

ATRIBUTOS AUTOECOLÓGICOS DE *PINUS TROPICALIS* MORELET EN BOSQUES NATURALES DE GALALÓN

AUTECOLOGICAL ATTRIBUTES OF *PINUS TROPICALIS* MORELET IN NATURAL FORESTS OF GALALÓN

M. SC. MARÍA A. VALDÉS-SAENZ, DR. C. YUDEL GARCÍA-QUINTANA, DR. C. LUIS E. LEÓN-SÁNCHEZ, M. SC. CARMEN R. VALDÉS-SAENZ E ING. ANAXÍMENES FERNANDES-DO- NASCIMENTO

Universidad de Pinar del Río. Calle Martí Final 270, Pinar del Río, Cuba, madela@af.upr.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se determinaron algunos atributos autoecológicos de la especie *Pinus tropicalis* Morelet en bosques naturales de la localidad de Galalón con el objetivo de la caracterización climática del área, las propiedades físicas y químicas del suelo y determinación de los valores de potencial hídrico y de transpiración cuticular. Los resultados indican algunas afectaciones en cuanto al estado de conservación del bosque, una tendencia al incremento en los valores de los elementos que tipifican el clima, predominio de un suelo de textura loam arcillosa, erosionado, poco profundo y con un grado alto de acidez. La especie *Pinus tropicalis* es la más heliófila de los pinos cubanos y se adapta a condiciones extremas, creando mecanismos para ello. Se obtuvo que los valores de potencial hídrico al alba son menores que al mediodía, destacándose inferiores en las ramas con orientación sur. Son significativos los bajos valores encontrados que denotan un estado cercano al estrés hídrico en los árboles. La transpiración cuticular resultó mayor en la exposición sur.

Palabras claves: *Pinus tropicalis* Morelet, autoecología, bosques.

ABSTRACT

In this work we have determined autoecology attributes of the species *Pinus tropicalis* Morelet which are found in natural forests of the town of Galalón. We have the following objectives: the climatic characterization of the area, the physical and chemical properties of the soil and determination of the values of potential hydraulic and of transpiration cuticular. The results indicate some affectations which come from the state of conservation of the forest and an increasing tendency in the values of the elements that characterize the climate; most of the soil has the texture of loamy loam, erosion, not very deep and with a high grade of acidity. The species *Pinus tropicalis* is the most common heliófila of the Cuban pines and it adapts to extreme conditions creating mechanisms for such adaptation. It was observed that the values of potential hydraulic at dawn are lower than at noon in the branches with south orientation. They are significant the first floor opposing values that denote a near state to the stress hydraulic in the trees. The transpiration cuticular was higher in the south exhibition.

Key words: *Pinus tropicalis* Morelet, autoecology, forests.

INTRODUCCIÓN

Pinus tropicalis Morelet de la familia *Pinaceae* es endémica de Pinar del Río, según Geada, Kamiya y Hatada (2006). Representa un relictos del linaje euroasiático cuyo proceso evolutivo se diferencia del resto de los pinos americanos. Desde 1993 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza la declara en categoría de amenaza. Es un árbol de 25 m de altura y 50 cm de diámetro;

no obstante, puede alcanzar mayores alturas. Es la más heliófila de los pinos cubanos, por lo que requiere una gran cantidad de luz para su germinación y principalmente su desarrollo. Actualmente se encuentra en discretas poblaciones al noroeste, centro y noreste de la provincia, existiendo una alta diferenciación entre los grupos, lo que sugiere que el flujo genético vía polen es muy

limitado. Los ensayos de procedencia han indicado un proceso de adaptación de los orígenes geográficos según su distribución natural. Plantea García (2006) que las poblaciones de pinares de Galalón muestran características únicas a nivel ecofisiológico, morfológico y genético que le permiten diferenciarse de las restantes, pudiendo considerarse como una unidad distinta. Es por ello que la propone como Unidad Significativa de Evolución a diferencia de las restantes, lo que implica que las actividades silvícolas sean reguladas. Por lo anteriormente referido el objetivo de este trabajo es determinar algunos atributos autoecológicos de la especie *Pinus tropicalis* Morelet que contribuyan a la caracterización de su nivel adaptativo en poblaciones naturales de la localidad de Galalón, Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en áreas naturales de la especie *Pinus tropicalis* Morelet distribuidas geográficamente en la parte nordeste de la provincia de Pinar del Río, en la localidad de Galalón, con coordenadas 22°40' de latitud norte y 83°30' de longitud oeste. Para la caracterización del estado de la especie en la localidad se tomó información de los registros de la Empresa Forestal Integral (EFI) La Palma, y de Flora y Fauna del propio municipio en 2008, entidades que comparten el patrimonio natural de la especie.

Se tomó la información de precipitación, evaporación, temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa y duración de radiación directa de los últimos treinta años de la subestación hidrológica Amistad enclavada en la localidad de estudio, confeccionándose el climodiagrama (método de Walter y Lietch, 1960) y utilizando el software Climod 2.1. Se calculó la evapotranspiración potencial [Thornwaite, 1948]. Se realizó análisis de tendencia (medias móviles) a los elementos climáticos anteriormente citados.

Se tomaron muestras de suelo para efectuar una caracterización química y física de él. La caracterización química se efectuó en el Laboratorio de Suelos perteneciente al Ministerio de la Agricultura, Pinar del Río. Para

ello se utilizaron los siguientes métodos, según Minag (1981): método del potenciómetro para determinar el grado de acidez (pH), método de Oniani para la determinación de las formas móviles de fósforo y potasio, método de Schachtschabel por fotometría de llama para la determinación de los cationes intercambiables (Na^+ y K^+), y método de Schachtschabel por valoración con la sal EDTA en medio básico para determinar los cationes Mg^{2+} y Ca^{2+} y valor T (capacidad de intercambio catiónico).

La caracterización física del suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Pinar del Río, a través de los siguientes métodos, según Minag (1981): método del picnómetro para la determinación de la densidad real, método del cilindro para determinar densidad aparente y cálculo de la porosidad total. Una vez determinadas las propiedades físicas y químicas del suelo, fueron evaluadas con la ayuda del Manual de Interpretación de índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos [Cairo y Fundora, 2007]. Se localizó el suelo a través del mapa de suelos a escala 1:25 000 y clasificó según la última Clasificación Genética de los Suelos de Cuba [Hernández *et al.*, 2002], Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura. Se realizó un análisis multivariante para establecer si existen diferencias entre las parcelas en cuanto al análisis químico y la comparación múltiple de medias por la prueba de Duncan para determinar la diferencia entre los grupos, a partir del software SPSS, versión 13.0.

A muestras de ramas recogidas en orientaciones norte y sur de las plantas se les realizó medidas del potencial hídrico en horas del alba y al mediodía, utilizando la cámara de Scholander o cámara de presión, y adaptando la metodología descrita por Oliet (2001). Para ello se tomó una muestra de seis plantas al azar por cada punto, las cuales fueron cortadas con una tijera, luego se etiquetaron y se transportaron al laboratorio en una nevera aislándola de su medio. Para determinar la transpiración cuticular se procedió de la siguiente manera: se tomaron seis muestras al azar de la localidad de las orientaciones norte y sur, las cuales fueron satu-

radas la noche anterior y trasladadas al laboratorio, conservándolas en una nevera durante el viaje. En la mañana siguiente fueron pesadas cada hora hasta lograr el peso constante, utilizando una balanza técnica digital Sartorius BL 1500, con un error de 0,1 g. Finalmente se calculó la transpiración cuticular como se expresa a continuación:

$$T_c = \frac{P_{fi} - P_{ff}}{t}$$

Donde:

T_c : Transpiración cuticular

P_{fi} : Peso fresco inicial (g)

P_{ff} : Peso fresco final (g)

t : Tiempo (h)

Con los valores de pesadas se realizaron curvas de pérdidas de peso con la ayuda del procesador electrónico Microsoft Excel, obteniendo la ecuación que relaciona su magnitud con respecto al peso fresco inicial para las orientaciones cardinales estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las áreas forestales en la zona de estudio son patrimonio de dos entidades, representadas cada una tal y como aparecen en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Estado actual de la especie en Galalón

Patrimonio	Áreas(ha)	Flora y fauna	EFI La Palma	Total
Superficie actual cubierta por formaciones de pinares		1022,2	11032,0	12054,2
Bosques naturales de <i>Pinus tropicalis</i> Morelet		676,5	89,0	765,5
Masa semillera de <i>Pinus tropicalis</i> Morelet		–	24,0	24,0

Fuente: EFI La Palma y Flora y Fauna (2008).

Se analizaron las tendencias de los elementos climáticos que mayor influencia tienen sobre procesos fisiológicos y morfológicos en la especie. Fernández (2008) plantea que la especie crea mecanismos

ecofisiológicos, sufriendo modificaciones fisiológicas y morfológicas para adaptarse más fácilmente al medio teniendo en cuenta que no es exigente a condiciones edáficas.

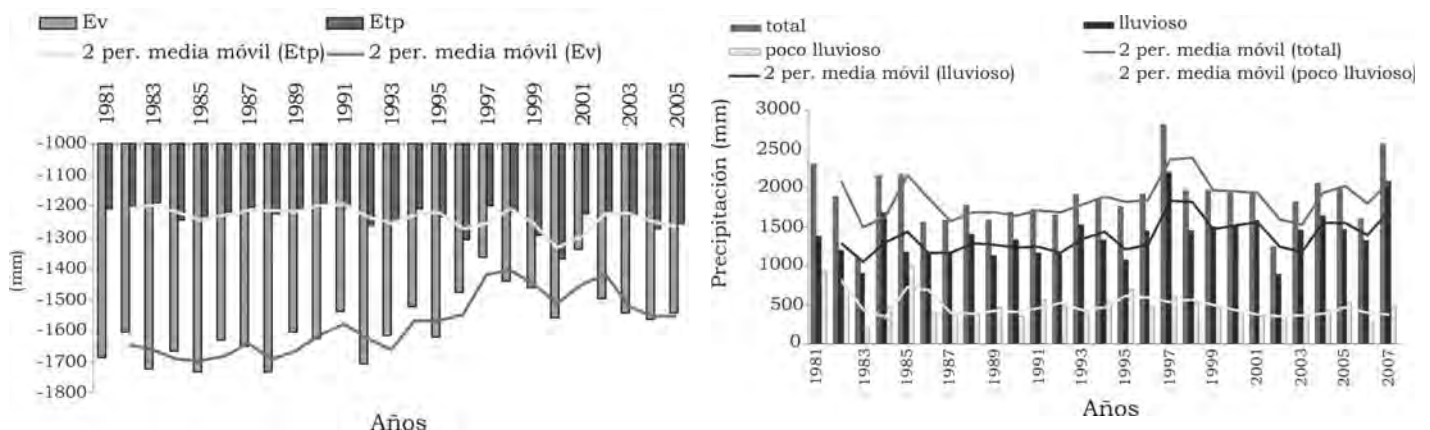


Figura 1. Tendencia de la precipitación, evaporación y evapotranspiración.

En la Fig. 1 se puede constatar que la evapotranspiración ha tenido tendencia al incremento, mientras que la evaporación se ha comportado en sentido contrario, lo cual puede deberse al incremento de la cobertura del bosque sobre

el suelo. La precipitación total del período lluvioso y del poco lluvioso en el transcurso del período estudiado tiende a aumentar, haciéndolo de forma más tenue el período del año en que históricamente llueve menos.

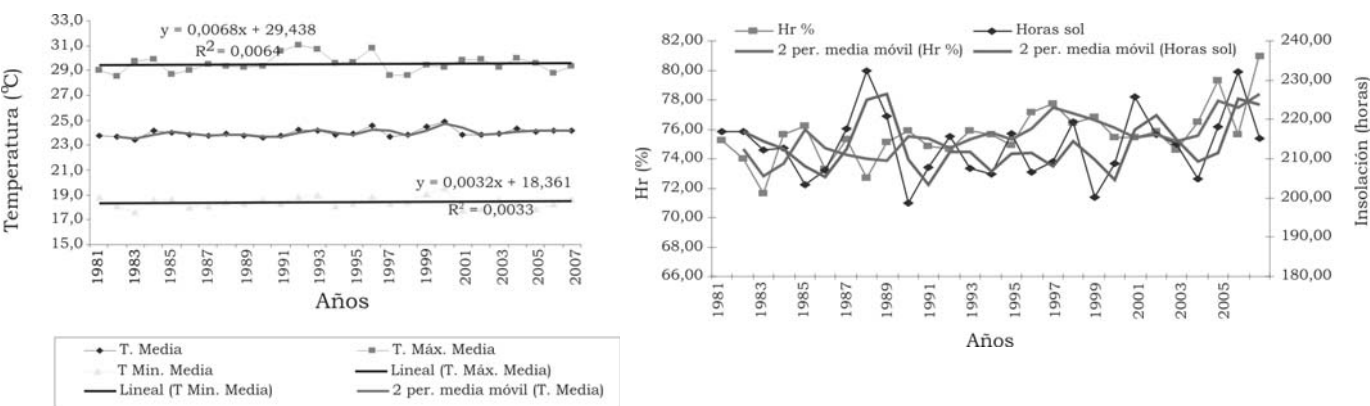


Figura 2. Tendencia de la temperatura, humedad relativa y horas-sol.

En la Fig. 2 se observan las tendencias de los valores extremos y medio de la temperatura del aire con incrementos mayores en los valores máximos. Tal y como refiere Samek y del Risco (1989), *Pinus tropicalis* es la más heliófila de los pinos cubanos y requiere una gran cantidad de luz para su germinación, y principalmente su desarrollo, siendo su regeneración natural posible solo en lugares soleados, por lo que la tendencia al incremento de la insolación en la localidad actúa a favor del logro de ello.

Se identificó en el área un suelo ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado, de textura loam arcilloso, erosionado, poco profundo, alomado y desaturado.

$$\text{Galalón} = \text{VIA}17 \frac{P^1 h^3 e^4}{f x_5} 100 t_3 m4$$

En la Tabla 2 aparecen los resultados de las características físicas del suelo. Los valores de la densidad real de medio a alto se corresponden con lo señalado por Cairo y Fundora (2002), en cuanto a la acción por la acumulación de hierro y aluminio que tiene lugar por la acción intensa del clima en este tipo de suelo que provoca el lavado del calcio, el magnesio, el sodio, el potasio y la sílice. La densidad aparente se ve afectada por la textura y el contenido de la materia orgánica. Los suelos de partículas más finas poseen densidades más bajas que aquellos de partículas mayores.

TABLA 2
Evaluación de las propiedades físicas del suelo

Puntos de muestreo	Densidad real (g/cm³)	Densidad aparente (g/cm³)	Porosidad (%)
Punto 1	2,54 M	1,42 M	44,0 B
Punto 2	2,35 B	1,54 A	45,0 B
Punto 3	2,56 M	1,41 M	60,55 A
Punto 4	2,72 A	1,34 M	50,74 M
Punto 5	2,66 A	1,40 M	47,37 M
Punto 6	2,66 A	1,54 A	42,11 B

A: Alto M: Medio B: Bajo.

La *Tabla 3* muestra el resultado de la composición química del suelo, en el cual resalta el grado de acidez si se tiene en cuenta lo señalado por Louman *et al.* (2001). Ello afecta la disponibilidad de nutrimentos minerales, reduciendo la disponibilidad de cationes de calcio, magnesio, potasio y sodio, que van siendo sustituidas por el hidrógeno, y cuando la acidificación se intensifica aparece también en el complejo absorbente o complejo de cambio el catión acidificante aluminio, discrepando entonces con lo señalado por García (2006) al estudiar *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Viñales y Galalón respecto a que pH de 3,8 se ajusta más a los requerimientos de

Pinus tropicalis, pues el que esta especie crezca en suelos pobres no quiere decir que necesita este tipo de suelo, sino más bien que en suelos más ricos y húmedos la competencia con otras plantas arbóreas es tan fuerte que no permite su desarrollo, lo cual plantearon Samek y Del Risco (1989), citado por Bonilla (2008).

Como resultado de la prueba de Duncan se identificaron diferencias en la composición química del suelo entre las parcelas estudiadas, resultando como la mejor la dos y la peor la tres, a pesar de que los valores en todos los casos corresponden a condiciones nutricionales deficientes.

TABLA 3
Análisis químico de suelo

Parcelas	pH (KCl)	P ₂ O ₅ (meq200g de suelo)	K ₂ O (meq200g de suelo)	MO (%)	Ca ⁺⁺ (meq200g de suelo)	Mg ⁺⁺ (meq200g de suelo)	Na ⁺ (meq200g de suelo)	K ⁺ (meq200g de suelo)	S (meq200g de suelo)	T (meq200g de suelo)	T_S (meq200g de suelo)
1	3,89 a	1,34 bc	14,18 a	1,59 c	2,97 b	0,69 ab	0,10 bc	0,29 a	4,05 b	6,29 a	2,32 a
2	3,92 a	1,22 d	11,51 b	1,62 c	3,09 a	0,79 a	0,12 ab	0,25 ab	4,24 a	6,40 a	2,17 a
3	3,69 b	1,43 b	5,90 f	2,81 a	2,78 c	0,67 ab	0,13 ab	0,02 d	3,70 d	6,00 b	2,29 a
4	3,83 a	1,25 cd	6,15 e	0,80 d	2,84 c	0,62 b	0,19 a	0,05 cd	3,77 d	6,03 b	2,31 a
5	3,89 a	1,36 bc	10,96 c	2,17 b	2,98 b	0,64 b	0,03 c	0,15 bc	3,95 bc	6,09 b	2,25 ab
6	3,91 a	1,55 a	6,97 d	1,67 c	3,04 ab	0,70 ab	0,05 bc	0,12 cd	3,89 c	6,04 b	2,17 b

Letras iguales no representan diferencia significativa según prueba de Duncan para $p < 0,05$.

Las actividades silvícolas fundamentales que se realizan a los bosques naturales de *Pinus tropicalis* en la localidad son: medidas de protección contra incendios, de conservación de suelos, limpiezas, raleos de siete a quince años, coincidiendo con lo destacado por Ares (1999), quien señala que son en general bosques degradados con incrementos volumétricos registrados muy por debajo de sus potencialidades, en muchos casos con especies valiosas, algunas endémicas, adaptadas a las condiciones del sitio que ocupan, lo que garantiza de cierto modo potencialidades productivas y resistencia a plagas.

Como se observa en la *Tabla 4*, las medidas de potenciales hídricos al alba y al mediodía son diferentes, apareciendo los máximos valores al alba y los mínimos (más negativos) al mediodía. Esto explica que al salir el sol estimula que se abran los estomas en la planta, lo cual inicia las pérdidas por transpiración y provoca el descenso del potencial

hídrico, coincidiendo con lo señalado por Oliet (2001), quien manifiesta que la mayor parte de los procesos fisiológicos de la planta están relacionados con su estado hídrico. Esta medida estima además muy bien la humedad en términos de potencial o energía, ya que de madrugada y después de muchas horas con los estomas cerrados las plantas se comportan como manómetros del potencial hídrico del suelo. Son significativos los bajos valores encontrados que denotan un estado de carencia de recursos hídricos en el suelo, lo cual pudiera deberse a que el muestreo se realizó a finales de abril, o sea, final del período poco lluvioso, además de tener en cuenta las características del suelo ya descritas que contribuyen a disminuir la capacidad de retención de humedad. Ello coincide con lo planteado por García (2007) referido a que la humedad del suelo (que controla el suministro de agua) y la transpiración (que gobierna la pérdida de agua) determinan los valores

del potencial hídrico, y con Fernández (2008), por cuanto se obtienen valores de potenciales más negativos donde debe ser mayor la carencia de recursos hídricos. Las diferencias entre las mediciones al alba y mediodía resultó mayor en la orientación norte (0,45 MPa), lo que se explica con lo planteado por García (2007) respecto a que *Pinus tropicalis* Morelet se adapta a condiciones extremas de suelo y ajusta la economía hídrica de la planta para dar una respuesta más favorable en aquellos

ambientes donde la retención de agua es mayor.

En la Fig. 3 se obtienen las tasas de transpiración para las orientaciones estudiadas que resultaron bajas en correspondencia con la baja disponibilidad de agua en el suelo según la época del año. Se repiten los valores superiores en la orientación sur como respuesta a la mayor incidencia solar, teniendo en cuenta el efecto regulador de la transpiración ante el efecto de sobrecalentamiento que ello provoca.

TABLA 4
Valores de potencial hídrico de la especie (MPa)

Parcelas	Norte		Sur	
	Alba	Mediodía	Alba	Mediodía
1	-1,38	-1,86	-1,58	-1,94
2	-1,42	-1,82	-1,61	-1,90
3	-1,51	-1,96	-1,63	-1,97
4	-1,52	-1,94	-1,65	-1,96
5	-1,48	-1,93	-1,63	-1,96
6	-1,53	-1,95	-1,60	-1,97

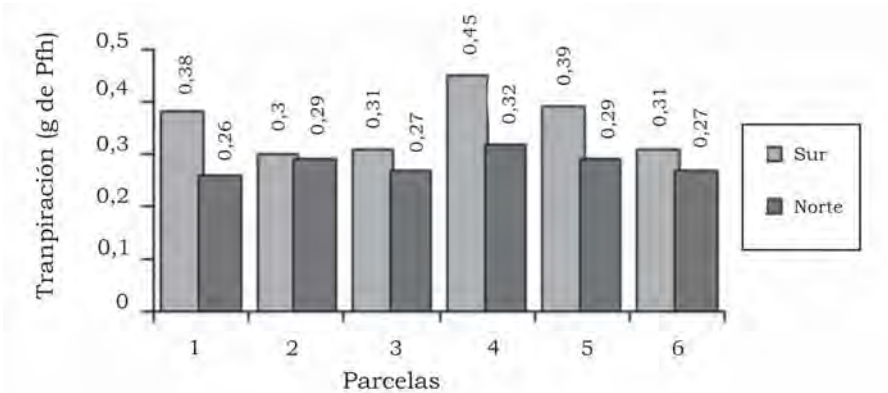


Figura 3. Transpiración en las orientaciones norte y sur.

CONCLUSIONES

- En la localidad estudiada se constató una tendencia al incremento en los valores de los elementos que tipifican el clima con predominio de un suelo de textura loam arcilloso, erosionado, poco profundo, alomado, desaturado y con un valor alto de acidez.
- Existen algunas afectaciones en la población de *Pinus tropicalis* Morelet debido a la intervención antrópica, asociación con *Pinus caribaea* var. *caribaea* y afectaciones por huracanes fundamentalmente.

- Los valores de potencial hídrico obtenidos son bajos, siendo mayor la diferencia entre el alba y el mediodía hacia la orientación norte (0,45 MPa), resultando las tasas de transpiración mayor en la exposición sur.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, M. 2004: Comunicación personal. Especialista de Áreas Protegidas, Delegación Territorial Citma, Pinar del Río.

ARES R., A. E. 1999: «Tablas dasométricas. Propuestas de categoría y valoración de alternativas de manejo para los pinares naturales de la EFI La Palma», Tesis en opción al grado

- científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río.
- CAIRO Y FUNDORA. 2007: *Edafología (segunda parte)*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 250 pp.
- FAO. 2006: *Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe*, Estudio FAO (148), Montes, Roma, FAO, 178 p.
- FERNÁNDEZ, A. 2008: «Estrategia para el manejo y conservación de *Pinus tropicalis* Morelet en Alturas de Pizarra, Viñales, Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Pinar del Río.
- GARCÍA, Q. Y. 2006: Estrategia para la conservación intraespecífica de *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea*, Boret y Golfari, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas. Proyecto de cooperación de formación doctoral, Universidad de Pinar del Río / Universidad de Alicante, Cuba/España, Pinar del Río, Cuba, 127 pp.
- GARCÍA, Q. Y. 2007: «Ensayo de procedencia *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea* en Viñales, Alturas de Pizarra, Pinar del Río, Cuba», revista *Chapingo* (MX) XIII (1): 46-55, agosto.
- GEADA, L. G.; KAMIYA, K.; HARADA, K. 2006: «Phylogenetic Relationships of Diploxylon Pines (subgenus *Pinus*) Based on Plastid Sequence Data», *International Journal of Plant Science* 163(5):737-747, EE.UU., octubre.
- HERNÁNDEZ, A. 2002: *Clasificación genética de los suelos de Cuba*, Instituto de Suelos, Minag, 221 pp.
- OLIET, P. J. 2001: «Aplicaciones de la medida del estado hídrico en el viverismo», Dpto. Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba, 17 pp.
- SAMEK, V.; DEL RISCO, E. 1989: *Los pinares de la provincia de Pinar del Río, Cuba. Estudio ginecológico*, Ed. Academia, pp. 13-19.
- THORNWAITE, C. W. 1948: *Métodos para calcular la evapotranspiración*, Grupo Editorial Random, pp. 65-68.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: María Adela Valdés Sáenz

Ingeniero agrónomo. máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, profesora auxiliar en la Universidad de Pinar del Río, ha impartido cursos de posgrados en diplomados y maestría. Actualmente se desarrolla como aspirante a doctora en el tema Autoecología de la especie *Pinus tropicalis* Morelet en las condiciones de Galalón, Pinar del Río. Ha participado en eventos nacionales e internacionales: Fóruns de Ciencia y Técnica Anuales; VII Encuentro de Agricultura Orgánica Sostenible (Actaf); II Simposio de Ecología, Sociedad y Medio Ambiente; I Taller de Botánica Armando Urquiola in Memoriam; Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales.