

ALELOPATÍA Y SUSTANCIAS BIOACTIVAS

Aplicación del agua tratada magnéticamente en la germinación y crecimiento de 3 procedencias de *Pinus tropicalis* Morelet

Application of the water tried magnetically in the germination and growth of 3 origins of *Pinus tropicalis* Morelet

Lizeyda Paredes Morejón^{1*}, Yaumara Miñoso Bonilla², Pablo Echevarría Caraballo², J. C. Castro Palacio³.

1. *Instituto de Investigaciones Forestales Calle 174 # 1723 / 17b y 17c. Reparto Siboney. Playa. Ciudad Habana. Cuba FAX – (537) 208 2189 208 2013.

2. Estación Experimental Forestal de Viñales.

3. Departamento de Física, Universidad de Pinar del Río.

E-mail: lizeyda@forestales.co.cu, juanc@geo.upr.edu.cu, vinales@forestales.co.cu

RESUMEN. La especie *Pinus tropicalis* Morelet es endémica de la región occidental de Cuba y del género *Pinus*, es la que ofrece amplias perspectivas en la reforestación por su capacidad de resistencia y adaptabilidad en los suelos de muy baja fertilidad donde otras especies no pueden desarrollarse, pero desde hace varias décadas esta especie presenta bajos por ciento de germinación lo que ha disminuido paulatinamente las poblaciones de este importante *Pinus*. Con este estudio pretendemos evaluar la influencia del riego con (ATM) en la germinación y crecimiento de 3 procedencias de esta especie. Los experimentos se realizaron en un vivero experimental ubicado en la EEF de Viñales, se estableció un control y un tratamiento para cada procedencia, con riego alterno de (ATM) para los tratamientos y agua sin tratar para el control. En el caso de los tratamientos se empleó un magnetizador de imanes permanentes con un rango de inducción de 400-700 Gauss. El experimento duró 45 días y las mediciones se efectuaron a intervalos de 5 días para la germinación y crecimiento en altura, los resultados de los tratamientos fueron superiores al control en las 3 procedencias, comprobando el efecto positivo de este agente físico tanto en la germinación como en el crecimiento de las plántulas de esta importante conífera.

Palabras clave: Agua tratada magnéticamente, procedencia, *Pinus tropicalis*.

ABSTRACT. The species *Pinus tropicales* Morelet is endemic of the western region of our country and of the gender *Pinus*, is the one that offers wide perspectives in the reforestation for its resistance capacity and adaptability in the soil of very low fertility where other species cannot be developed, but for several decades this species presents low germination percent what has diminished the populations of this important *Pinus* gradually. With this study we seek to evaluate the influence of the watering with (ATM) in the germination and growth of 3 origins of this species. The experiments were carried out in an experimental greenhouse located in the EEF of Viñales, it settled down a control and a treatment for each origin, with alternating watering of (ATM) for the treatments and water without trying for the control. In the case of the treatments a magnetizerr of permanent imams was used with a range of induction of 400-700 Gauss. The experiment lasted 45 days and the mensurations were made to intervals of 5 days for the germination and growth in height, the results of the treatments went superior to the control in the 3 origins, checking this physical agent's positive effect as much in the germination as in the growth of the coniferous plants of this important one.

Key words: Water tried magnetically, origin, *Pinus tropicalis*.

INTRODUCCIÓN

La especie *Pinus tropicalis* Morelet, es una conífera endémica de la región Occidental de nuestro país, específicamente de la Provincia: Pinar del Río y Municipio especial: Isla de la Juventud.

Esta especie es muy utilizada en los planes de reforestación por su habilidad de crecer en los edafótopos más pobres donde no es posible el desarrollo de otras especies, además la calidad de su madera, resina y otros productos no madereros

que de ella se obtienen, la hacen más atractiva en cuanto al aprovechamiento forestal con respecto a la especie *P. caribaea* var. *caribaea* (Álvarez et al., 2000).

Desde hace varias décadas, se ha detectado en esta especie, la existencia de problemas de baja capacidad germinativa, lo que ha provocado una tendencia a sustituir esta especie, plantándose en su lugar *P. caribaea* var. *caribaea*. Al mismo tiempo, este hecho ha traído consigo riesgos de erosión de los recursos genéticos de esta prometedora conífera tropical, constituyendo una amenaza para su existencia futura. (Álvarez et al., 1980, Álvarez, et al., 2000).

Los investigadores de la esfera forestal durante años hemos estudiado mediante el empleo de diferentes métodos tanto físicos como químicos este aspecto fisiológico y los resultados no eran halagüeños.

Conociendo los efectos biológicos que se producen en el material genético por exposición a los campos magnéticos y el éxito alcanzado por los tratamientos aplicados en la Agricultura, a través del tratamiento magnético al agua y material biológico, en diversas formas: tejidos, plántulas o semillas. Estas últimas son las más usadas debido a su fácil manipulación con riesgos mínimos a posibles daños.

En Cuba, el empleo del campo magnético tiene algunos años de aplicación y la mayor experiencia se tiene en el tratamiento magnético al agua destinada al riego (Labrada et al., 1997). En este último aspecto, los resultados muestran que el agua tratada con campos magnéticos induce efectos estimulantes positivos tanto en el proceso germinativo, crecimiento, desarrollo, vigor de las plántulas y el rendimiento posterior, como el caso de especies de interés agrícola como el tomate, maíz y ajo, Duarte, (2003). Del mismo modo resulta conveniente que estos agentes estimulantes no sean contaminantes del medio ambiente.

En semillas forestales ya se ha probado el efecto del uso de campos magnéticos a través agua tratada magnéticamente (ATM) para la estimulación del proceso germinativo y del crecimiento en una procedencia de esta especie *Pinus tropicalis* Morelet con resultados muy satisfactorios a escala

de laboratorio y de campo en ambos aspectos fisiológicos (Paredes et.,al 2005,2006,2007ab) y Paredes, (2006) así como en otras especies forestales como *P.caribaea*, *P maestrensis* y *Cedrela odorata* donde se empleó este mismo agente físico para estudiar este efecto en ambos aspectos pero a escala de campo y los resultados fueron también muy positivos (Isaac et al., 2006). Este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia del ATM en el proceso germinativo y en el crecimiento de 3 procedencias de la especie *Pinus tropicalis* Morelet en fase de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el vivero perteneciente a la Estación Experimental Forestal de Viñales, utilizando semillas botánicas de tres procedencias de *Pinus trpicalis* Morelet, Ceja del Negro, Galalón y Viñales, estas fueron donadas por la Empresa Forestal de Pinar del Río y la propia Estación.

Las semillas fueron primeramente sometidas a un proceso de imbibición durante 24 horas con agua tratada para los tratamientos y sin tratar para la muestra patrón, posteriormente se sembraron en bolsos de polietileno y fueron ubicados en canteros. El riego se realizó utilizando un sistema de Microjet, asperjando las semillas de manera alterna, se estableció para las tres procedencias un control y un tratamiento, empleando un magnetizador de imanes permanentes de rango de inducción 400-700 Gauss, durante los 45 días que se realizó el experimento. La humedad relativa ambiental se mantuvo entre 70-80% y la temperatura entre 24 y 29 ° C. No hubo precipitaciones durante el experimento.

El tamaño de la muestra evaluada fue de 100 semillas por tratamiento y control para cada una de las procedencias. Al finalizar el período de los 45 días se evaluó el porcentaje de germinación y la altura en (cm) de las semillas. Se estructuró un diseño completamente aleatorizado aplicándose un ANOVA bifactorial (2X2) (5%) en el caso de la germinación Todos estos resultados se procesaron con el paquete estadístico automatizado STATGRAPGHIC PLUS 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos reflejados en la figura 1 muestran, que las tres procedencias después de los 45 días van responder de forma independiente frente al mismo estímulo, esto está en dependencia de las características de cada una.

Como se puede apreciar la procedencia de mejor comportamiento en este proceso germinativo fue Viñales alcanzando un 96% seguida de Galalón con un 95% y por último Ceja del Negro con un 86% en el caso de los tratamientos. Por parte de las muestras patrón en este mismo orden se obtuvieron valores de 78%, 86% y 81% respectivamente. En el caso de la procedencia Ceja del Negro su comportamiento coincide con los resultados obtenidos en laboratorio por (Paredes et., al 2005, 2006, 2007abc) y Paredes, (2006) donde obtuvo una capacidad germinativa del 81% para los dos tratamientos con inmersión y riego con ATM tanto para el tratamiento dinámico como estático. Se puede apreciar que la procedencia Viñales respondió muy positivamente frente al agente físico ya que el control tuvo un 16% menor que el tratamiento.

Analizando estos resultados estadísticamente mediante un Anova bifactorial se observó que las procedencias no son las que influyen porque se comportan de manera homogénea en este caso quien determina los resultados de los por cientos de germinación obtenidos, es el tratamiento aplicado.

Esta reacción del material genético ante el agente físico puede atribuirse a que el agua tratada magnéticamente es capaz de proporcionar al vegetal los nutrientes necesarios basándose en la alteración de ciertos mecanismos en la membrana plasmática que se producen en las células del meristemo radical. (Isaac et., al 2006).

En particular, estos efectos pueden resultar en alteraciones en las distribuciones y flujos de iones calcio a través de la membrana, provocando una alteración del influjo de este ión a través de la membrana, aumentando la permeabilidad de las membranas celulares a determinados tipos de iones como el potasio y el calcio y a la vez una activación por esta causa del bombeo selectivo Na.-K, que hacen que aumente en sentido general el metabolismo de las plantas Polk, (1996), y con ello el crecimiento de todas sus partes. Se puede considerar entonces que para el caso de las semillas tratadas se producirá un efecto similar asociado con una mayor estimulación del crecimiento, observado en los embriones tratados con agua tratada magnéticamente con respecto a las que reciben riego normal. (Isaac et., al 2006).

Investigaciones realizadas por Isaac et al, (2001) en germinación de *Pinus cubensis* por vía *in vitro*

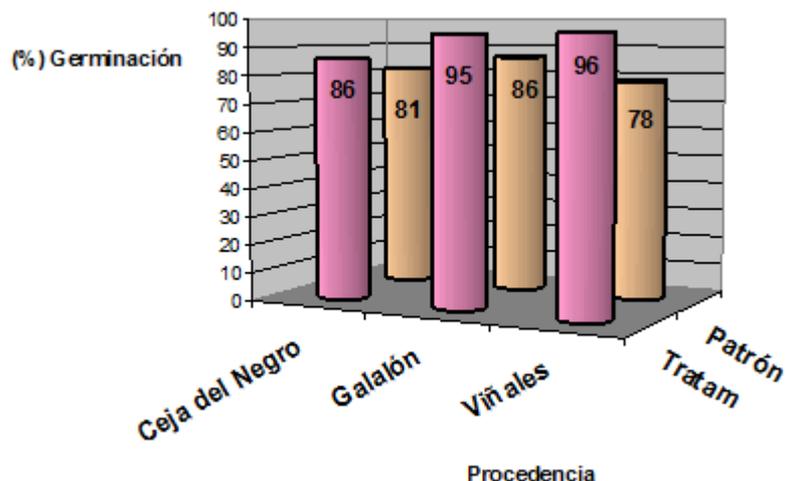


Figura 1. Capacidad Germinativa según las procedencias de *Pinus tropicalis* Morelet

mediante embriones cigóticos con el empleo de campos magnéticos permanentes y pulsantes constató, la influencia positiva de ambos en el incremento de la germinación y apreció que los campos magnéticos permanentes arrojaban resultados superiores reduciendo además el tiempo de ocurrencia del proceso de germinación; consideró que para el caso de las Gimnospermas no existe un endospermo bien definido, durante el cultivo aséptico de estos embriones, el medio de cultivo es el responsable de

suministrar para su desarrollo todos los nutrientes y minerales. Estos hechos combinados con la acción de los campos magnéticos, demuestra la acción que ejerce dicho campo en forma de fuerza sobre las partículas cargadas, por tanto se podría suponer que a una mayor inducción aumente la velocidad de las partículas que deben penetrar a través de las membranas y por tanto se aceleren los mecanismos metabólicos que conllevan a un adelanto en la respuesta a la germinación.

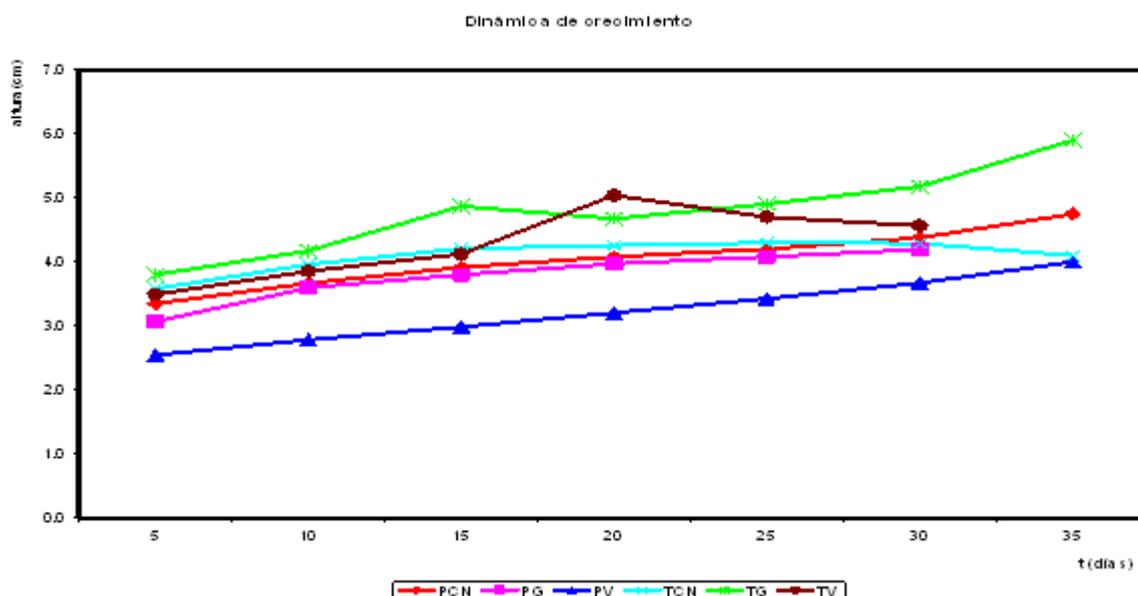
Tabla 1. Mediciones de crecimientos en altura (cm) realizadas a las 3 procedencias a intervalos de 5 días

Casos/D	5	10	15	20	25	30	35
PCN	3,3	3,7	3,9	4,1	4,2	4,4	4,8
PG	3,1	3,6	3,8	4,0	4,1	4,2	
PV	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	4,0
TCN	3,6	4,0	4,2	4,3	4,3	4,3	4,1
TG	3,8	4,2	4,9	4,7	4,9	5,2	5,9
TV	3,5	3,9	4,1	5,0	4,7	4,6	

(P) Patrón Ceja del Negro, Galalón y Viñales (T) Tratamientos, Ceja del Negro, Galalón y Viñales

patrón lo cual indica la influencia positiva del agente físico aplicado, en el caso de la procedencia Ceja del negro coinciden estos resultados con los alcanzados por (Paredes, 2006) en estudios similares realizados a escala de laboratorio con un magnetizador de imanes permanentes de 1200 Gauss con riego de agua tratada magnéticamente de manera dinámica y estática.

Como se puede apreciar en la tabla se muestran las longitudes en (cm) alcanzadas para cada procedencia en cada caso medida a intervalos de 5 días, en el caso de los tratamientos los resultados se comportan de forma similar alcanzándose alturas medias superiores desde el principio respecto a las plántulas



La figura muestra la dinámica de crecimiento de las plántulas en todos los casos se puede observar que las de mejor comportamiento fueron las plántulas tratadas que en todos los casos se mantuvieron por encima de las plántulas patrón y la mejor procedencia fue Galalón que alcanzó una media de 51.0 cm a los 35 días.

El efecto de los campos magnéticos sobre los líquidos en este caso el agua está considerado como el efecto biológico inicial, el cual se encarga de la alteración en la permeabilidad de las membranas, permitiendo un mayor intercambio de iones y nutrientes que se transportan a través de los poros y canales que quedan abiertos, por lo que esto pudo influir en la estimulación del crecimiento de las plántulas.

Además se pone de manifiesto lo planteado por (Isaac *et. al* 2006) en estudios realizados con dos especies del género *Pinus* y una latifolia en fase de vivero, donde notaron que la absorción se incrementa en las plantas que son regadas con agua tratada magnéticamente por lo que se incrementa a su vez el metabolismo y con ello el desarrollo de las partes aéreas.

Analizando estadísticamente estos resultados la procedencia de mejor comportamiento fue Galalón presentando diferencias con respecto a las demás cuando se analizan como factor, en cuanto al tratamiento en todos los casos fue superior al patrón se aprecian diferencias significativas entre las medias de los tres casos y por último analizando los tiempos como factor los mejores valores de altura se registraron para las mediciones realizadas en los días 20, 25 y 30 siendo este último el mejor con respecto a los demás no existiendo diferencias significativas entre ellas pero si con los tiempos anteriores de 5, 10 y 15 días.

Estos resultados nos dan la medida que lo que determina en este caso no es la procedencia sino el tratamiento aplicado.

El agua tratada magnéticamente es capaz de proporcionar a las plantas los nutrientes necesarios basándose en la alteración de ciertos mecanismos en la membrana plasmática que se produce en las células del meristemo radical (Isaac *et. al* 2006).

Se ha considerado que en los órganos jóvenes de las plantas, la velocidad de alargamiento puede constituir una expresión adecuada de su crecimiento en longitud (Llimona, 1971). En los resultados se observan las diferencias en cuanto a los valores obtenidos en la longitud del tallo y el diámetro del mismo, los cuales no son proporcionales.

Las plantas sometidas a tratamiento magnético del agua tienden a alargar su ciclo de desarrollo, es decir, demoran en envejecer luego de arribar a la cosecha en comparación con las regadas con agua corriente. (Sarmientos *et. al* 1998).

CONCLUSIONES

1. El tratamiento magnético del agua favorece el proceso germinativo y el crecimiento de las tres procedencias estudiadas de esta especie.
2. La procedencia Viñales y Galalón fueron las de mejor comportamiento ante este agente en el proceso germinativo.
3. La procedencia Ceja del Negro tiene un comportamiento en fase de campo muy similar a los obtenidos a escala de laboratorio en ambos procesos.
4. La Procedencia Galalón fue la de mejor comportamiento con una altura media de 51.0 cm a los 35 días de germinada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, A.; Peña, A. 1980. Informe final del tema "Estudio sobre la utilización de semillas forestales". Tomo III: Comportamiento de las características que definen la calidad intrínseca de las semillas de 4 especies forestales. Instituto de Investigaciones Forestales. Cuba. 143 pp.
2. Álvarez, A.; Suárez, J. A.; Echevarría O.; Diago, I. 2000. *Pinus tropicalis*: sus características y la situación de sus recursos genéticos. Inédito. IIF. 9 pp.
3. Duarte, C. E. 2003. Ventajas del uso del tratamiento magnético del agua de riego en el cultivo del tomate en un suelo Ferralítico Rojo. Tesis para optar por el título de "Doctor en Ciencias Agrícolas". Instituto de Riego y Drenaje. 134 pp.
4. Isaac, E.; Ferrer, A.; Fung, Y. 2001. Germinación de

embriones cigóticos de *Pinus cubensis* bajo la influencia del campo electromagnético. Rev. Tecn. Química. 21,4: 54-57. ISSN 0041-8420.

5. Isaac, E.; González, J.; Naranjo, E.; Ferrer A.; Fung, Y.2006. Influencia del agua tratada magnéticamente en la germinación y crecimiento de 3 especies forestales. Memorias del SIMFOR 2006 ISBN 959-16-0408-4.

6. Labrada, A.; Rodríguez, A.; Cadavid, A. 1997. Antecedentes, estado actual y perspectiva del desarrollo de los agentes físicos estimulantes en la Agricultura Cubana. Memorias del I Simposium Nacional de Técnicas Nucleares y Conexas aplicadas a la Agricultura, Industria, Salud y Medio ambiente. Ed. Núcleos. pp. 247- 248.

7. Llimona, J. (1971): Introducción a la fisiología vegetal. Editora Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. Pp. 328

8. Paredes, L. 2006. Aplicación de agua tratada magnéticamente como efecto estimulante en el proceso germinativo de la especie *Pinus tropicalis* Morelet. Tesis en opción al grado de Master en C. Forestales. Fac. Agronomía y Forestal, Univ. P. Río. 61 pp.

9. Paredes, L. Castro, JC. 2005. La estimulación del proceso germinativo de las semillas de *Pinus tropicalis* Morelet con el empleo de agentes físicos. Memorias Del Simposio Internacional Agrojovent 2005 ISBN 959-7189-03-8.

10. Paredes, L.; Castro, JC. 2006. Influencia del agua tratada magnéticamente en el crecimiento de las plántulas de *pinus tropicalis* morelet. Memorias del SIMFOR 2006 ISBN 959-16-0408-4.

11. Paredes, L., Castro JC., Velásquez, L.; Govea, A. 2007a. "Stimulation of *Pinus tropicalis* M. seeds by magnetically treated water". Int. Agrophysics, 21, 173-177.

12. Paredes, L.; Miñoso, Y.; Echevarria, P.; Castro, JC. 2007b. Influencia del agua tratada magnéticamente en la germinación de 3 procedencias de *Pinus tropicalis* Morelet. IV Congreso Forestal de Cuba 2007 ISBN: 978-959-282-048-7.

13. Paredes, L.; Miñoso, Y.; Echevarria, P.; Castro, JC.2007c. Influencia del agua tratada magnéticamente en el crecimiento de 3 procedencias de *Pinus tropicalis* Morelet. 2007. Revista Tecnología Química Edición Especial, 2007 ISSN 0041 – 8420. Vol XXI. No. 4 2001. Ediciones UO, CNEA2007

14. Polk C., E. Postow. (Eds.). (1996): "Handbook of biological effects of electromagnetic fields", 2nd Ed. CRC Press. New York, 503 p. Sarmientos, L. y J. González (1998): Influencia del agua tratada magnéticamente en el desarrollo de plantas hortícolas. Forum Tecnológico Especial de Electromagnetismo Aplicado. Santiago de Cuba.

Recibido: 17/12/2009

Aceptado: 11/09/2010