

## ESTIMULACIÓN PREGERMINATIVA POR MEDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS A SEMILLAS DE *Cedrela montana* Turcz.

**Autor(es):** Jhony Alejandro Chica Venegas<sup>1</sup> – jachicav@correo.udistrital.edu.co  
Angie Lisseth Bernal Torres<sup>2</sup> – albernalt@correo.udistrital.edu.co  
Carlos Polania Quijano<sup>3</sup> – capolaniaq@correo.udistrital.edu.co

**Docente asesor:** Jesús Alberto Lagos Caballero.

**Semillero de investigación:** Biología del Suelo (BSUD)

### RESUMEN

*Cedrela montana* Turcz. es una especie nativa propia de los bosques andinos, la cual posee gran importancia gracias a su potencialidad de rehabilitación ecológica y al valor comercial de su madera; dicho factor la ha puesto en la categoría casi amenazada (NT) de la UICN. Es necesario promover herramientas de conservación y restauración ecológica que comienzan con la investigación del buen desarrollo y producción de material vegetal que permitan el aprovechamiento forestal sostenible de la misma.

En el presente estudio, mediante un diseño de bloques al azar se pretende determinar la carga (mT) más efectiva de exposición electromag-

nética para influir en el porcentaje de germinación y crecimiento inicial de las semillas de *C. montana*. Se emplearon diferentes cargas (3 intensidades) en dos tiempos (30min y 60 min). Dichas cargas fueron descargadas a las semillas mediante el uso de un solenoide y por medio de un teslámetro se procedió a realizar el control y/o medición de la descarga. Además, se usó un tratamiento testigo (T0) al cual no se le aplicó ninguna descarga. Los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas, por lo cual se concluye que la especie no requiere de estímulos electromagnéticos para su germinación.

### PALABRAS CLAVES

Cedro, Descarga, Exposición, Germinación, Intensidad, miniTeslas (mT).

<sup>1</sup> Ingeniería Forestal.

<sup>2</sup> Ingeniería Forestal.

<sup>3</sup> Ingeniería Forestal.

## ABSTRACT

*Cedrela montana* Turcz. it is a native species typical of Andean forests, which is of great importance thanks to its potential for ecological rehabilitation and the commercial value of its wood; this factor has placed it in the near-threatened category (NT) of the IUCN. It is necessary to promote ecological conservation and restoration tools that begin with research into the good development and production of plant material that allow sustainable forest use of the same.

In the present study, a random block design aims to determine the most effective load (mT) of electromagnetic exposure to influence the percentage of germination and initial growth of *C. montana* seeds. Different loads (3 intensities) were used in two times (30min and 60 min). These loads were discharged to the seeds by the use of a solenoid and by means of a tislameter the control and/ or measurement of the discharge was carried out. In addition, a witness treatment (T0) was used to which no discharge was applied. The results obtained

had no significant differences, so it is concluded that the species does not require electromagnetic stimuli for germination

## KEY WORDS

Cedar, Discharge, Exposure, Germination, Intensity, MiniTeslas (mT).

## INTRODUCCIÓN

Las semillas de la mayor parte de las plantas no germinan inmediatamente después de la maduración; esto se debe a que necesitan la presencia de factores ambientales como la humedad, temperatura, que brindan las condiciones fundamentales para su germinación. En ciertos casos, es probable que las semillas no germinen aun cuando se encuentran bajo condiciones favorables, debido a que existe un impedimento en alguna parte del proceso, lo que se conoce como latencia (Gutiérrez, Torres & Diaz, 2014). En la madurez las semillas entran en un estado de latencia de duración variada según la especie, que puede durar unas pocas semanas, meses o varios años (Varela, 2011). Es por esto que las condiciones más favorables para el pro-

ceso de germinación deben ser establecidas para cada especie, por lo que documentar resultados de tratamientos pregerminativos resulta de interés en programas de conservación exsitu (Ulian, Tiziana & Rovere, 2008).

Actualmente son escasos los estudios relacionados con métodos fisiológicos y tecnológicos para germinación de semillas en la mayor parte de especies forestales tropicales, lo que se atribuye en parte al difícil acceso para las colectas debido a la irregularidad de los bosques, la ausencia de vías de acceso y en algunos casos condiciones de inseguridad, además de la difícil reproducción vegetativa de especies leñosas (Medeiros, Boix & Manrique, 2013). Como evidencia de ello se tiene que los planes de reforestación en trópicos americanos son limitados en el uso de especies nativas; se utilizan principalmente especies exóticas promoviendo la creación de bosques monoespecíficos de rápido crecimiento (Pérez & Ochoa, 2011), lo que reduce la información germinativa de especies tropicales.

Por ello, se ha buscado incorporar otros méto-

dos que contribuyan al éxito de la propagación mediante establecimiento de relaciones germinativas con fenómenos como el electromagnetismo dado a que se argumenta que induce perturbaciones en el ambiente circundante y provoca cambios morfológicos y fisiológicos generando acciones positivas sobre la estimulación del crecimiento y desarrollo de tejidos vegetales (Arenas, Angarita & Jácome, 2015). Se infiere que la energía electromagnética actúa sobre la materia e interrelaciona con los organismos biológicos, en cada etapa de desarrollo, y por ello puede ser una técnica de bajo costo para mejorar la calidad de la semilla (Arenas et.al, 2015).

*C. montana* es una especie nativa de alto interés comercial gracias al alto uso de su madera, la cual puede presentar latencia endógena en sus semillas (Romero, 2016). Se ha tenido una reducción poblacional por la fragmentación de su hábitat, por lo que ha sido catalogada como casi amenazada (NT) (Vargas, Guzmán & Andrea, 2018). Por lo cual se hace necesario generar estudios que

permitan determinar alternativas para acelerar la germinación de sus semillas.

Se pretende determinar cuál es la posible descarga electromagnética (mini-Teslas) en combinación con el tiempo de exposición más influyente de forma positiva en el porcentaje de germinación y el crecimiento temprano de *C. montana*.

## MÉTODOS

Se colectaron aproximadamente 500 semillas de un individuo presente en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

A través de un diseño de bloques al azar se sometieron seis semillas a seis diferentes tratamientos empleando 3 intensidades en dos tiempos (T1: 10 mT / 30 min, T2: 20 mT / 30 min, T3: 30 mT / 30 min, T4: 10 mT / 60 min, T5: 20 mT / 60 min, T6: 30 mT / 60 min), en función de la magnitud de descarga y el tiempo de exposición. Adicionalmente se utilizó un testigo que fueron semillas no sometidas a ninguna descarga. Se hicieron tres repeticiones por tratamiento.

En cuanto a las descargas eléctricas, éstas fueron realizadas en el laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias y Educación, mediante el uso de solenoides (bobinas de núcleo de aire de 600 vueltas), fuentes de alimentación reguladas (hasta 600 v) y un teslametro para el control y/o medición de la descarga.

Se tuvo en cuenta que las semillas son de tipo ortodoxas y no se realizó ensayo de viabilidad. Posterior a los tratamientos, las semillas se pusieron a germinar en un sustrato de origen orgánico (Tierra negra) desinfectado con basamid para evitar la aparición de hongos u otros patógenos. Durante 75 días se observó de forma semanal la germinación y el crecimiento

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación, el cual se obtiene mediante la división entre el número de semillas germinadas y el tamaño de la muestra multiplicados por 100. El crecimiento se consideró como la altura de la plántula medida desde el suelo hasta la parte final del ápice, y el nú-

mero de hojas verdaderas mediante conteo.

Se determinó la normalidad (test de Shapiro-Wilk) y la homogeneidad de varianzas (test de Barlett). Para la variable crecimiento se realizó una prueba no paramétrica (test de Kruskal-Wallis) y en la germinación se empleó análisis

de varianza (ANOVA de una vía). Los datos fueron procesados mediante el uso del programa Microsoft Excel 2017 y las pruebas estadísticas fueron realizadas por medio del software R (Fox & Weisberg, 2017; R Development Core Team, 2008).

## RESULTADOS

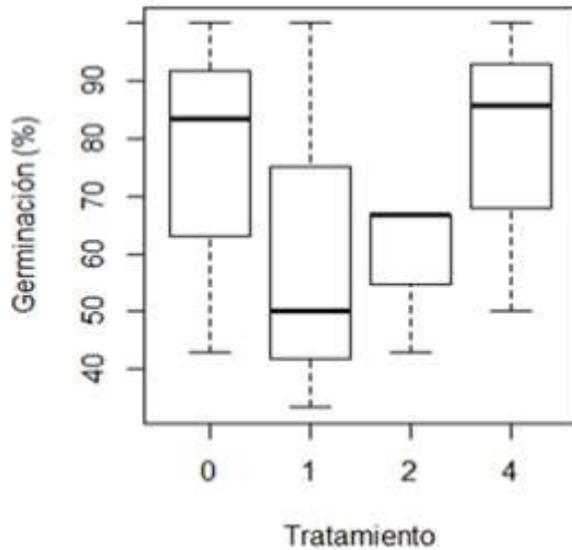
**Tabla 1:** porcentaje de germinación y crecimiento longitudinal (altura) de *Cedrela montana* en los tratamientos experimentales. **Fuente:** Autores.

Tratamiento	Intensidad (mT)	Tiempo (Min)	Germinación (%)	Crecimiento Longitudinal S. Germinadas (cm)
T0	0	0	73.68	7.57
T1	10	30	63.16	8.04
T2	20	30	57.89	7.96
T3	30	30	0	Quemadas – Alta intensidad
T4	10	60	78.95	7.99
T5	20	60	0	Quemadas – Alta duración
T6	30	60	0	Quemadas – Alta intensidad

**Tabla 2:** valores estadísticos de las pruebas realizadas, a un nivel de significación de 0.05, para comparar el comportamiento de los tratamientos en la germinación y crecimiento longitudinal (altura) de *Cedrela montana*. En los valores que se observa un asterisco (\*) se acepta la hipótesis nula (h0) y con dos asteriscos (\*\*) se acepta la hipótesis alterna (h1). **Fuente:** Autores.

VARIABLES	Prueba estadística							
	Normalidad (Prueba de Shapiro-Wilk)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Barlett)		ANOVA		Prueba de <b>Kruskal-Wallis</b>	
	Valor estadístico (W)	p-valor	Valor estadístico (K <sup>2</sup> )	p-valor	Valor estadístico (F)	p-valor	Valor estadístico (sh <sup>2</sup> - x <sup>2</sup> )	p-valor
Germinación (%)	0.89528	0.1378*	1.2886	0.7318*	0.241	0.634*	-	-
Crecimiento Longitudinal (cm)	0.7686	1.34 E-9**	0.8155	0.8457*	-	-	1.7164	0.633*

**Figura 1:** Variación del porcentaje de germinación en 4 tratamientos (donde las semillas no sufrieron daños) para semillas de *Cedrela montana*. Tratamiento: Exposición de semillas a campos electromagnéticos. (T0 = testigo; T1 = 10 mT – 30 min; T2 = 20 mT – 30 min; T4 = 10 mT – 60 min). **Fuente:** Autores.



Se encontró que en tres de los seis tratamientos evaluados las semillas se quemaron debido, en primer lugar, a la alta intensidad de las descargas en los tratamientos T3: 30 mT / 30 min y T6: 30 mT / 60 min, mientras que en el caso del T5: 20 mT / 60 min fue debido a un alto tiempo de exposición (Tabla 1). Por lo anterior, los tratamientos antes contemplados no fueron tenidos en cuenta en el análisis estadístico.

Se evidencia normalidad y homocedasticidad para los valores calculados de los tratamientos

que corresponden a la variable germinación (Tabla 2), por lo cual, al cumplir las anteriores condiciones, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA de una vía) donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Lo que indica que la exposición al campo no genera un incremento en el crecimiento temprano de la planta ni aumenta el porcentaje de germinación (Figura 1).

En cuanto a la variable crecimiento longitudinal (altura) los valores no presentan distribución normal según la prueba de Shapiro - Wilk, por lo cual, se emplea el test de Kruskal-Wallis, en donde se encuentra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1).

Para el caso del número de hojas verdaderas se encontró que este fué el mismo para los diferentes tratamientos utilizados por lo que no se afectó en función del tiempo ni de la intensidad de la exposición.

## DISCUSIÓN

En contraste con el estudio realizado por Hincapié, Torres & Bueno (2010), todas las semillas sometidas a una alta intensidad de descarga y un alto tiempo de exposición (T5: 20 mT / 60 min) se quemaron, lo cual sugiere que al implementar descargas electromagnéticas muy altas se puede llegar a tener el efecto contrario al deseado debido a la reducción de la viabilidad de las semillas.

Lo anterior se confirma con lo planteado por Celestino, Picazo & Torribio (2000) donde se dice que la disminución gradual de la germinación de semillas con respecto al testigo o control luego de implementar una intensidad de descarga muy alta, sugiere un impacto inhibitorio directo del efecto de los campos electromagnéticos sobre la actividad del meristemo principal.

En cuanto a la longitud de las plántulas, no se encuentra que la exposición de las semillas a los campos electromagnéticos influya positiva o negativamente a esta variable; lo cual, es contrario a los resultados expuestos por Martí-

nez, Carbonell & Amaya (2000) en ensayos realizados para la Cebada (*Hordeum vulgare* L.) donde muestran que todos los tratamientos con descarga electromagnética tuvieron un aumento en la longitud de las plántulas, además, las longitudes totales más largas se obtuvieron cuando las semillas fueron expuestas permanentemente a radiación electromagnética.

Por lo anterior, se infiere que la especie *C. montana* no presenta una respuesta positiva en cuanto a crecimiento ni porcentaje de germinación, al ser sometidas a campos electromagnéticos.

Finalmente, el número de hojas verdaderas no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ni en comparación con el testigo, por lo que se asume que la exposición a campos electromagnéticos no influye directamente sobre la producción de las mismas. Por otro lado, algunos estudios afirman que la estimulación con campos electromagnéticos puede influir en la vigorosidad de las hojas, sin embargo, dicho pará-

metro no fue contemplado en el presente estudio.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que estadísticamente no hay efecto significativo de los tratamientos pregerminativos empleando campos electromagnéticos en las semillas de *C. montana*.

Para la realización de investigaciones que demuestren la influencia significativa de lo anteriormente expresado en otras semillas, se recomienda la utilización de bobinas con núcleo de hierro con menores tiempo de exposición. La ampliación de estudios en los que se puedan especificar la intensidad a utilizar según el tipo y composición de las semillas, se consolidaría como un gran avance en materia de estimulación pregerminativa de semillas para uso comercial y restauración/rehabilitación de áreas naturales degradadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenas, A. A., Angarita, W., & Jácome, R. L. (2015). Efectos de la radiación electromagnéti-

ca sobre la germinación del maíz. *Tecnura*, 19(45), 65-73.

Boix, Y. F., Victório, C. P., Lage, C. S., Defaveri, A. A., Arruda, R. O., & Sato, A. (2010). Efecto de la aplicación de un campo magnético sobre la germinación in vitro de semillas de *Rosmarinus officinalis* L. *Biotecnología Vegetal*, 10(2).

Celestino, C., Picazo, M. L., & Toribio, M. (2000). Influence of chronic exposure to an electromagnetic field on germination and early growth of *Quercus suber* seeds: preliminary study. *Electro-and Magnetobiology*, (1), 115-120.

Gutiérrez, T., Milena, A., Torres, G., & Díaz, J. E. (2014). Effect of Magnetic Fields in Germination, Growth, and Microbial Flourishing in Seedlings of *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum*, and *Zea mays* (Poaceae). *Revista de Ciencias*, 18(1), 9-17.

Hincapié, E. A., TORRES OSORIO, J. A. V. I. E. R., & BUENO LOPEZ, L. I. L. I. A. N. A. (2010). Efecto del campo magnetico sobre la germinacion de la *Leucaena leuco-*

cephala. *Scientia et Technica*, 16(44).

Martinez, E., Carbonell, M. V., & Amaya, J. M. (2000). A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Electro-and magnetobiology*, 19(3), 271-277.

Medeiros Rapôso, N. V., Boix, Y. F., Manrique, C. E. M., Kindelan, G. A., Dubois, A. E. F., & Gonzales, F. G. (2013). Efectos Del Campo Magnético Estático Y Electromagnético De Baja Inducción Magnética En La Germinación De *Adenanthera pavonina* L. *Investigación y Saberes*, 2(3), 24-33.

Pérez-Hernández, Isidro, et al. "Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México." *Madera*

y bosques 17.1 (2011): 71-91.

Romero-Saritamá, J. M. (2016). Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador. *Revista Ecosistemas*, 25(2), 93-100.

Ulián, Tiziana, Adriana Rovere, and B. Muñoz (2008). "Taller sobre conservación de semillas para la restauración ecológica." *Revista Ecosistemas* 17.3.

Vargas, B., Katherine, L., Guzmán, V., & Andrea, J. (2018). Estructura Poblacional De Las Especies *Cedrela montana* Y *Cedrela odorata* Presentes En La Jurisdicción De Corpoguavio.