

**Tratamientos pregerminativos en semillas del algarrobo criollo (*Hymenaeacourbaril*), para su incorporación en la restauración ecológica del municipio El Salvador**  
**Pre-germination treatments in Creole carob (*Hymenaeacourbaril*) seeds, for their incorporation in the ecological restoration of the El Salvador municipality**

**Autores:**

MSc. Delvis Olivares-Sanchez<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-7381-5492>

Yusmari Ross-Ramírez<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-3294-5864>

Yelenni Mancebo-Romero<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1962-1299>

**Organismo:** <sup>1</sup>Universidad de Guantánamo, Cuba. <sup>2</sup>Delegación Municipal de la Agricultura El Salvador, Cuba.

**E-mail:** [delvis@cug.co.cu](mailto:delvis@cug.co.cu); [yrossramirez@gmail.com](mailto:yrossramirez@gmail.com); [ymanceboromero@gmail.com](mailto:ymanceboromero@gmail.com)

**Fecha de recibido:** 25 sept. 2022

**Fecha de aprobado:** 25 nov. 2022

**Resumen**

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en semillas del Algarrobo criollo (*Hymenaeacourbaril*) para su incorporación en la restauración ecológica del municipio El Salvador, se realizó la investigación sobre un diseño aleatorizado con cuatro tratamientos, los cuales fueron aplicados en viveros. Se evaluó el número de días para inicio de la germinación, porcentaje de germinación y altura de la planta. A partir de los datos se realizó un análisis de varianza, se separaron las medias a través de la prueba de Tukey y los resultados se evaluaron económicamente. Se observó que en el tratamiento donde se lijaron las semillas, la germinación inició a los cinco días con un porcentaje de 100%, además, de que se alcanzaron posturas de mejor calidad al reportar altura de 18,5 cm. Económicamente este tratamiento reportó la mayor utilidad con \$16600,25 y una relación beneficio/costo de \$ 4,88.

**Palabras clave:** Algarrobo criollo; Semillas; Tratamiento pregerminativo

**Abstract**

With the objective of evaluating the effect of different pre-germination treatments on Creole carob seeds for their incorporation in the ecological restoration of the El Salvador municipality, the investigation was carried out on randomized design with four treatments. Pre-germination treatments were applying in the nursery. The numbers of days to start germination, germination percentage and plant height were evaluated. From the data, an analysis of variance was performed, the means were separated through the Tukey test and the results were economically evaluated. It was observed that in the treatment where the seeds were sanded, germination began after five days with a percentage of 100%, in addition, that better quality positions were reached when reporting a height of 18,5 cm. Economically, this treatment reported the highest utility with \$ 16,600.25 and a benefic/cost ratio of \$ 4.88.

**Keywords:** Creole carob; Seeds; Pre-germination treatments

## **Introducción**

A nivel mundial la ecología se ve afectada por la constante deforestación de la superficie terrestre, año a año las masas arbóreas han venido disminuyendo en algunos países centroamericanos y tercermundistas por la tala indiscriminada de los bosques, originando procesos de desertificaciones y degradaciones de los suelos, situación que preocupa a los gobiernos que están tomando acciones tendientes a los procesos de preservación de los bosques. Esta destrucción de las áreas forestales y la generación de fenómenos erosivos han permitido que la población de las zonas afectadas se empobrezca y por lo tanto sus posibilidades de desarrollo se restrinjan, disminuyendo su calidad de vida (Abrams, 1994).

Lamentablemente, la importancia que se otorga al empleo de métodos o tratamientos que garanticen la reproducción con calidad en las obras de restauración forestal no suelen ser las debidas, bien porque son poco conocidas, a veces minusvaloradas o, lo que es peor, existe a menudo una idea errónea sobre qué características funcionales deben tener para desarrollarse óptimamente en las plantaciones, tanto naturales como comerciales. Las repercusiones negativas del empleo de plantas de baja calidad van a veces más allá de las primeras fases de su arraigo, pudiendo afectar pasados muchos años. Un ejemplo clásico es la caída masiva de árboles varios años después de su plantación, debido a su cultivo en ciertos tipos de envases que dificultan el correcto desarrollo ulterior de las raíces (Ramírez y Gutiérrez, 2015). Según Rodríguez (2015), Cuba sufrió un proceso degradativo en sus bosques desde la época de la conquista hasta el triunfo revolucionario en 1959 producto de una fuerte acción antrópica para el desarrollo de la industria naval, la industria cañera y cafetalera, disminuyendo la superficie boscosa hasta un 14% de la superficie nacional, demostrando que los cambios inducidos por el hombre a los ecosistemas naturales, particularmente la deforestación, resulta una alteración significativa de distribución y abundancia.

Algarrobo Criollo (*Hymenaeacourbaril*L.), es uno de los productos forestales no madereros y se encuentra entre los alimentos autóctonos más antiguos utilizados en Sudamérica. Su consumo se vincula a costumbres ancestrales, en que las comunidades elaboraban la harina con mortero de madera. Es una leguminosa arbórea, que abunda en todo el territorio nacional. Se considera originario de América tropical pero debido a la fácil propagación no se conoce con certeza su origen. Es un árbol de alrededor de 30 m de altura, durísimo, fuerte y de hojas dobles. En la corteza de su tronco y raíces contiene una resina espesa y blanquecina con propiedades medicinales. Debido a la fácil propagación de su cultivo no se conoce con certeza su origen (Pece *et al.*, 2008).

El uso intensivo que se da a la tierra, tanto para la agricultura como para la ganadería, ha producido el empobrecimiento de los suelos y la erosión; a pesar de esto el campesino sigue cultivando en las laderas y en suelos marginales. La falta de conocimientos sobre propagación de especies forestales, el trasplante y el manejo, son insuficientes para ayudar a los programas de reforestación o de aprovechamiento y conservación de suelos.

Las comunidades vegetales del municipio El Salvador en la provincia de Guantánamo, han sido sometidas a modificaciones por la actividad humana, tales como el sobrepastoreo, el desmonte, cambios en el uso de la tierra, entre otras. Estas actividades, sumadas a procesos naturales, han favorecido la desaparición de la cobertura vegetal y posterior erosión del suelo. Es importante hallar alternativas que permitan mejorar el estado actual de estas áreas, rehabilitándolas, por lo cual se transforma en una opción importante el repoblamiento o restauración con especies adaptables a los ecosistemas y para ello es necesario obtener plántulas de calidad producidas en vivero a partir de material genético local. En este contexto, este trabajo tiene la finalidad de evaluar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos

en los índices de calidad del Algarrobo criollo (*Hymenaeacourbaril*L.), para su uso en la restauración ecológica en el municipio El Salvador.

### **Materiales y métodos**

El trabajo se desarrolló en el municipio El Salvador, en área de la residencia de la señora Mirka Lidia Castillo Pineda, sobre un suelo pardo con carbonato típico del género (Arenisca Calcárea), profundidad efectiva de 60 cm, poco húmico, con buen drenaje según MINAGRI (1999); desde el 5 de enero al 27 de marzo de 2022. Para la siembra se utilizaron semillas secas del algarrobo criollo por ser la especie localizada en el municipio. La dimensión de los viveros por tratamiento de 1,5 m x 1,5 m. Se utilizó el diseño experimental aleatorizado con 4 tratamientos.

- T<sub>1</sub>- Tratamiento por escarificación física (lijado de la semilla)
- T<sub>2</sub>- Inmersión en ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos
- T<sub>3</sub>- Inmersión en agua a temperatura ambiental durante 24 horas
- T<sub>4</sub>- Testigo

### **Especificaciones de los tratamientos**

- ✓ Tratamiento 1: consistió en producir un adelgazamiento de la envoltura de las semillas por medio del raspado; utilizando una lija fina, luego se procedió a la siembra en las bolsas. El procedimiento de este método mecánico se basa en tomar la semilla entre los dedos pulgares e índices, y friccionar por tres veces consecutivas el borde de la semilla contra la superficie de la lija.
- ✓ Tratamiento 2: inmersión de las semillas en ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos. El propósito de este tratamiento es carbonizar el endocarpio de la semilla, de manera que pueda facilitarse la germinación de la semilla. Las semillas fueron colocadas en un recipiente de vidrio y cubiertas con el ácido; a razón de un aparte de semilla por dos partes de ácido, a intervalos de 1 minuto se agitó la mezcla para obtener resultados uniformes y evitar la acumulación de la sustancia. Pasado los minutos de tratamiento, se lavaron las semillas para quitarle el ácido que pudiera haber quedado.
- ✓ Tratamiento 3: inmersión en agua a temperatura ambiental durante 24 horas. Las semillas se colocaron en un recipiente conteniendo agua a temperatura ambiente, después del tiempo (24 horas), se procedió a extraer las semillas, para luego ser sembradas inmediatamente; con este método se logró modificar la cubierta dura, a la vez hinchar y suavizar las semillas reduciendo el tiempo de germinación.
- ✓ Tratamiento 4: en este tratamiento no se aplicó tratamiento pregerminativo a las semillas; sembrándose tal como se obtuvieron.

Para llevar a cabo este procedimiento y el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico InfoStat (2002), versión 1.1. Se evaluaron las variables

- ✓ Número de días para el inicio de la germinación: Se contó el número de días para el inicio de germinación, registrándose el promedio. Cabe mencionar que, para esta observación experimental, se utilizó el método de la observación visual y de conteo, anotando el número de días en que inició la germinación.
- ✓ Porcentaje de germinación (%): se estableció sobre la base del número promedio de semillas germinadas del total de semillas utilizadas en cada tratamiento.
- ✓ Altura de la planta (cm.) Este parámetro se determinó en 10 plantas, cada 15 días. Se midió desde la base del tallo a ras de tierra hasta la parte terminal, se utilizó una cinta métrica.

Los resultados se evaluaron económicamente para conocer el tratamiento de mejor relación beneficio/costo.

## **Resultados y discusión**

### **Número de días para el inicio de germinación**

Según la prueba comparativa de Tukey para  $p \leq 0,05$  en la determinación del número de días para el inicio de germinación en el algarrobo criollo que se muestra en la tabla 1, se visualizó que en los tratamientos 1 (Escarificación física: lijado de la semilla) y tratamiento 2 (Inmersión en ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos), la germinación se realizó en forma rápida, iniciándose al quinto y octavo días después de la siembra y estadísticamente diferentes a los demás tratamientos.

**Tabla 1.** Número de días de inicio de la germinación algarrobo criollo con diferentes tratamientos pregerminativos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de días de inicio de germinación</b>
T <sub>1</sub> : Tratamiento por escarificación física (lijado de la semilla)	5a
T <sub>2</sub> : Inmersión en ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos.	8a
T <sub>3</sub> : Inmersión en agua a temperatura ambiental durante 24 horas.	11b
T <sub>4</sub> : Testigo	13b
EE±	0,11

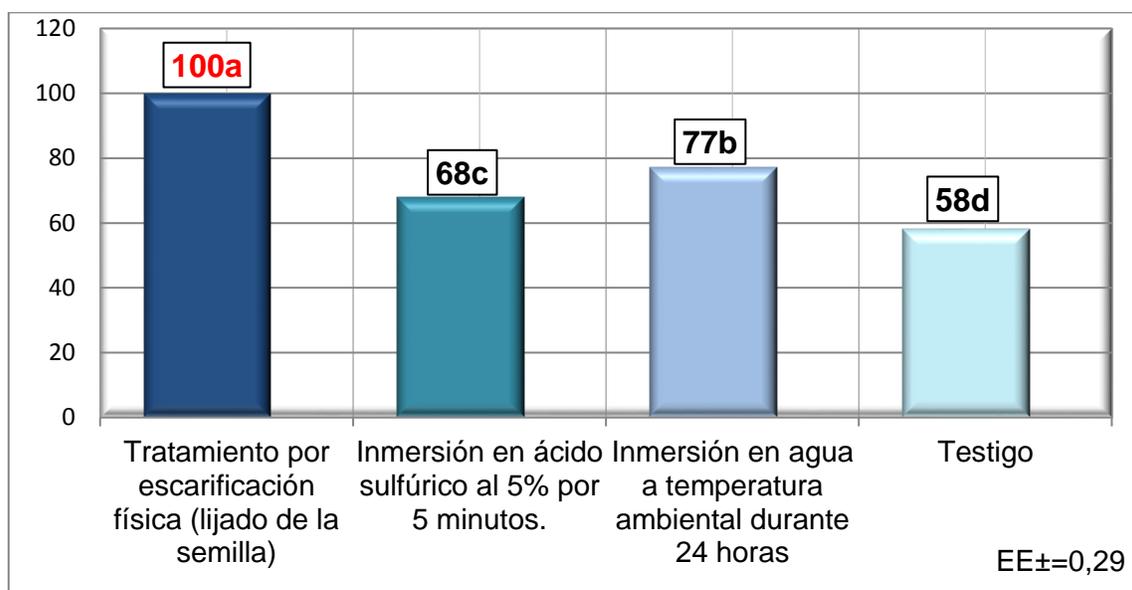
Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según prueba de Tukey para  $p \leq 0,05$ .

Los resultados logrados, nos permiten aseverar la influencia positiva de las prácticas de la escarificación en este caso con lija, tal como lo manifiestan Guzman, Saavedra y Testaseca (1987), quienes consideran que en semillas con cubiertas duras el tratamiento a las semillas con lija aumenta significativamente la germinación, la cual se inició a los cinco días después de la siembra.

Así mismo Prokopiuk y Chifa (2000) manifestaron que por medio de la escarificación con ácidos pueden quitarse artificialmente las cubiertas duras y suspender la latencia de las semillas o cuando menos, reducir los efectos al mínimo. Pece, Sobrero, Acosta y Rosi (2014) recomienda que un tratamiento apropiado para semillas de cubierta dura sea la aplicación de ácido sulfúrico.

### **Porcentaje de germinación**

El análisis de varianza para el porcentaje de germinación de la semilla del algarrobo criollo se aprecia en el gráfico 1, observándose diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El proceso de escarificación aplicado a la semilla (T<sub>1</sub>) con 100% de germinación difiere estadísticamente con los demás tratamientos aplicados, siendo el tratamiento el testigo (T<sub>4</sub>) con 58 % de germinación, el de menor resultado.



Letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey para  $p \leq 0,05$ .

**Gráfico 1.** Poder germinativo del algarrobo criollo con diferentes tratamientos pregerminativos.

Los valores reportados, destacan la práctica de escarificación desarrollada a la semilla del algarrobo criollo, lo cual ha permitido otorgarle las condiciones apropiadas para estimular el proceso de germinación, junto a la incidencia de otros factores participantes de este proceso como humedad, temperatura y aire. Se concuerda en este sentido con lo manifestado por Flores (2015), quien menciona que en la germinación de las semillas es necesario que exista humedad, temperatura y aireación adecuada en el medio; además para que la germinación se realice la semilla debe estar madura, completa, sana y en condiciones de permitir la circulación del aire y agua a través de la cascara, muchas veces esta es gruesa y no permite la entrada de estos elementos o no deja salir el embrión que dará origen a la nueva plántula.

Este resultado es interesante, debido a que cuando las semillas llegan al suelo usualmente encuentran condiciones de estrés (Ramírez, Muñoz, Osorno, Walter y Morales, 2015). Se conoce que el poder de germinación está correlacionada positivamente con una emergencia rápida en condiciones de campo y un mayor desarrollo vegetativo de las plantas (Birchler, Rose, Royo y Pardos, 1998), por consiguiente, tales evidencias demuestran la importancia práctica que tiene el poder de germinación alcanzado con los tratamientos de escarificación mecánica.

Flores, Ortega y Ortega (2020) lograron mejorar el comportamiento germinativo de diferentes cultivos, en condiciones ecológicas muy variadas, al acondicionar o robustecer las semillas antes de la siembra y concluyó que tales efectos se deben a la activación que producen los referidos tratamientos en el aparato metabólico relacionado con la germinación, y en los numerosos mecanismos bioquímico-fisiológicos de tolerancia al estrés que permanecen latentes, estos últimos en condiciones ambientales óptimas.

### Altura de planta

La altura de planta fue determinada cada 15 días, observándose diferentes valores de coeficiente de variabilidad según se muestra en la tabla 2. A los 15, 45 y 60 días después de la siembra, se visualiza que los tratamientos ensayados son estadísticamente iguales. A los 30 días después de la siembra, los tratamientos T<sub>1</sub> (Tratamiento por escarificación física: lijado de la semilla), T<sub>2</sub> (Inmersión en ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos) y T<sub>3</sub> (Inmersión en agua a

temperatura ambiental durante 24 horas), fueron estadísticamente iguales y cuyos valores de 7,45; 7,43 y 6,97 cm, respectivamente difieren estadísticamente con el testigo que obtuvo una altura promedio de las plantas de 5,86 cm.

**Tabla 2.** Altura de la planta de algarrobo criollo con diferentes tratamientos pregerminativos (cm).

Tratamientos	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS
T <sub>1</sub> : Tratamiento por escarificación física (lijado de la semilla)	3,49a	7,45a	10,76a	18,05a
T <sub>2</sub> : Inmersión en ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos.	4,02a	7,43a	11,39a	16,87a
T <sub>3</sub> : Inmersión en agua a temperatura ambiental durante 24 horas.	3,79a	6,97ab	10,63a	17,47a
T <sub>4</sub> : Testigo	2,78a	5,83b	9,25a	16,66a
EE±	0,09	0,12	0,06	0,09

Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según prueba de Tukey para  $p \leq 0,05$ .

El crecimiento constituye un aumento irreversible del tamaño de la célula vegetal, asociado generalmente a un incremento de la masa seca. Está estrechamente relacionado con el aumento de variables de crecimiento como el número de hojas, según señala Columbié (2011). En la variable altura de la planta, se encontró que donde se aplicaron los tratamientos pregerminativos se mostraron los mejores resultados sin diferencias significativas. Esto puede deberse a que estos tratamientos, son procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello (Arnold, 1996).

De manera general, los mejores resultados se obtuvieron cuando las plantas crecieron luego de aplicarse el tratamiento mecánico (T<sub>1</sub>). Además, no se detectó que los restantes tratamientos generaran plantas de calidad inadecuada. Estos resultados confirman los datos Andrés *et al.* (2011), realizaron un estudio con plantas de cedro (*Cedrela odorata*) con tratamientos de hidratación y escarificación encontrando que las plantas sembradas a partir de semillas escarificadas presentaron los mejores resultados. De acuerdo con este trabajo, es posible concluir que es necesario realizar en los tratamientos pregerminativos alguna escarificación y de preferencia la combinación con posterior hidratación.

### **Análisis de la valoración económica**

Para la evaluación económica se tomó el precio establecido para la venta de postura de la Resolución 1/2021 del Ministerio de Finanzas y Precios publicada en la Gaceta Oficial-# 6. Extraordinaria del 14 de enero de 2022 que es de \$ 10,00.

En los tratamientos donde se aplicaron los tratamientos pregerminativos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) se obtuvieron utilidades que son mostrados en la tabla 3. El tratamiento donde se aplicó la escarificación física (lijado de la semilla) obtuvo las mayores de \$ 16600,25. Tomando en consideración los gastos incurridos en la investigación, se determinó que la mayor rentabilidad en la producción de posturas de algarrobo criollo se consiguió en el mismo tratamiento, con un costo de \$ 4,88 (relación beneficio/costo), estableciendo que por cada peso invertido se obtuvo de ganancia \$ 4,88.

**Tabla 3.** Valoración económica de los tratamientos pregerminativos empleados en el Algarrobo criollo.

<b>Tratamientos</b>	<b>Costo de producción \$</b>	<b>Valor de producción \$</b>	<b>Utilidades \$</b>	<b>Relación B/C</b>
T <sub>1</sub> : Tratamiento por escarificación física (lijado de la semilla)	3399,75	20000,00	16600,25	4,88
T <sub>2</sub> : Inmersión en ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos.	4699,16	20000,00	15300,84	3,26
T <sub>3</sub> : Inmersión en agua a temperatura ambiental durante 24 horas.	3599,98	20000,00	16400,02	4,56
T <sub>4</sub> : Testigo	3299,13	10000,00	6700,87	2,03

Esta evaluación se basó en el cálculo de gastos generados por la aplicación de los tratamientos y si estos gastos justifican su ejecución por medio de la obtención de una planta de mayor calidad, tendrá mejor aceptación en el mercado tendiendo a una venta más rápida y eficaz. En el análisis se estableció el mismo precio para las posturas donde se le aplicó un tratamiento pregerminativo, y un precio menor para las posturas del testigo dado por su calidad.

### **Conclusiones**

De los tratamientos pregerminativos empleados en semillas de algarrobo criollo, la escarificación física, con el lijado de las semillas permitió iniciar la germinación a los cinco días después de la siembra y con un porcentaje de 100%.

Ligar las semillas para minimizar el tiempo de germinación (T<sub>1</sub>) y obtener plantas con mejor calidad reportó una utilidad de \$16600,25 y con un costo de \$ 4,88 (relación beneficio/costo), estableciendo que por cada peso invertido se obtuvo de ganancia \$ 4,88.

### **Bibliografía**

- Abrams, M. D. 1994. Genotypic and phenotypic variation as stress adaptation sin temperate tree species: a review of several case studies. *Tree Physiology* 833-842.
- Andrés, P., Salgado, C., & Espelta, J. M. 2011. Optimizing nursery and plantation methods to grow *Cedrela odorata* seedlings in tropical dry agro ecosystems. *Agroforestry Systems*, 83(2), 225–234. doi:10.1007/s10457-011-9404-5.
- Arnold, F. E. 1996. Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile. Documento Técnico CONAF-DED. 123 p.
- Birchler, T., Rose, R. W., Royo, A. y Pardos, M. 1998. La Planta Ideal : Revisión del concepto, Parámetros definitorios e implementación práctica. *Invest. Agr. Sist. Recur. For.*, 7(1), 1–10.
- Columbie, Y. 2011. Manejo de diferentes normas de riego en el cultivo de la acelga (*Beta vulgaris* L) inoculadas con micorriza. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniera Agrónomo. Universidad de Guantánamo.
- Flores, J. A. 2015. Efecto de tratamientos pre-germinativos en la calidad de plántulas forestales de guapinol (*Himenea curbaril*). Thesis for: Degree in Natural Resource Ecology. Project: Bluefield's Indian & University Caribbean (BICU). pp. 14-37.
- Flores, M. A., Ortega, W. y Ortega, A. 2020. Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) en la ciudad de Pucallpa, Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. enero-abril 8(1).

- Guzmán, F. J., Saavedra, S. F. y Testasseca, L. E. 1987. Efecto del Ácido giberelico sobre la germinación de semilla de Sapote (*Capparisangulata* R y P) en condiciones de laboratorio y almacigo. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Piura.
- MINAGRI. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelo. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Departamento PROVINCIAL DE Suelos Salinos.
- Pece, M., Juárez de Galindez, M., Acosta, M., de Benítez, C.G., Saavedra, S. y Bruno, C. 2008. Relación entre la longitud de la vaina y el número de semillas por vaina en Algarrobo Blanco. *Revista de Ciencias Forestales - Quebracho*, (15)
- Prokopiuk, D. y Chifa, D. 2000. Comparación de tratamientos pregerminativos en semillas de algarrobo blanco (*Prosopis alba* Grises). En Actas de Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Noreste.
- Ramírez, G. J. G., Muñoz, M. A., Osorno, B. L., Walter, O. N. y Morales, O. J. G. 2015. Germination and growth of purple passion fruit seedlings under pregermination treatments and mycorrhizal inoculation. *Pesquisa Agropecuaria Barroso*, L. 2004. Comportamiento de las relaciones hídricas de la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) al ser irrigadas con diferentes volúmenes de agua y distancias de siembra. *Cultivos Tropicales*, La Habana. 21(3).
- Ramírez, M. S. y Gutiérrez, A. M. 2015. Efecto de cinco tratamientos pre-germinativos en la calidad de plantas forestales de Guapinol (*Hymenaeacourbaril*), en la ciudad de Bluefields, Región Autónoma Costa Caribe Sur de Nicaragua. Periodo comprendido entre Febrero – Octubre del año 2014. Monografía para optar al título de Licenciado en Ecología de los Recursos Naturales. Bluefields Indian&CaribbeanUniversityBicu.
- Rodríguez, J. L. 2015. Contribución a la conservación de *Juglansjamaicensis*C.DC., en el Parque Nacional Turquino. Tesis doctoral. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”.