

EMPLEO DE AGUA TRATADA MAGNÉTICAMENTE COMO RIEGO EN PLÁNTULAS DE *PINUS TROPICALIS* MORELET

M.Sc. LIZEYDA PAREDES MOREJÓN¹ y M.Sc. JUAN CARLOS CASTRO PALACIO²

¹ Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723
e/ 17B y 17C, reparto Siboney, Playa, La Habana

² Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 esq. a 27 de
Noviembre, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

El proceso de crecimiento de la especie Pinus tropicalis Morelet es muy lento, manteniéndose los primeros años con un aspecto herbáceo con poco incremento, pero desarrollando un sistema radical profundo aproximadamente diez veces la altura de la planta, lo que permite llegar a las capas más húmedas del suelo. Esa característica se denomina exploración, y se considera una adaptación de la especie a estos edátopos, donde la planta puede garantizar el suministro de agua aun en la estación de seca. En sentido autoecológico, en estos edátopos la especie aventaja al pino macho, ya que sus raíces son más profundas y soportan más la falta de humedad. Este trabajo tiene como objetivo la aplicación de agua tratada magnéticamente –ATM imanes permanentes de 1200 gauss– a las plántulas de esta especie de pinus, mediante el riego de ATM de manera estática como dinámica en su primer estadio. Para ello utilizamos cuatro tratamientos y su patrón, se midieron hasta 15 días de edad y se analizaron estos datos mediante un Anova simple y una prueba de comparación de medias Duncan al 5%. Los resultados indican la influencia positiva tanto en el vigor como en el crecimiento, ya que las longitudes máximas alcanzadas a la edad de 15 días fueron de 10,75 cm para las

ABSTRACT

The growing process of the species Pinus tropicalis Morelet is very slow. During the first years it has an herbal aspect with a slow growing pattern; while a deep root system is been developed up to 10 times the height of the plant. This deep root system allows the plant to access the most humid layers of the soil. This characteristic is known as exploration and it is considered to be an adaptation of the species for dry season conditions, making this species of pine more competitive than the Pinus caribbean in this sense. The objective of this work is to apply magnetically treated water (MTW) (using 1200 Gauss magnets) to the seedlings of this species of pine by irrigating both kind of water magnetically and dynamically treated. For this purpose 4 treatments and a control samples were used. The seedling length was measured at the day 15th. Statistically, the data was analysed using a simple Anova and Duncan tests using a signification level of 5%. Results indicate the positive influence of the MTW in the vigour and in the growing, since the greatest lengths were of 10.75 cm, otherwise in the case of the control sample the greatest lengths were of 7 cm. This is a good clue of the positive effect of the MTW in this physiological aspect.

muestras tratadas en ambas variantes, mientras que las muestras sin tratar solo alcanzan valores hasta los 7 cm, lo cual denota el efecto beneficioso del empleo del ATM en este aspecto fisiológico.

Palabras claves: *Pinus tropicalis* Morelet, agua tratada magnéticamente, crecimiento

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las plántulas de *Pinus tropicalis* Morelet, por sus características en su primera etapa, tiene un crecimiento de la parte aérea muy lenta, debido a que crece en profundidad del suelo para tratar de asegurar los nutrientes y sustancias de reservas necesarias para el desarrollo posterior de la planta. Las experiencias con el empleo de agua tratada magnéticamente en este aspecto fisiológico indican que se acelera el desarrollo y el vigor de los cultivos, aumentando a su vez la producción, mejoran la calidad de los productos y ahorra el consumo de agua de riego. Estos resultados plantean las hipótesis de una mejor utilización de la humedad por las plantas, un incremento en la absorción de los nutrientes y una disminución de la evapotranspiración en los cultivos [Díaz *et al.*, 2004].

El objetivo de este estudio es conocer la influencia del riego con agua tratada magnéticamente, obtenida tanto de manera dinámica como estática en el primer estadio del crecimiento de las plántulas de la especie *Pinus tropicalis* Morelet.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento se emplearon semillas de la Procedencia Ceja del

Key words: *Pinus tropicalis* Morelet, magnetically treated water, growing

Negro, perteneciente a la EFI Pinar del Río, cosechadas en julio del 2004 y almacenadas a temperatura ambiente durante tres meses hasta octubre del 2004 que fueron utilizadas.

El experimento se realizó a escala de laboratorio. En primer lugar se obtuvo el agua tratada magnéticamente de manera dinámica y estática mediante el empleo de cuatro imanes anisotrópicos de estroncio permanentes con una intensidad de campo de 1200 gauss, ubicados en configuración bipolar en cada recipiente dispuesto para este fin.

El tamaño de muestra utilizado fue de 4000 semillas por tratamiento ubicadas en cápsulas Petri a razón de 50 semillas por placas. Se riega de una vez todos los casos:

- Patrón (solo se emplea agua corriente en el proceso de imbibición y riego).
- Dinámica embebida (se emplea ATM dinámica en ambos momentos).
- Estática embebida (se emplea ATM estática en ambos momentos).
- Estática (se emplea agua corriente en la imbibición y ATM estática en el riego).
- Dinámica (se emplea agua corriente en la imbibición y ATM dinámica en el riego).

En este experimento se realizan las mediciones sobre el crecimiento (altura) de las plántulas una vez que las semillas han germinado. Para este propósito se midieron las plántulas (raíz más tallo) en todos los tratamientos y el patrón, en tres momentos diferentes: a los 16, 32 y 45 días, después que las semillas fueron colocadas en condiciones de germinación. Con estos datos de longitud se construyeron histogramas en un rango desde 0 a 11 cm con intervalos de 0,5 cm. A estos datos se les realizó un Anova simple y una prueba de comparación de medias Duncan al 5%. Para ello se utilizó el procesador estadístico automatizado Statgraph Plus 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los histogramas de la *Fig. 1* y contenidos en la *Tabla 1* muestran el crecimiento promedio de las plántulas en tres momentos: a los 16, 32 y 45 días para el patrón y los tratamientos. Los resultados observados (*Fig. 1* y *Tabla 1*) muestran que en el primer período el crecimiento de las plántulas patrón difiere notablemente de los tratamientos. En estos últimos las plántulas alcanzaron longitudes entre 9,25 y 10,75 cm, mientras que el patrón reportó mediciones solo hasta 7,25 cm. En el segundo período esta situación se mantuvo muy similar al primero. Ya en el tercer período hubo cierta disminución en las longitudes máximas alcanzadas en los tratamientos –entre 6,25 y 9,25 cm–, incluso el patrón, que reportó hasta 4,25 cm. Estos resultados se corroboran con los estudios de

Carmenate y Álvarez (1992), que demuestran la efectividad del riego con agua tratada magnéticamente sobre el crecimiento de las plántulas de origen agrícolas como el maíz. Se corrobora además lo planteado por Díaz (2001) cuando el agua contenida en la semilla es tratada magnéticamente junto con el material biológico. El aumento de la humedad en ella puede intensificar los efectos estimulantes en su respuesta fisiológica. En este mismo sentido, Pérez (1992) planteó que el uso de ATM a través del riego actúa sobre los sistemas biológicos acelerando el crecimiento de las plantas en dependencia de la caracterización y especificación del grado del tratamiento. Las plantas crecen más vigorosas y con mayor porte, la coloración de las hojas es de color verde más intensa, se facilitan los procesos respiratorios, fotosintéticos y de evapotranspiración, y se reportan además incrementos notables en los porcentajes de clorofila.

En el primer período (1-15) se observa la existencia de picos hacia la zona de las longitudes mayores, en el caso de los tratamientos llegando incluso hasta 9,25 cm cuando comparamos con el patrón (un pico máximo en 1,75 cm). En el segundo período (16-31) el patrón mantiene su comportamiento, mientras que los tratamientos reportan picos a la derecha, pero en menor escala que el período anterior, llegando hasta 8,25 cm. En el tercer período (32-45) tanto el patrón como los tratamientos se comportan de modo similar con un pico principal en 1,75 cm y otro secundario en 2,75 cm, aunque los tra-

tamientos aún presentan picos menos significativos hasta 4,75 cm.

La disminución de los conteos para las longitudes mayores experimentada en el caso de los tratamientos cuando avanzamos del primer al tercer período se debe en gran medida a que el ATM es absorbida más rápidamente que el agua normal en función del crecimiento de las plántulas en los dos primeros períodos. En el tercer período disminuye la humedad presente en el sustrato de los tratamientos, a tal punto que existe gran similitud con el comportamiento mostrado por el crecimiento de las plántulas patrón. Estos resultados se corresponden con lo experimentado por Dayal y Sing (1986), que plantean que el sistema radicular crece más al igual que su parte aérea al regarse con agua tratada magnéticamente, permitiéndole a la planta mayor anclaje y facilidad en la absorción de humedad y nutrientes del suelo propio del sistema de raíces que desarrolla. En este sentido Duarte (2003) plantea que la estimulación en el

crecimiento y desarrollo de las plantas regadas con agua tratada magnéticamente radica en la transferencia de las fuerzas electromotivas del agua a la planta, quedando el sistema de raíces excitado por estas fuerzas, lo que promueve un crecimiento más rápido y saludable.

Los resultados del análisis realizado a la primera etapa, del Anova se observó que existían diferencias significativas entre todos los casos experimentados a un nivel de significación del 0,05%. A estos resultados se les aplica la prueba de Duncan para conocer dónde radicaban estas diferencias, apreciándose el comportamiento de cada tratamiento y el patrón en este aspecto fisiológico. Se observó que en esta primera etapa la estática embebida presenta el mejor comportamiento, seguida de las dos variantes de dinámica, estática, y por último el patrón. En esta etapa no hubo diferencia significativa entre las dos dinámicas, pero sí entre las restantes a un nivel de 0,05%.

Prueba de Duncan a los 16 días

	Cantidad	Medias	Grupos homogéneos
Patrón	40	1,63	d
Estática	40	2,42	c
Dinámica	40	3,29	b
Dinámica embebida	40	3,46	b
Estática embebida	40	4,20	a

Letras diferentes representan diferencia significativa para la prueba de comparación de medias de Duncan (5%).

Los resultados de la segunda etapa el Anova se aprecia lo mismo que en el análisis anterior, es decir, se ob-

servan diferencias significativas al 0,05% entre todos los casos estudiados, se realiza la prueba de Duncan

con el mismo objetivo anterior, se describe el comportamiento de todos los tratamientos y la muestra patrón, resultando la estática la mejor en esta etapa, seguida de las dos dinámicas que

no difieren significativamente entre sí. La dinámica y estática con imbibición tampoco presentan diferencias significativas al 0,05%, mientras que en el resto sí se observan diferencias.

Prueba de Duncan a los 32 días

	<i>Cantidad</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
Patrón	40	2,09	d
Estática	40	4,03	a
Dinámica	40	3,22	bc
Dinámica embebida	40	3,36	b
Estática embebida	40	3,09	c

Letras diferentes representan diferencia significativa para la prueba de comparación de medias de Duncan (5%).

En la tercera etapa los resultados del Anova se aprecia lo mismo que en los análisis anteriores, es decir, se observan diferencias significativas al 0,05% entre todos los casos, se realiza la prueba de Duncan con el mismo objetivo que los casos anteriores y se describe el comportamiento de todos en esta última etapa, donde ya el cre-

cimiento es menor; pero se asemeja mucho al anterior, donde el de mejor comportamiento sigue siendo la estática seguido de las dos dinámicas y estática embebida, que no presentan diferencias significativas entre las tres, y por último las plántulas patrón, que sí tienen diferencias significativas con las restantes al 0,05%.

Prueba de Duncan a los 45 días

	<i>Cantidad</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
Patrón	40	1,74	c
Estática	40	2,40	a
Dinámica	40	2,13	b
Dinámica embebida	40	2,06	b
Estática embebida	40	2,01	b

Letras diferentes representan diferencia significativa para la prueba de comparación de medias de Duncan (5%).

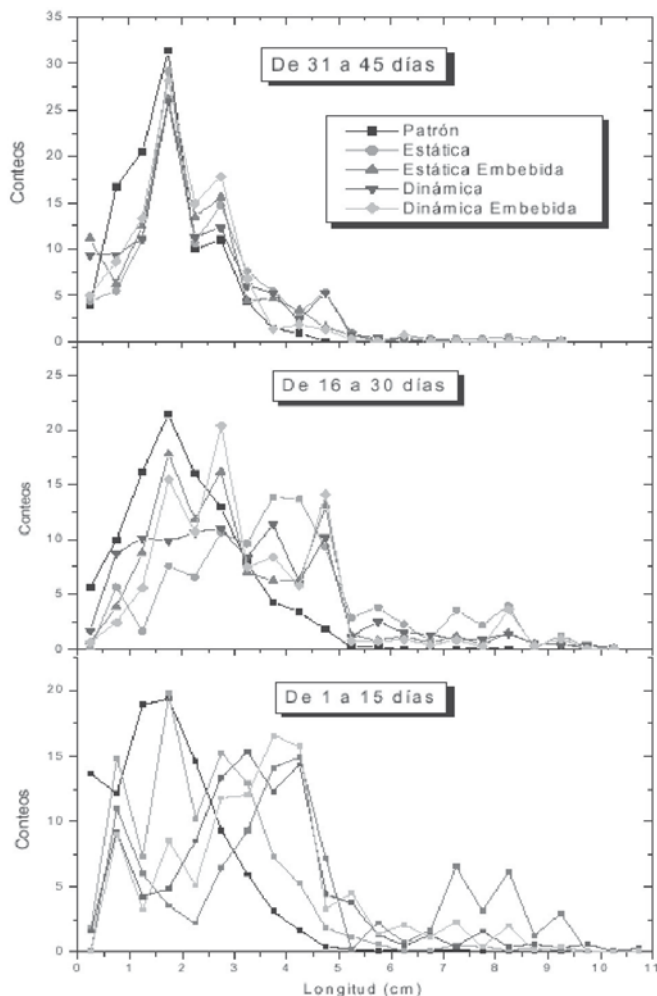


Fig. 1. Histogramas de las longitudes de las plántulas de cada tratamiento y del patrón.

La Fig. 2 muestra el crecimiento promedio experimentado por las plántulas en los primeros 15 días después de iniciarse la germinación, para el patrón y los tratamientos, en función de la edad. Se puede apreciar de manera muy clara que en todos los tratamientos existe un crecimiento superior respecto al patrón en los tres momentos del periodo. Los tratamientos se ubican en orden, de

mayor a menor crecimiento, de la siguiente manera: estática, dinámica, estática embebida y dinámica embebida. Los tratamientos dinámica y estática presentan un comportamiento casi idéntico, mientras que las embebidas se van por encima. Estos hechos demuestran que la imbibición inicial en ATM favorece de forma positiva el crecimiento de las plántulas.

TABLA 1
Comportamiento del crecimiento de las plántulas a los 16, 32 y 45 días

	De 1 a 15 día		De 16 a 31 día		De 31 a 45	
Tipo de agua	Máxima longitud medida (cm)	Modas principales (cm)	Máxima longitud medida (cm)	Modas principales (cm)	Máxima longitud medida (cm)	Modas principales (cm)
Patrón	7,25	<u>0,25</u> ; <u>1,75</u>	7,75	<u>1,75</u>	4,25	<u>1,75</u> ; <u>2,75</u>
Estática	9,25	0,75; <u>1,75</u> ; <u>2,75</u> ; 7,75	10,25	0,75; <u>3,75</u> ; <u>4,25</u> ; 5,75; 7,25; 8,35	8,75	<u>1,75</u> ; <u>2,75</u>
Estática embebida	10,25	<u>0,75</u> ; <u>4,25</u> ; 5,75; 7,25; 8,25; 9,25	10,25	<u>1,75</u> ; <u>2,75</u> ; 4,75	6,25	0,25; <u>1,75</u> ; <u>2,75</u> ; 3,75
Dinámica	10,75	0,75; <u>3,25</u> ; <u>4,25</u> ; 6,75; 7,75	10,25	<u>2,75</u> ; <u>3,75</u> ; 4,75; 5,75; 8,25	9,25	0,25; <u>1,75</u> ; <u>2,75</u> ; 4,75
Dinámica embebida	10,75	0,75; 1,75; <u>2,75</u> ; <u>3,75</u> ; 5,25; 6,25; 7,25; 8,25	10,25	<u>1,75</u> ; <u>2,75</u> ; 4,75; 8,25	6,25	<u>1,75</u> ; <u>2,75</u> ; 4,25

Las cifras subrayadas muestran las longitudes de máximo conteo dentro del grupo de modas mostrado, y en cursiva la siguiente en orden descendente.

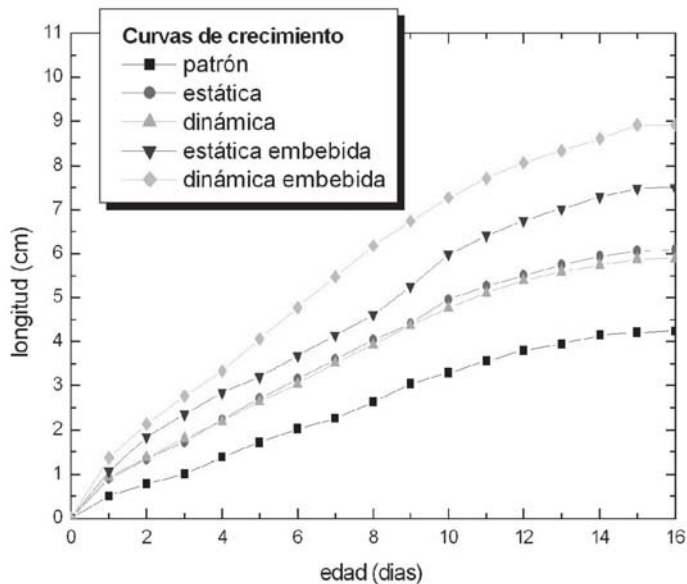


Fig. 2. Crecimiento promedio diario de las plántulas en función de la edad en los primeros 15 días posteriores a la germinación.

CONCLUSIONES

- Se constata la influencia positiva del ATM tanto estática como dinámica en el crecimiento de las plántulas de *Pinus tropicalis* Morelet.
- Los tratamientos con imbibición presentan un comportamiento superior o los restantes casos.
- El ATM estático en ambas variantes se comporta en las tres etapas superior a la dinámica en sus dos variantes y a las plántulas patrón.

BIBLIOGRAFÍA

DÍAZ, J. E.; E. MARTÍNEZ; M. V. CARBONELL: «Influencia del tratamiento magnético en la evaporación», revista *Ingeniería de Recursos Naturales y del*

Ambiente, EIDENAR, <http://mafaldas.univalle.edu.co>, 2004.

DÍAZ, J. E.: «Estudio de factores que afectan la evaporación del agua en el suelo» Tesis por el título de Doctor en Ciencias Agrícolas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 2001.

CARMENATE, M. R.; R. D. ÁLVAREZ: «Influencia del agua tratada magnéticamente en la nutrición del cultivo del maíz en la etapa de plántula», Trabajo de Curso, ISAAC Fructuoso Rodríguez, 1992.

PÉREZ, J. R.: «Algunos temas sobre el tratamiento magnético del agua de riego de los cultivos», Forum de Magnetismo, ISAAC, La Habana, 1992.

DAYAL, S.; R. P. SINGH: «Effect Seed Exposure to Magnetic Field on the Height of Tomatoe Plans», *Indian Jornal of Agricultural Sciences*, 56 (6):483- 486, 1986.

DUARTE, C. E.: «Ventajas del uso del tratamiento magnético del agua de riego en el cultivo del tomate en un suelo ferralítico rojo». Tesis por el título de Doctor en Ciencias Agrícolas, Instituto de Riego y Drenaje, La Habana, 2003.