

**Propagación vegetativa por estacas de *Pterocarpus angolensis* DC. producido por semillas *Zea mays* de maíz en germinación**

**Vegetative propagation by cuttings of *Pterocarpus angolensis* DC. produced by seeds of corn (*Zea mays*) in sprouting**

MsC. Ilya María García Corona<sup>1</sup>, Aurélio de J. R. Pais<sup>2</sup>, Petrus Joaquin Dique<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MsC. en Ciencias Forestales. Departamento de Forestal, Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 Final, Pinar del Río. CP. 20100, email: ilia@ upr.edu.cu, teléf.: 48-779661.

<sup>2</sup> Ingeniero Forestal Departamento Forestal, Universidad Zambezia, Mocuba, Av. Julio Nyerere D. Marmanelo, email: ninopais@gmail.com.

<sup>3</sup> Estudiante de cuarto año de Ingeniería Forestal Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Zambezia, Mocuba, Av. Julio Nyerere D. Marmanelo, email petrusdique@gmail.com, teléf.: 876745322.

## **RESUMEN**

El estudio se llevó a cabo el 31 de agosto de 2013, en el vivero de la Facultad de Agronomía y Forestal, Universidad Zambezia, ubicado en los terrenos de la misma institución, con el objetivo de evaluar el efecto de las auxinas naturales (IAA) producidas por la semilla de maíz en germinación en la propagación vegetativa de *Pterocarpus angolensis*, y también desarrollar un procedimiento para su regeneración a través de la propagación vegetativa. Las estacas de *Pterocarpus angolensis* se estandarizaron a una longitud de 15 cm y fueron tratadas con cuatro dosis de semillas de maíz en germinación, que se colocaron a germinar en placas de Petri durante 96 horas y después se depositaron en recipientes con 500 ml de agua. Fueron considerados tratamientos las siguientes cantidades de semillas de maíz T1 - 400 semillas, T2 - 300 semillas, T3 – 250 y T4 0 semillas (control).El análisis de la varianza (ANOVA ) mostró una diferencia significativa en 5 % de probabilidad ( $p < 0,05$ ), para

las diferentes dosis de la concentración de auxina natural en relación con el número medio de estacas brotadas y el número de nuevos brotes, mientras que la dosis más baja (T3 - 250 semillas), logra un mejor rendimiento en todos los parámetros evaluados. No se observó enraizamiento, y todas las estacas no sobrevivieron a las condiciones en que se realizó el estudio, de manera que se alcanzó una mortalidad del 100%, 55 días después del establecimiento.

**Palabras claves:** propagación, estacas, *pterocarpus angolensis*, auxinas naturales, semillas de maíz.

## **ABSTRACT**

The study was carried out on August 31, 2013, at the nursery, Faculty of Agronomy and Forestry, Zambeze University, located on the grounds of the same institution with the objective of evaluating the effect of natural auxin (IAA) produced by the seed corn germination the vegetative propagation of *Pterocarpus angolensis* in order to develop a procedure for their regeneration through vegetative propagation by cuttings. Cuttings of *Pterocarpus angolensis* were standardized to a length of 15 cm and sharp-based bisel, were treated with four doses of corn seeds germinating. Corn seeds were placed to germinate in petri dishes for 96 hours, then placed in containers containing 500 ml of water, then the cuttings were placed for 48 hours, the following treatments were considered quantities of seed of maize T1 - 400 seeds, T2 - 300 seeds, T3 - 250 seeds and T4- 0 seed (control). Analysis of variance (ANOVA) showed a significant difference at 5 % probability ( $0.01 < p < 0.05$ ), for the different doses of the natural auxin concentration in relation to the average number of sprouting and the number of new shoots whereas lower dose (T3 - 250 seeds), achieved a better performance in all parameters evaluated. No rooting was observed, and all cuttings did not survive the conditions in which the study was conducted, reaching 100% mortality, 55 days after establishment.

**Key words:** propagation, cuttings, *pterocarpus angolensis*, natural auxin, corn seeds.

## INTRODUCCIÓN

Según Palgrave, (1983), *Pterocarpus angolensis*, es una especie de gran valor económico pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae. Comúnmente conocida como Umbila (Gomes y Sousa, 1967).

En Mozambique, *Pterocarpus angolensis* crece en bosque abierto tanto como en las llanuras costeras, el río Limpopo, al norte, en la arena arcillosa y suelos rojizos. Se convirtió en rara o desaparecida en algunas zonas debido a la intensa explotación. (Sousa y Gomes, 1967)

Mackenzie (2006) plantea, *Pterocarpus angolensis* es una de las siete especies que actualmente son internacionalmente comercializables, y estas son mucho menos comunes en los bosques, por lo general cubre solo el 5-20% del volumen total. Por otra parte, hay algunos árboles de diámetros explorables.

Para las especies de gran demanda como *Pterocarpus angolensis*, y muchas otras, cuyas poblaciones se han reducido a restos aislados y dispersos en todo el país, sería estratégico la plantación y la gestión de las poblaciones de alta variabilidad genética para la conservación, compuestas por muestras representativas de cada región.

La propagación de *Pterocarpus angolensis* por semillas está limitada por la baja tasa de germinación, de crecimiento de los árboles, y la producción de semilla retardada, ya que a su vez la multiplicación vegetativa de esta especie está limitada por los altos costos de los reguladores de crecimiento sintéticos.

La propagación vegetativa por estacas utilizando fitohormonas y reguladores de crecimiento natural es muy necesaria para un proceso sostenible y la reducción de los costos de producción de plántulas, lo que elimina la dependencia de las semillas disponibles en temporada.

La propagación por estacas es cortar los brotes, ramas o raíces de las plantas, que se colocan en una cama enraizadora, a fin de lograr la emisión de raíces y disparar ramas. (González *et al.* 2004). Por lo general, las plantas cultivadas para enraizamiento son capaces de ser plantadas cuando alcanzan de 90 a 120 días de edad (Ferrari, *et al.* 2004).

Hartmann y Kesters (2009), sostienen que la auxina es necesaria para la iniciación de raíces adventicias en estacas, y se ha demostrado que las divisiones celulares iniciales son dependientes de auxina endógena o de su aplicación.

La aplicación de auxina en estacas de difícil enraizamiento es muy importante porque aumenta la tasa de formación, número y calidad de las raíces formadas y la uniformidad de enraizamiento (Malavasi, 1994, citado por Wendling, 2004).

Según Costa (2012), la biosíntesis de IAA se asocia con zonas de división celular rápida, especialmente en el meristemo apical del tallo, las hojas jóvenes, el desarrollo de frutos y semillas. Estos lugares se consideran los centros de producción principales de la AIA. El sistema más estudiado es el grano de maíz (*Zea mays*) en germinación.

Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el potencial de la propagación vegetativa por estacas de *Pterocarpus angolensis* utilizando el ácido indol acético naturales (IAA), producido por las semillas de maíz en la germinación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se desarrolló en el vivero de la Facultad de Ingeniería Agrícola y Forestal – Universidad Zambezia, ubicado en los terrenos de la misma institución.

Las estacas se obtuvieron a partir de plantas de *Pterocarpus angolensis*, las cuales provienen de un bosque nativo. Después de cortadas las estacas axilares, permanecieron en un recipiente con agua hasta su preparación. Estas se estandarizaron a una longitud de 15 cm y se realizó un corte en bisel en la base, asimismo las hojas fueron removidas por completo para evitar la evaporación excesiva. Se aplicaron cuatro dosis de una solución de un extracto de semillas de maíz en germinación, que fueron considerados tratamientos.

Las semillas de maíz se colocaron a germinar en placas de Petri durante 96 horas. Una vez transcurrido este tiempo se depositaron en recipientes con 500 ml de agua, introduciendo en estos las estacas, de forma tal que se cubrieran 2,5 cm de la base, permaneciendo en estas condiciones durante 48 horas. Fueron considerados tratamientos las siguientes cantidades de semilla de maíz: T1 - 400 semillas, T2 - 300 semillas, T3 - 250 semillas y T4 - 0 semillas.

El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones de 10 estacas para un total de 120.

Observaciones: Las observaciones se realizaron todos los días y se recogieron los datos en función de los siguientes parámetros: número medio de estacas brotadas por tratamiento, el número promedio de brotes por tratamiento y porcentaje de estacas sobrevivientes.

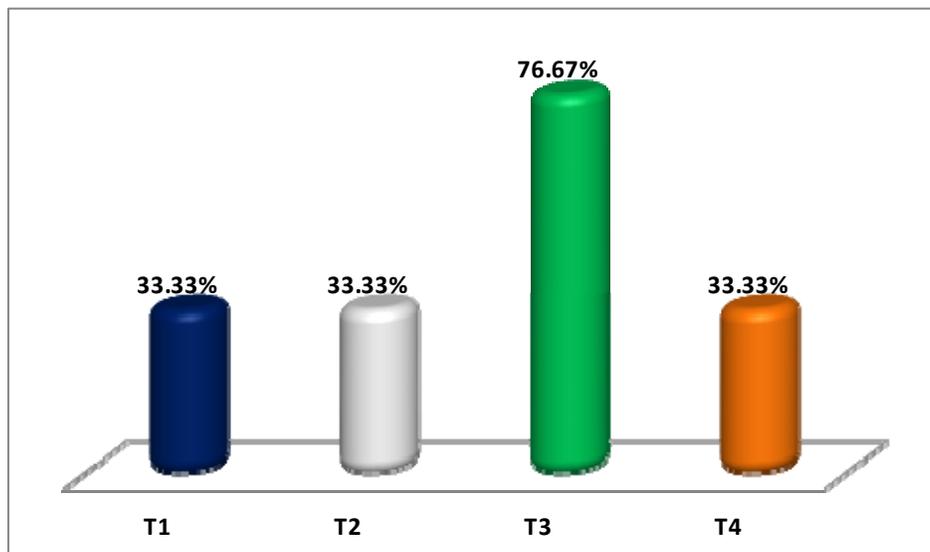
Análisis de los resultados: Se realizó el análisis de datos utilizando el software estadístico ASSISTAT 7.6 beta. El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para probar el efecto de significación entre tratamientos y para las comparaciones múltiples de las medias en los tratamientos se aplicó la Prueba Tukey para 5 % de probabilidad.

## RESULTADOS

### Rebrote

Las primeras señales de brotación se observaron cinco días después de la plantación de las estacas y en el tratamiento T3 se alcanzó el mayor porcentaje de brotación (76,67%), sin diferencias significativas en términos porcentuales para los tratamientos (T1, T2 y T4), que fue 33,33%. El porcentaje de brotación se muestra en el gráfico siguiente.

**Gráfico 1. Porcentaje de brotación**



Graphic 1. Percentage of sprouting

Análisis de la varianza (ANOVA) mostró una diferencia significativa al nivel de 5% de probabilidad ( $p < 0,05$ ), entre las diferentes dosis de la concentración de auxina natural en relación con el número medio de estacas brotadas y nuevos brotes formados. Utilizando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad se encontró que el efecto de la concentración de la disolución de semillas de maíz (tratamiento T3) logra el número promedio más alto de la brotación, con ninguna diferencia significativa entre los otros tratamientos (T1, T2 y T4).

**Tabla 1. Análisis de la varianza para el efecto de la dosis de auxina natural en la formación de brotes.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>cal.</sub></b>	<b>F<sub>crit. (8,3; x=0,05)</sub></b>	<b>F<sub>crit (8,3; x=0,05)</sub></b>
Tratamientos	3	40.33	13.44	8.49**	5,52	7,59
Error	8	12.67	1.58			
Total	11	53.00				

Chart 1. Analysis of variance for the effect of the dose of natural auxin in sprout formation

**Tabla 2. Promedios de estacas brotadas por tratamiento**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>diferencia</b>
T1	3.33	b
T2	3.67	b
T3	7.67	a
T4	3.33	b

Promedios seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Chart 2. Average sprouted cuttings per treatment

En cuanto al número de brotes por tratamiento, T3 logró el mayor número promedio de brotes, sin diferencia significativa entre los promedios de los otros tratamientos, como se muestra en la tabla.

**Tabla 3. Número promedio de brotes por tratamiento**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>diferencia</b>
T1	3.67	b
T2	3.67	b
T3	10.00	a
T4	4.00	b

Promedios seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Chart 3. Average number of sprout per treatment

Se observó que las dosis más altas de auxinas naturales (IAA) producidas por semillas de maíz en germinación disminuyeron su eficiencia en la formación de brotes, desde que fue marcado por bajo rendimiento en todos los parámetros evaluados, lo que no muestra diferencias con el control. En general, el efecto de la auxina natural producida por las semillas de maíz en germinación en la formación de brotes de *Pterocarpus angolensis* fue más pronunciado en la dosis más baja (tratamiento T3).

### **Enraizamiento y Supervivencia**

No se observó enraizamiento y las estacas no sobrevivieron a las condiciones en que se realizó el estudio, de ahí que se alcanzara una mortalidad del 100%, 55 días después del establecimiento.

### **DISCUSIÓN**

Este estudio mostró que el efecto de la concentración de la disolución producido por las semillas de maíz en germinación puede emplearse en la propagación vegetativa para estacas de *Pterocarpus angolensis*.

La auxina natural producida por las semillas de maíz en germinación fue más eficiente en la formación de brotes de *Pterocarpus angolensis*. Las primeras señales de brotación surgieron a partir del quinto día, a diferencia de los resultados obtenidos por (Salencia, 2005), ya que utilizando la misma auxina en la propagación vegetativa de *Azelia quanzensis*, los brotes aparecieron por primera vez en la sexta semana y llegaron a un máximo de 60% de brotación, incluso con la aplicación de la auxina sintética (IBA).

### **CONCLUSIÓN**

Los resultados presentados aquí muestran que la aplicación exógena de auxina puede estimular la formación de brotes de *Pterocarpus angolensis*. La propagación vegetativa por estacas de *Pterocarpus angolensis* puede resolver el problema de la baja tasa de

germinación, crecimiento de las plantas y el retraso en la producción de semillas, asimismo reduce el tiempo empleado por la planta para alcanzar la madurez que es de unos 20 años. La propagación por estacas asegurará la conservación y aprovechamiento sostenible de esta especie económicamente importante. No se observó enraizamiento, y las estacas no sobrevivieron a las condiciones en que se realizó el estudio, de ahí que la mortalidad alcanzada fuera del 100%, 55 días después de la siembra.

### **Limitaciones presentadas en el desarrollo del experimento**

- El experimento se llevó a cabo bajo una sombra realizada en red, en lugar de un invernadero que aumentaría la eficiencia de los parámetros evaluados.
- Dificultad en la cuantificación de la auxina (IAA), producida por la germinación de semillas de maíz.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- DA COSTA, R. C. L. *Auxinas: o hormônio de crescimento dos vegetais*. Úfra. 2012.
- DUTRA, L. F., GROSSI, F., et al. *Produção de Mudras de Espécies Lenhosas*. 54 p. [en línea] Novembro, 2006. Disponible en: <http://www.cnpf.embrapa.br> [Consulta: Mayo, 12 2013]
- FERRARI, M. P., GROSSI, F., WENDLING, I. *Propagação Vegetativa de Espécies Florestais*, Colombo, PR. 19 p. [en línea] Agosto, 2004. Disponible en: <http://www.cnpf.embrapa.br> [Consulta: Abril, 29 2013]
- GOMES e SOUZA. *Dendrologia de Moçambique*. Maputo. 1967.
- GONZÁLEZ S. R., LOZANO J. G., ROJAS M. A. *Propagación Asexual de Plantas: Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas*. Produmedios. 2004.
- HARTMANN, H. T. & KESTER, D. E. *Principles and Techniques of Propagation by Cuttings in: Plant propagation: Principles and Practices*. 8<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice-Hall. 2009.
- MACKENZIE, C. *Administração da Floresta na Zambézia, Moçambique: Um take-*

*away chinês! Relatório final para fongza* [en línea] Abril, 2006. Disponible en: [www.open.ac.uk/technology/mozambique](http://www.open.ac.uk/technology/mozambique) [Consulta: julio, 31 2013]

- PALGRAVE, K.C. *Trees of Southern Africa*, 2<sup>nd</sup> edition, Cape Town. Struik Publishers. 1983.
- SALÊNCIA, H.R.. *Indução da radiciação e avaliação do potencial de propagação vegetativa em estacas semilenhosas de Litchi chinensis (Litchi) e Afzelia quanzensis (Chanfuta)*. Bio – 254. Maputo. Universidade Eduardo Mondlane. Faculdade de Ciências. (monografía). 2005.
- WENDLING, I. *Propagação vegetativa de erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras*. Embrapa Florestas. Documentos, 91. Editoração eletrônica: Cleide da S. N. Fernandes de Oliveira. 46 p. [en línea] Agosto, 2004, Disponible en: <http://www.cnpf.embrapa.br> [Consulta: abril, 29 2013]

**Aceptado:** 20/10/2014