díaz, L.; Figueroa, N.; Peláez, U. y Mercadet, A. 2004. Las Acacias: Alternativa para la reforestación de suelos pobres. III Congreso Forestal. La Habana, Cuba. 10 p.

Sotolongo, S. R.; Geada, L. G. y Cobas, L. M. 2000. Mejoramiento Genético Forestal. 52 p.

Yero, L. V., Mercadet, P. A. y Lobaina, B. H. 2007. Comportamiento de procedencias de *Acacia auriculiformis* y *Acacia polystachya* en la provincia de Granma. IV Congreso Forestal. La Habana, Cuba. 5 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Sandra Herrera Soler

Licenciada en Biología, su labor de investigación está relacionada con el mejoramiento genético forestal. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.