

**Obtención de plántulas de *Anacardium occidentale* L con el empleo del bioproducto Vigortem® para la rehabilitación de áreas degradadas por la minería**

**Obtaining *Anacardium occidentale* L seedlings through the use of the Vigortem® bioproduct for the rehabilitation of areas degraded by mining**

**Autores:** Ing. Carmen Álvarez-Rodríguez<sup>1</sup>, Dr. C. Adrian Montoya-Ramos<sup>2</sup>. Ing. Gisel Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, MSc Javier Vera<sup>3</sup>.

**Organismo:** Empresa Cubana de Suministros del Níquel<sup>1</sup>, Moa, Holguín, Cuba, Universidad de Guantánamo, Cuba<sup>2</sup>. Colegio de postgraduados, Campeche. México<sup>3</sup>.

**Email:** [montoya@cug.co.cu](mailto:montoya@cug.co.cu)

**Resumen**

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de Efecto del Vigortem® en la obtención de posturas de *Anacardium occidentale* para la rehabilitación de zonas degradadas por la minería en Moa, Holguín. Se realizó un ensayo en áreas de viveros con la aplicación directa a las semillas antes de la siembra y 15 días después de 0; 4; 5 y 6 L. ha<sup>-1</sup> de Vigortem®. Se evaluó la altura, diámetro del tallo, número de hojas, masa fresca y masa seca. A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, para un diseño aleatorizado. Se utilizó el Test de comparación de rangos múltiples de Duncan para un 95% para separar las medias. Se obtuvo que las dosis de 6 L. ha<sup>-1</sup> de Vigortem® ofrece los valores más significativos en el crecimiento y desarrollo de la plántula de *Anacardium occidentale* en condiciones de vivero.

**Palabras clave:** Vigortem®; viveros; *Anacardium occidentale*

**Abstract**

With the objective of evaluating the effect of different doses of Vigortem® Effect in obtaining *Anacardium occidentale* seedlings for the rehabilitation of areas degraded by mining in Moa, Holguín. A trial was carried out in nursery areas with direct application to the seeds before sowing and 15 days after 0; 4; 5 and 6 L. ha<sup>-1</sup> of Vigortem®. Height, stem diameter, number of leaves, fresh mass and dry mass were evaluated. From the data obtained, an analysis of variance was performed for a randomized design. Duncan's Multiple Range Comparison Test for 95% was used to separate the means. It was obtained that the doses of 6 L. ha<sup>-1</sup> of Vigortem® offer the most significant values in the growth and development of the *Anacardium occidentale* seedling under nursery conditions.

**Keywords:** Vigortem®; nursery; *Anacardium occidentale*

## **Introducción**

La rehabilitación es el proceso de restablecimiento de un ecosistema cuando ha sido destruido o devastado por disturbios extremos, donde se restablece el relieve, la hidrología y el suelo, y se desarrolla, de forma espontánea o asistida por el hombre, la diversidad de especies de la flora y la fauna y se recuperan los procesos ecológicos vitales, de tal forma que el ecosistema resultante sea capaz de autosostenerse (Rodríguez-Urbino, Díaz-Martínez y Sigarreta-Vilches 2016).

En correspondencia con la normativa jurídica cubana, las empresas mineras tienen dentro de sus prioridades la protección del medio ambiente. En este sentido y para la elaboración y aprobación del plan de rehabilitación se rigen por el Manual de Procedimiento Minero de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, el cual establece el contenido de un proyecto minero, ya sea a cielo abierto o subterráneo.

El marañón (*Anacardium occidentale* L.) es un frutal tropical de la familia anacardiácea, originario de la región norte de Brasil, y encuentra en Cuba envidiables condiciones edafoclimáticas para su crecimiento y desarrollo: incluidos abundantes suelos empobrecidos y semiáridos, donde prácticamente no sobrevive otro frutal y, sin embargo, son los preferidos por *A. occidentale* (Aguilera *et al.*, 2001).

No obstante, encabeza la lista de especies frutales tropicales arbóreas amenazadas desde hace más de 15 años (Anderez, 1984), y se necesitan tomar medidas urgentes de conservación y manejo de los genotipos silvestres que habitan en los campos y sabanas; los cuales están dispersos y se encuentran cercanos al declive fisiológico.

Uno de los problemas que afecta la propagación sexual del marañón es el aborto de embriones; lo cual es causado por el incompleto desarrollo de los mismos, mutaciones en estructuras que cubren al embrión o un tipo recalcitrante de dormancia (Nambiar y Thankamma, 1980). Ellis *et al.* (1985) clasifican al marañón como especie ortodoxa y señalan su germinación baja y fuertemente demorada.

Teniendo en cuenta que el Vigortem® es un bioproducto capaz de inducir la germinación y un fuerte sistema radical que se expresa en una mayor área foliar se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de Vigortem® en el crecimiento y desarrollo de plántulas de *Anacardium occidentale* L.

## **Materiales y métodos**

La investigación se realizó en el laboratorio de biotecnología del Instituto de Investigaciones Agroforestales, Tercer Frente, Santiago de Cuba, durante el período comprendido entre mayo a junio de 2020.

Fueron plantadas las semillas en bolsas de polietileno de 5 L de capacidad con 20 cm de alto y 10 cm de ancho contentivas de suelo y materia orgánica de estiércol ovino en una proporción de 3:1. El producto VIGORTEM® se aplicó a los 15 días de germinadas con el empleo de un microaspersor manual. Las dosis utilizadas son las indicadas por Químicas Meristem (2020).

Se utilizaron cuatro tratamientos que se replicaron cinco veces sobre un diseño completamente aleatorizado.

- T1- Aplicación de 0 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® (Testigo)
- T2- Aplicación de 3.0 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®
- T3- Aplicación de 4.0 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®
- T4- Aplicación de 5.0 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®

**Variables de crecimiento: Estas fueron medidas a los 45, 75, 105 días después del trasplante tomando para la selección de los datos un total de 40 plantas por réplica.**

- ✓ Altura de la planta (cm): se midió con una cinta métrica desde la base del tallo a ras de tierra, hasta el extremo de la ramificación principal.

- ✓ Número de hojas (U): se contaron las hojas emitidas por las plantas en los diferentes momentos de medición.
- ✓ Diámetro del tallo (mm): se midió con un pie de rey a la altura de 1 cm del suelo.

### **Análisis estadístico**

A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, para el modelo matemático correspondiente a un diseño de bloques al azar. Se utilizó el Test de comparación de rangos múltiples de Duncan para un 95 %) para separar las medias (Duncan, 1995). Con vista a llevar a cabo este procesamiento y análisis estadístico se utilizó el paquete STATGRAPHICS PLUS versión 5.0.

### **Resultados y discusión**

#### **Análisis de la variable altura de las plántulas de *Anacardium occidentale***

Al analizar la variable altura de la planta en las plántulas de *Anacardium occidentale*, se observa que existieron diferencias significativas entre tratamientos, en los diferentes momentos de medición. Se aprecia que los mayores valores en los estadígrafos descriptivos fueron obtenidos con la dosis que se corresponde con la aplicación de 4 y 5 L.ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® respectivamente.

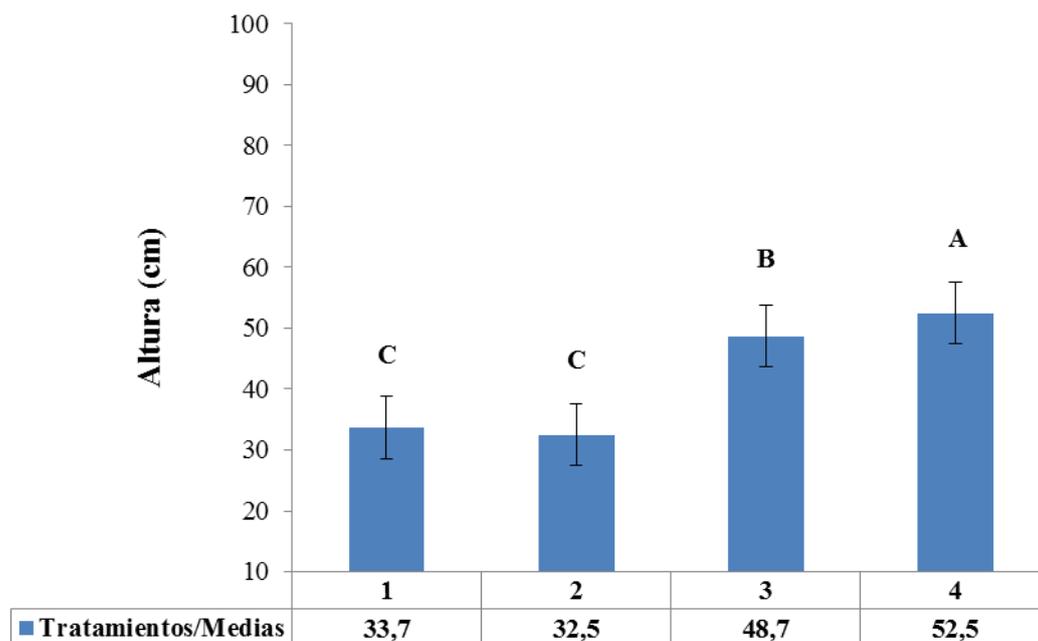
**Tabla 1.** Altura de las plántulas de *Anacardium occidentale* en tres momentos de la fase de vivero.

Altura (cm)	Momentos de medición		
	45 días	75 días	105 días
	Media	Media	Media
<b>T1 Aplicación de 0 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® (Testigo)</b>	<b>14,2±0,23b</b>	<b>21,8±1,11b</b>	<b>33,7±2,77c</b>
<b>T2 Aplicación de 3 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®</b>	<b>13,4±2,10b</b>	<b>24,4±2,90b</b>	<b>32,5,4±1,65c</b>
<b>T3 Aplicación de 4 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®</b>	<b>20,6±1, 32a</b>	<b>30,6±3, 89a</b>	<b>48,7±2,54b</b>
<b>T4 Aplicación de 5 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®</b>	<b>23,7±3, 48a</b>	<b>30,3±1,06a</b>	<b>52,5±3, 21a</b>

#### **Media seguida de letras desiguales en la columna difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )**

La aplicación de productos biológicos permite que la planta logre ser más tolerante a los factores de estrés, sequía, desequilibrios en el pH, altos contenidos de sales, exceso de viento, entre otros. Estos mismos autores plantean que las plantas realizan mayor transpiración por sus hojas, porque pierden y ganan agua, según su tamaño (grande, pequeña o mediana), en relación con la capacidad de absorber a través del sistema radical.

Este resultado puede estar dado por la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo lo que sugiere los aportes de nutrientes derivados de la mayor dosis de abono orgánico, para garantizar los requerimientos nutrimentales de las posturas, donde el hongo utiliza los productos del metabolismo de la planta para realizar sus funciones y, a su vez, le retribuyó a esta con el incremento en la absorción y traslocación de nutrientes, necesarios para realizar sus funciones vitales (Rivera y Ferández, 2003).



**Figura 1.** Altura final en el momento del trasplante en plántulas de *Anacardium occidentale* en fase de vivero.

Para la plantación del marañón es importante que se cuente con una fuente de fertilización orgánica para aumentar la producción. El uso de diversos tipos de abono orgánico como el compost, lombricompost, lixiviados, biofermentos, y materia verde, son aplicados en semillas, suelos o áreas de composteo con el objetivo de acelerar los procesos microbianos e incrementar la disponibilidad de nutrientes en forma tal que sean fácilmente asimilados por las plantas. Por el contrario, el uso de fertilizantes orgánicos como compost, lombricompost, lixiviados, bioles y materia verde, son aplicados en semillas, suelos o áreas de composteo con el objetivo de acelerar los procesos microbianos e incrementar la disponibilidad de nutrientes de tal forma que sean fácilmente asimilados por las plantas (Thirkell *et al.*, 2016).

### **Análisis de la variable longitud de la raíz de las plántulas de *Anacardium occidentale***

Al analizar la variable longitud de la raíz en las plántulas de *Anacardium occidentale*, se observa que existieron diferencias significativas entre tratamientos, en los diferentes momentos de medición. Se aprecia que los mayores valores en los estadígrafos descriptivos fueron obtenidos con la dosis que se corresponde con la aplicación de 4 y 5 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® respectivamente.

**Tabla 2.** Longitud de la raíz (cm) momento del trasplante

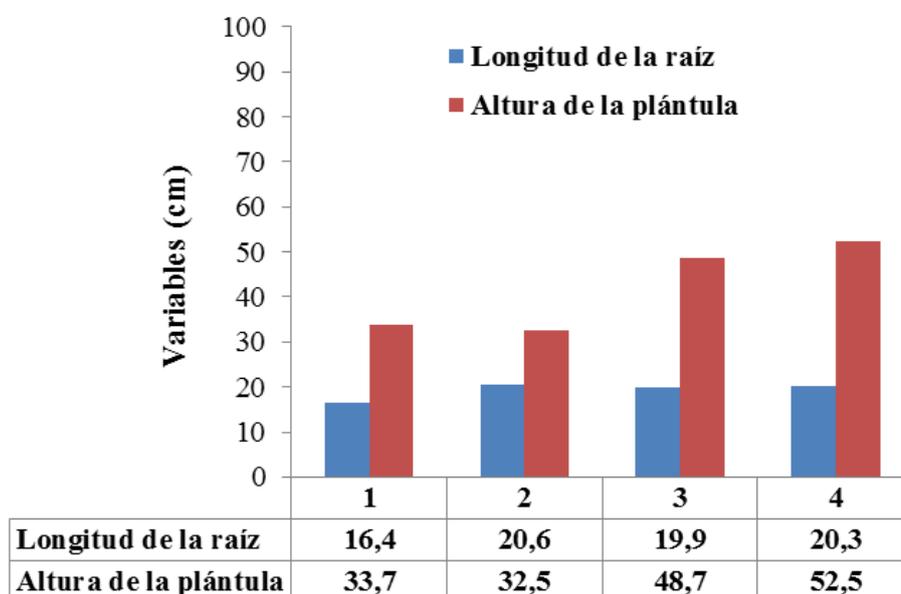
Longitud de la raíz (cm) momento del trasplante			
Tratamientos			
(T1) Aplicación de 0 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	(T2) Aplicación de 3 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	(T3) Aplicación de 4 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	(T4) Aplicación de 5 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®
Media ± EEx	Media ± EEx	Media ± EEx	Media ± EEx
16,4±2,10b	20,6±1, 32a	19,9±2, 90a	20,3±1, 65a

**Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )**

Lourdes *et al.*, (2017) demostraron que la aplicación de biofertilizantes por un ciclo productivo en plantas adultas de marañón (*Anacardium occidentale* L.) permite aumentar la producción de frutos en comparación con tratamientos de fertilización sintética y sin fertilización.

**Análisis de las variables altura y longitud de la raíz de las plántulas de *Anacardium occidentale* en el momento del trasplante.**

Al analizar las variables de crecimiento altura de las plántulas y longitud de la raíz en las plántulas de *Anacardium occidentale*, en el momento del trasplante se observa que el crecimiento en altura de la planta no fue determinante en la longitud de la raíz excepto para el tratamiento (1) que no fue beneficiado con el bioproducto. Cuando fueron discutidas de manera independiente estas variables existieron diferencias significativas entre tratamientos, en los diferentes momentos de medición. Y fue observado que los mayores valores en los estadígrafos descriptivos fueron obtenidos con la dosis que se corresponde con la aplicación de 4 y 5 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® respectivamente. Sin embargo, no es significativo el crecimiento en altura en la longitud de la raíz.



**Figura 2.** Altura final y longitud de la raíz en el momento del trasplante en plántulas de *Anacardium occidentale* en fase de vivero

Las características morfológicas de las plántulas mostraron variabilidad entre ellas, la cual se consideró baja, según los valores de coeficiente de variación, menores o iguales al 20%, y desviación estándar obtenidos al observar los valores mínimo y máximo se notó un rango amplio, especialmente en lo que respecta a las variables altura de plántula y longitud de raíz, de 33 y 26,5 cm respectivamente. En cuanto a los valores de tendencia central,

La altura de plántula y la longitud de raíz que más se repitieron dentro de la población estudiada fueron 37 y 22 cm, respectivamente. La mediana, la cual ocupa el lugar central dentro de la serie de valores de la población estudiada ordenada en sentido creciente o decreciente, fue muy semejante a la media en todas las variables.

**Análisis de la variable diámetro del tallo de las plántulas de *Anacardium occidentale***

Con relación a la variable diámetro del tallo en las plántulas de *Anacardium occidentale*, se observa que existieron diferencias significativas entre tratamientos, en los diferentes momentos de medición. Se aprecia que los mayores valores en los estadígrafos

descriptivos fueron obtenidos con la dosis que se corresponde con la aplicación de 4 y 5 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® respectivamente. De acuerdo a Birchler *et al.* (1998) el diámetro ofrece una aproximación de la sección transversal del transporte de agua, y está correlacionado con la sobrevivencia en campo.

**Tabla 3.** Efecto de los tratamientos evaluados en la variable diámetro del tallo

Diámetro del tallo (mm)	45 días	75 días	105 días
	Media	Media	Media
T1 Aplicación de 0 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM® (Testigo)	11,2±0,01b	17,2±0,61c	31,8±1,15b
T2 Aplicación de 3 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	11,4±2,01b	17,4±0,56c	34,4±1,87b
T3 Aplicación de 4 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	17,6±2,03a	20,6±0,34b	40,6±2, 12a
T4 Aplicación de 5 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	19±0, 11a	33,7±0, 23a	40,3±2, 10a

**Media seguida de letras desiguales en la columna difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )**

El contenido de sales en la solución del suelo (potencial hídrico) debe mantenerse por debajo de los límites de estrés de la planta, para así obtener un óptimo crecimiento y desarrollo de la planta (Birchler *et al.* 1998). El estudio de los caracteres morfológicos y morfométricos a través de métodos exploratorios ha sido de gran utilidad para la caracterización de gran variedad de especies de plantas (Albert *et al.* 1991, 2002, Henderson 2006, Mondragón *et al.* 2007, Sánchez-Urdaneta *et al.* 2008).

**Análisis de la variable número de hojas de las plántulas de *Anacardium occidentale***

Con relación a la variable número de hojas en las plántulas de *Anacardium occidentale*, se observa que existieron diferencias significativas entre tratamientos, en los diferentes momentos de medición. Se aprecia que los mayores valores en los estadígrafos descriptivos fueron obtenidos con la dosis que se corresponde con la aplicación de 4 y 5 L. ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® respectivamente. El número de hojas es una variable de consideración cuando se evalúa la fertilización foliar o se realizan aplicaciones foliares de hormonas, estimulantes y otros.

**Tabla 4.** Efecto de los tratamientos evaluados en la variable número de hojas

Número de hojas	45 días	75 días	105 días
	Media	Media	Media
T1 Aplicación de 0 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM® (Testigo)	4,8±0,02b	7,2±0,12c	11,3±0,01b
T2 Aplicación de 3 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	4,4±0,02b	7,4±0,01c	11,8±0,03b
T3 Aplicación de 4 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	4,6±0,04b	8,5±0,20b	14,6±0,04a
T4 Aplicación de 5 L. ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	5,3±0, 10a	10,5±0,02a	14,3±0,01a

**Media seguida de letras desiguales en la columna difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )**

Esto está dado porque en la superficie epidérmica foliar presenta un gran número de poros microscópicos llamados estomas. La apertura de dichos poros se controla a través de los cambios en el tamaño y la forma de dos células especializadas, llamadas células oclusivas, que flanquean la apertura estomática y poseen una estructura característica que les permite regular la apertura del poro estomático (Gamper *et al.*, 2017).

**Análisis de la variable masa fresca de las plántulas de *Anacardium occidentale***

En el estudio de la respuesta agronómica del cultivo se puede observar que al analizar la variable Masa fresca total, (Tabla 5), nótese que los tratamientos a los cuales se les aplicó VIGORTEM® mostraron un resultado positivo superior al testigo difiriendo significativamente. En el ensayo se evidencia que las plantas que fueron beneficiadas con VIGORTEM® mostraron mayor masa.

**Tabla 5.** Efecto de los tratamientos evaluados para la variable: Masa fresca total en el momento del trasplante.

<b>Masa fresca total (g) de <i>Anacardium occidentale</i></b>				
<b>Momento del trasplante</b>	<b>(Tratamientos)</b>			
	<b>T1 0 L. ha<sup>-1</sup> de Vigortem®</b>	<b>T2 3 L. ha<sup>-1</sup> de Vigortem®</b>	<b>T3 4 L. ha<sup>-1</sup> de Vigortem®</b>	<b>T4 5 L. ha<sup>-1</sup> de Vigortem®</b>
	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>
	193,33d	197,25c	220,95b	268, 32a
<b>EEx</b>	1, 902			

*Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de (p<0.05)*

Se infiere que la aplicación del estimulante, reflejó los mejores valores, mostrando veracidad en el aumento de estas variables, dando una clara expresión de la diferencia que existe en el desarrollo vegetal de este cultivo bajo la incidencia de este producto. La aplicación de VIGORTEM® en momentos de elevada exigencia de producción o en momentos de estrés permite el refuerzo de la zona radicular necesario para la recuperación y reactivación de los cultivos.

Al analizar los resultados relacionados con la masa fresca se debe considerar la importancia del agua en las plantas. Como ha sido referido por Turner *et al.*, (2007). El agua es la sustancia más abundante en los tejidos vegetales. Sin embargo, las partes aéreas de las plantas presentan una mala economía de la misma, ya que del total de agua que absorben por la raíz (100 %) retienen una pequeña porción, que la emplean fundamentalmente en la fotosíntesis (1-2 %) y pierden en forma de vapor por la transpiración entre el 98-99 % del total. La cutícula cubre las células epidérmicas, formando un límite entre la planta y su ambiente exterior; representa una barrera primaria, que minimiza la pérdida de agua y de solutos y, protege la planta contra el estrés biótico y abiótico.

**Análisis de la variable masa seca de las plántulas de *Anacardium occidentale***

Al analizar la masa seca se evidencia que los resultados están influenciados por los nutrientes que aporta el estimulante VIGORTEM® al ser absorbido por las hojas y por su efecto en el incremento de la actividad microbiana cuando es segregado por las raíces, haciendo más eficiente la asimilación de los nutrientes, y con esto logra un equilibrio nutricional, mejorando la resistencia de las plantas a las condiciones adversas estresantes para el cultivo.

**Tabla 6.** Efecto de los tratamientos evaluados para la variable:

<b>Masa seca total (g) <i>Anacardium occidentale</i></b>				
<b>Momento del trasplante</b>	<b>Tratamientos)</b>			
	<b>T1</b> 0 L.ha <sup>-1</sup> de Vigortem®	<b>T2</b> 3 L.ha <sup>-1</sup> de Vigortem®	<b>T3</b> 4 L.ha <sup>-1</sup> de Vigortem®	<b>T4</b> 5 L.ha <sup>-1</sup> de Vigortem®
	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>
	26,53d	33,20c	46,25b	51,43a
<b>EEx</b>	0, 002			

**Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )**

Senn, (1987) informa que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Xunzhong *et al.*, 2010).

**Análisis de la variable Índice de Esbeltez de las plántulas de *Anacardium occidentale***

La relación altura/ diámetro o índice de esbeltez (tabla 7), es otro indicador que combina los valores de las variables altura y diámetro, con el fin de tener una mejor predicción de la calidad de la planta. En este sentido se debe subrayar que los valores obtenidos en el presente trabajo indican que las plántulas crecieron equilibradamente en altura y en diámetro, por lo que se obtuvieron plantas de “compleción” media.

**Tabla 7.** Efecto de los tratamientos evaluados para la variable:

<b>Índice de Esbeltez</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>(IE)</b>
<b>T1 Aplicación de 0 L.ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM® (Testigo)</b>	33,7	31,8	1,060
<b>T2 Aplicación de 3 L.ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®</b>	32,5	34,4	0,945
<b>T3 Aplicación de 4 L.ha<sup>-1</sup> de VIGORTEM®</b>	48,7	40,6	1,200

T4 Aplicación de 5 L.ha <sup>-1</sup> de VIGORTEM®	52,5	40,3	1,303
--	------	------	-------

Este índice relaciona la resistencia de la planta con su capacidad fotosintética (Toral, 1997). Se recomienda que los valores sean bajos, lo que indica una planta más robusta y con menos probabilidad de daño físico por la acción del viento, sequía o heladas en el sitio de plantación (Thompson, 1985).

Los resultados el índice de Esbeltez muestra que las plantas producidas en este sistema de producción tienen una buena capacidad para almacenar los carbohidratos, de acuerdo a Prieto *et al.* (2009), las plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por fauna nociva y plantas con diámetros más pequeños no son capaces de sostener tallos elongados haciéndolos más vulnerables a sufrir daño.

### Conclusiones

La aplicación de Vigortem® fue determinante en el crecimiento y vigor de las posturas de *Anacardium occidentale*, representadas en las variables fisiológicas evaluadas.

El estudio determinó que de las variantes estudiadas la aplicación de Vigortem® de 4 y 5L. ha<sup>-1</sup> son las más efectiva en la obtención de posturas de alta calidad de *Anacardium occidentale* representado en los mejores valores para las variables fisiológicas evaluadas e índices de esbeltez de 1,200 y 1303 respectivamente.

### Referencias bibliográficas

- Aguilera, N.; Rodríguez, N.N. & Guedes, L. 2001. Cultivo in vitro de embriones zigóticos de marañón (*Anacardium occidentale* L.). International Workshop on Plant Biotechnology. Short Reports. April 6-20, 2001. Ciego de Avila, Cuba. pp. 55.
- Ana Cristina Silva de Lima, Denise Josino Soares, Larissa Morais Ribeiro da Silva, Raimundo Wilane de Figueiredo, Paulo Henrique Machado de Sousa, Eveline de Abreu Menezes. (2014) In vitro bioaccessibility of copper, iron, zinc and antioxidant compounds of whole cashew apple juice and cashew apple fibre (*Anacardium occidentale* L.) following simulated gastro-intestinal digestion Food Chemistry 161 142–147
- Ascenso, J. C and I. E. Duncan. 1997. Cashew processing and marketing. International cashew y coconut conference. Dar es Sallaam. Portugal, 194 pp.
- Barros, L.M.; J. J. Cavalcanti Vasconcelos, J. Paiva Rodrigues, J. R. Crisóstomo, M. P. F. Correa e A. C. Lima. 2000. Seleção de clones de cajueiro-anão para o plantio comercial no estado do Ceará. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35 (11): 2197-2204.
- Bertorelli Ortiz, F. J. Salcedo Cedeño, M. J. García Antón, F. Martínez, A. A. Romero Santos y F. Silva Trillo. 2005a. El Cultivo del merey en el Oriente de Venezuela. Serie Manuales de Cultivo. INIA N° 3. 86p.
- Bertorelli, M. y M. Sindoni. (2004). Efecto de *Polybia ignobilis* y *Polistes versicolor* sobre la pérdida del rendimiento de pseudofrutos de merey. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 21 (Supl. 1): 166- 173.
- Bertorelli, M. y M. Sindoni. 2004. Efecto de *Polybia ignobilis* y *Polistes versicolor* sobre la pérdida del rendimiento de pseudofrutos de merey. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 21 (Supl. 1): 166- 173.
- BLANKE, M.M. & BELCHER, A.R. 1989. Stomata of apple leave cultured in vitro. Plant Tiss. Cult., 19:85- 89.
- Catarino, L.; Menezes, Y., Sardinha, R. (2015) Cashew cultivation in Guinea-Bissau – risks and challenges of the success of a cash crop. Scientia Agricola, Piracicaba, v.72 n.5, p. 459-467.

- Cavalcanti, J. A. T. e J. C. M. Chaves. 2001. Produção de mudas de cajueiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Nº 42. 43p.
- Chirinos, J. y M. Sindoni. 2004. Comportamiento de diferentes clones de merey criollo y enano ante el ataque de enfermedades al sur del estado
- Crisóstomo, J. R.; F. J. Santos de Seixas, V. H. Oliveira de, B. Van Raij, A. C. Bernardi, C. A. Silva e I. Soares. 2001. Cultivo do cajueiro anao precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubacao e na irrigacao. Boletín Técnico, 10p.
- Crisóstomo, J. R.; J. W. R. Gadelha, J. P. P. Araújo e L. M. Barros. 1992. Conseqüências do plantio de sementes colhidas de plantas exertadas ou de plantas de pé franco de cajueiro. Fortaleza: Embrapa- CNPCa, Caju Informativo, 3p.
- DEBERG, P. 1991. Acclimatization techniques of plant from in vitro. Plant Biotechnology. Acta Hort., 289:271-299.
- Dendena, B.; Corsi, S. (2014) Cashew, from seed to market: a review. Agronomy for
- DESJANDIR DALPASQUALE. DESJARDINS, Y. 1995. Factors affecting CO<sub>2</sub> fixation in striving to optimize photoautotrophy in micropropagated plantlets. Plant Tiss. Cult. & Biotech., 1(1):13-23.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D. & ROBERTS, E.H. 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Vol. 2. Compendium of specific germination: Information and test recomendations. International board for plant genetics resources. Rome. pp. 249.
- FAHL, J.I. 1989. Influencia da irradiancia e do nitrogenio na fotossintese e crescimento de plantas jóvenes de café (*Coffea arabica* L.). These PhD. Campinas, UNICAMP. pp. 84.
- Frota, P. C. E. e J. I. G. Parente. 1995. Clima e fenología. In: J. P. P. Araujo e V. V. Silva. Da Cajucultura. Modernas técnicas de produção. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, p.43-54.
- Lourdes Adriano-Anaya, Guadalupe Trejo-Roblero, Raymundo Rosas-Quijano, Gamaliel Velázquez-Ovalle, Alfredo Vázquez-Ovando (2017). Mejoramiento del rendimiento y calidad de fruto y pseudofruto de marañón con un ciclo de fertilización orgánica. Rev. Bras. Frutic. v. 39, n.5 (e-674) ISSN 0100-2945, <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017674>
- NAMBIAR, M.C. & THANKAMMA, P.K. 1980. Cashew. In: Bose, T.K. (Ed.), Fruits of India Tropical and Subtropical, Naya Prokash, Calcutta, India. pp. 409-438.
- Thirkell, T.J.; Cameron, D.D.; Hodge, A. (2016) Resolving the 'nitrogen paradox' of arbuscular mycorrhizas: fertilization with organic matter brings considerable benefits for plant nutrition and growth. Plant, Cell and Environment, Hoboken, v.39, p.1683-1690.
- XUNZHONG, ZHANG.; KEHUA, WANG AND E. H., ERVIN. Optimizing Dosages of Seaweed Extract-Based Cytokinins and Zeatin Riboside for Improving Creeping Bentgrass Heat Tolerance. American Society of Agronomy, 2010.
- ANDEREZ, M.; MARTÍNEZ, R. & RODRÍGUEZ, A. 1984. Centro de recursos genéticos vegetales: Antecedentes, concepción y estructura. ACC-Sección Agrícola. La Habana. pp. 31.
- CAÑIZARES, J. 1984. Las frutas anacardiáceas. Ed. Cient. Tecn. La Habana. pp. 96.
- DAS, S. JHA, T.B. & JHA, S. 1999. Factors affecting in vitro development of embryonic axes of cashewnut. J.Hort. Sci., 1381:1-10.
- Aliyu, O. M. 2006. Phenotypic correlation and path coefficient analysis of nut yield and yield components in cashew (*Anacardium occidentale* L.). Silvae Genetica 55 (1): 19-24.

**Fecha de recibido: 17 nov. 2020**  
**Fecha de aprobado: 25 ene. 2021**