

## Propagación vegetativa del abrojo (*Tribulus cistoides* L.), planta ornamental multipropósito

### Vegetative propagation of caltrop (*Tribulus cistoides* L.), multipurpose ornamental plant

M. Ramírez, J. Soto y B. Caraballo

Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ). Apartado 15205. ZU4005.

#### Resumen

El abrojo (*Tribulus cistoides* L.) es una especie multipropósito que se adapta muy bien a las condiciones semiáridas y áridas de Venezuela, y es utilizada en otros países con fines ornamentales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tipo de estaca (apical y subapical), concentración de ácido indolbutírico (AIB) (0, 500, 1000, 2000 y 4000 mg.kg<sup>-1</sup>) y humedad relativa alrededor de la estaca (HRE) (ambiente abierto y sombreado con 74,4%, y cercana al 100% con cámara húmeda) sobre el enraizamiento del abrojo. Transcurridas cinco semanas se encontró que sólo la HRE influyó significativamente ( $P < 0,01$ ) en el porcentaje de estacas viables, enraizadas, número de raíces por estaca y longitud de la raíz. Se concluyó que la plantación de estacas apicales o subapicales, sin aplicación de AIB, y expuestas directamente al ambiente bajo sombra permitió altos porcentajes de estacas vivas y enraizadas, y mayor desarrollo radical.

**Palabras clave:** ácido indolbutírico, humedad relativa, enraizamiento, estacas.

#### Abstract

The caltrop (*Tribulus cistoides* L.) is a multipurpose specie well adapted to semi-arid and arid conditions of Venezuela, and is used in other countries for ornamental purposes. The aim of this study was to evaluate the effect of cutting type (apical and subapical), concentration of indole butyric acid (IBA) (0, 500, 1000, 2000 and 4000 mg.kg<sup>-1</sup>) and relative humidity around the cutting (RHC)

(environment shading -without humidity chamber- and close to 100% with humidity chamber) on the rooting of caltrop. After five weeks it was found that only the RHC influenced significantly ( $P < 0.01$ ) in the percentages of viable cuttings, rooted cuttings, number of roots per cutting and root length. It was concluded that planting apical or subapical cuttings, without IBA application, and directly exposed to the environment under shade allowed high percentages of living and rooted cuttings, and greater root development.

**Key words:** indole butyric acid, relative humidity, rooting, cutting.

## Introducción

El crecimiento demográfico de las ciudades, el crecimiento anárquico de la mancha urbana y la problemática ambiental actual ha puesto de manifiesto la necesidad de proteger, conservar e incrementar los espacios verdes abiertos e intensificar los programas de reforestación urbana en muchos países; adicionalmente el desarrollo turístico ha hecho imprescindible el incremento de las áreas verdes urbanas, de la variedad de plantas ornamentales a incorporar en éstas y de la arborización de las instalaciones turísticas de las urbes (Meza and Moncada, 2010).

En Venezuela y en el caso particular de la ciudad de Maracaibo y sus alrededores, estado Zulia, la mayoría de las áreas verdes se ha establecido con especies introducidas que requieren de alto mantenimiento, principalmente riego, poda y fertilización, por lo que en la mayoría de los casos es difícil que dichas áreas puedan permanecer en el tiempo. La producción y utilización de plantas ornamentales nativas o adaptadas a las condiciones agroecológicas de cada zona, representa una valiosa alternativa sostenible en las áreas verdes urbanas, por su excelente adaptación y beneficios ecológicos y económicos. Esta alterna-

## Introduction

The demographic grow of the cities, the urban anarchic growing and the current environmental problematic have indicated the need of protecting, preserving and increasing the open green areas and to intensify the urban reforestation programs in many countries; additionally, the touristic development demands the increment of urban green areas, with a variety of ornamental plants and the tree planting of touristic installation in the cities (Meza and Moncada, 2010).

In Venezuela, and particular in Maracaibo, Zulia state, most of the green areas have established with introduced species that require high maintenance, mainly irrigation, prune and fertilization, thus, in most of the cases it is difficult to preserve such areas in the time. The production and use of native or adapted ornamental plants to the agroecological conditions of each area, represents a valuable sustainable alternative on the urban green areas, by their excellent adaptation and ecologic and economic benefits. This alternative has become, for lots of countries with warm regions (Grijalba, 2006; Tholkappiyan *et al.*, 2011) into a very attractive economic activity by the high internal demand and exporting possibility of the plants

tiva se ha convertido para varios países de regiones cálidas (Grijalba, 2006; Tholkappiyan *et al.*, 2011) en una actividad económica muy atractiva por la alta demanda interna y la posibilidad de exportación de plantas y del turismo, que aporta a las comunidades oportunidades de empleo y divisas para el país (Rzedowski y Rzedowski, 2005).

El abrojo (*Tribulus cistoides* L.) es una hierba perenne cosmopolita tropical nativa de la región Mediterránea (Kostova y Dinchev, 2005), multipropósito que muestra una amplia adaptación de suelos y climas, formando extensas y atractivas coberturas o “colchones” de color verde claro con flores amarillas, por lo que se ha utilizado especialmente en jardines y ambientes xerofíticos. Aunque también pudiera utilizarse en el ornato como cobertura vegetal, parcial o total, en islas de avenidas, plazas, distribuidores, jardines, y en techos de edificaciones como aislante de calor. En Nicaragua se emplea en decoraciones de bulevares y jardines de hoteles (Grijalba, 2006). En la medicina tradicional de la India, Bulgaria y otros países se usa como tratamiento para enfermedades urogenitales y cardíacas, afrodisiaco, problemas de infertilidad y desordenes de lívido (Kostova y Dinchev, 2005; El-Tantawy y Hassanin, 2007; Esfandiari *et al.*, 2011) y antitumoral (Kostova *et al.*, 2002).

En Venezuela el abrojo es una planta silvestre, considerada “maleza” en sistemas de producción agrícola, y su distribución incluye principalmente los estados Delta Amacuro, Distrito Capital, Falcón y Zulia (Hokche *et al.*,

and tourism, providing the communities job opportunities and currencies for the country (Rzedowski and Rzedowski, 2005).

Caltrop (*Tribulus cistoides* L.) is a tropical multipurpose perennial cosmopolitan herb native from the Mediterranean (Kostova and Dinchev, 2005), that is well adapted to soils and weathers, forming extensive and attractive clear green covers with yellow flowers, and has been used specially in gardens and xerophytes environments. Caltrop can also be used to decorate, such as partial or total vegetal cover, in avenues, squares, gardens and roofs in buildings as heating insulator. In Nicaragua, this plant is used to decorate boulevards and gardens in hotels (Grijalba, 2006). In the traditional medicine of India, Bulgaria and other countries, it is used as a treatment for urinary and heart diseases, it is aphrodisiac, helps with infertility and disorders of the livid (Kostova and Dinchev, 2005; El-Tantawy and Hassanin, 2007; Esfandiari *et al.*, 2011) and anti-tumor (Kostova *et al.*, 2002).

In Venezuela, caltrop is a wild plant considered as a weed in the agriculture production system, and its distribution mainly includes the states: Delta Amacuro, Capital District, Falcon and Zulia (Hokche *et al.*, 2008), which germinates and develops during the rainy season (Kate and Karadge, 2009). In spite of the natural abundance of this in arid areas, poor and saline soils of the country, there a few scientific studies, thus it is important to evaluate other propagation methods such as cutting. Some researches recommend using

2008), que germina y se desarrolla durante la época lluviosa (Kate y Karadge, 2009). Pese a la abundancia de esta planta en forma natural en zonas áridas, suelos pobres y salinos del país, hay carencia de estudios científicos, por lo que es esencial evaluar otros métodos de propagación como el estaquillado. Algunas investigaciones recomiendan la utilización de auxinas como el ácido indolbutírico (AIB) para mejorar el desarrollo radical de las estacas, y la cámara húmeda para aumentar la sobrevivencia (Acasio, 2009; Kate y Karadge, 2009). En este trabajo se planteó como objetivo evaluar el efecto del tipo de estaca, concentración de AIB y de la humedad relativa alrededor de la estaca sobre el enraizamiento del abrojo.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó durante la época seca del año, entre febrero y marzo del 2012, en el Vivero Universitario de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), estado Zulia, Venezuela, ubicado a 10°41'12" N y 71°38'05" O y altitud de 25 msnm, enmarcado en una zona ecológica de bosque muy seco tropical de área intervenida con promedios anuales de 500 mm de precipitación, 29 °C de temperatura, 79% de humedad relativa, 2500 mm de evapotranspiración y 1101,72 mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> de radiación solar. Las condiciones ambientales durante el ensayo se indican en el cuadro 1.

El material vegetal se obtuvo de plantas de abrojo sanas sin ningún tipo de estrés visible creciendo en los alrededores del Vivero Universitario, Fa-

uxings as indole butyric acid (IBA) to improve the root development of the cuts, and the humid chamber to increase survival (Acasio, 2009; Kate and Karadge, 2009). The aim of this research was to evaluate the effect of the cutting type, the IBA concentration and the relative humidity around the cut on the caltrop rooting.

## Materials and methods

The experiment was carried out during the dry season from February to March 2012, at the University Greenhouse of Agronomy Faculty, Universidad del Zulia (LUZ), Zulia state, Venezuela, located at 10°41'12" N and 71°38'05" W and altitude of 25 masl, framed in an ecologic area with very dry tropical forest of intervened area with annual averages of 500 mm of precipitation, 29 °C of temperature, 79% of relative humidity, 2500 mm of evapotranspiration and 1101.72 mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> of sun radiation. The environmental conditions during the essay are stated in table 1.

The vegetal material was obtained from healthy caltrop plants without any type of visible stress in the areas of the University greenhouse, Agronomy Faculty-LUZ. Branches of 25 cm approximately were collected and kept hydrated in a jar, immersing 2 cm of their base into water until the moment of their preparation. 10 cm –long apical and sub-apical cuts were extracted from the branches, and the flowers and fruits were eliminated.

Later, the powder IBA auxin was applied at a concentration of 0, 500, 1000, 2000 and 4000 mg.kg<sup>-1</sup>, in the

### Cuadro 1. Valores de temperatura y humedad relativa en la zona durante el período experimental.

**Table 1. Values of temperature and relative humidity in the area during the experimental phase.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Promedio	28,9	74,4
Mínima	24,2	68,2
Máxima	33,6	80,6

cultad de Agronomía-LUZ. Se recolectaron ramas de 25 cm aproximadamente y se mantuvieron hidratadas en un envase, colocando unos 2 cm de la base de éstas en agua, hasta el momento de la preparación. De las ramas se extrajeron estacas apicales y subapicales, de 10 cm de largo cada una, y se les eliminaron las flores y los frutos.

Posteriormente se aplicó la auxina AIB en polvo a concentraciones de 0, 500, 1000, 2000 y 4000 mg.kg<sup>-1</sup>, en la base (1 a 1,5 cm) de las estacas, luego se plantaron en bandejas plásticas negras de polietileno de 50 hoyos que contenían un sustrato conformado por arena (capa vegetal) y materia orgánica (estiércol de bovino lavado) en proporción 2:1 (v:v), al cual se le aplicó 50 mL de Captan (2 g.L<sup>-1</sup>) por bandeja, un día antes de colocar las estacas.

Una vez plantadas las 480 estacas se asperjaron con Captan® (2 g.L<sup>-1</sup>), la mitad de éstas se ubicó dentro de una cámara húmeda que ofrecía una humedad relativa cercana al 100%, para lo cual a cada bandeja se le colocó una estructura metálica, luego se introdujo en una bolsa grande de plástico transparente (65 cm ancho x 100

base (1 to 1.5 cm) of the cuts, later were sowed in black polyethylene plastic trays with 50 holes, which had a substrate formed by sand (vegetal layer) and organic matter (washed bovine manure) in a 2:1(v:v) proportion, to which was applied 50 mL of Captan (2 g.L<sup>-1</sup>) per tray, a day after putting the cuts.

Once planted the 480 cuts, these were sprayed with Captan® (2 g.L<sup>-1</sup>), half of these located on a wet chamber with a relative humidity close to 100%, and a metallic structure was put on each tray, later a big clear plastic bag was introduced (65 cm width x 100 cm length) and closed to avoid the humidity lost. The other cuts were exposed directly to the environment, without wet chamber, and were irrigated manually and daily. The experiment was moved under a sarantype mesh that offered 20% of sun exposure.

Twenty treatments were evaluated as a result of the combination of two types of cuts, five IBA concentrations and two conditions of relative humidity around the cut. A randomized split plot design was used with five replications and six cuts as experimental unit. After five weeks

cm largo) y se cerró bien para evitar la pérdida de humedad. Las otras estacas se dejaron expuestas directamente al ambiente, sin cámara húmeda, y se regaron manualmente con una frecuencia diaria. El experimento se ubicó debajo de una malla tipo sarán que ofrecía 20% de luz solar.

Se evaluaron 20 tratamientos producto de la combinación de dos tipos de estacas, cinco concentraciones de AIB y dos condiciones de humedad relativa alrededor de la estaca. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con cinco repeticiones, seis estacas como unidad experimental. Transcurridas cinco semanas se evaluaron: porcentaje de estacas viables (PEV), porcentaje de estacas enraizadas (PEE), número de raíces por estaca (NR) y longitud de la raíz más larga (LR).  $PEE = (\text{número de estacas enraizadas} / \text{número total de estacas sembradas}) \times 100$ . El análisis estadístico se realizó a través del procedimiento GLM (modelo lineal general) del programa SPSS versión 12 (Pérez, 2005).

## Resultados y discusión

El análisis estadístico mostró que solo el factor humedad relativa alrededor de la estaca influyó significativamente ( $P < 0,01$ ) en el porcentaje de estacas viables, porcentaje de estacas enraizadas, número de raíces por estaca y longitud de la raíz más larga (cuadro 2, figura 1). Las estacas apicales y subapicales tratadas con o sin AIB y que se dejaron expuestas al ambiente sin cámara húmeda, regadas con una frecuencia diaria, lograron alcanzar los máximos valores de

were evaluated: percentage of viable cuts (PVC), percentage of rooted cuts (PRC), number of roots per cut (NC) and longitude of the longest root (LR).  $PRC = (\text{number of rooted cuts} / \text{total number of sowed cuts}) \times 100$ . The statistical analysis was done using the GLM procedure (general lineal model) of the SPSS program, version 12 (Pérez, 2005).

## Results and discussion

The statistical analysis showed that only the relative humidity factor around the cut had a significant influence ( $P < 0.01$ ) in the percentage of viable cuts, percentage of rooted cuts, number of roots per cut and longitude of the longest root (table 2, figure 1). The apical and sub-apical cuts treated with and without IBA and exposed to the environment without wet chamber and irrigated daily reached the highest values of the mentioned variables. The latter proved that the relative humidity of the environment around 74.4% (table 1) was adequate for rooting these cuts when performing daily irrigations. The results showed that the application of IBA was not necessary to stimulate the rooting of Caltrop, maybe due to its herbaceous condition – since many herbaceous plants are treated with auxin only to improve or accelerate such process – and by its excellent adaptation to dry and warm weathers.

The values obtained in the current research contrasted and exceeded the one reported by Acasio (2009), who obtained the maximum survival percentage, 49.65% in apical cuts treated with 500 ppm of

**Cuadro 2. Efecto de la humedad relativa (HR) alrededor de la estaca de abrojo sobre el porcentaje de estacas viables (PEV), porcentaje de estacas enraizadas (PEE), longitud de la raíz más larga (LR) y número de raíces por estaca (NR), cinco semanas después de plantadas.**

**Table 2. Effect of the relative humidity (RH) around the caltrop cut on the percentage of viable cuts (PVC), percentage of rooted cuts (PRC), longitude of the longest root (LR) and number of roots per cut (NR) five weeks after the sow.**

HR alrededor de la estaca	PEV (%)	PEE (%)	NR	LR (cm)
HR cercana al 100%, con cámara húmeda	45,4 <sup>b</sup> ±12,1	40,5 <sup>b</sup> ±12	2,7 <sup>b</sup> ±1,8	4,8 <sup>b</sup> ±2,7
Ambiente, sin cámara húmeda	88,7 <sup>a</sup> ±9,8	85,7 <sup>a</sup> ±8,51	8,1 <sup>a</sup> ±2,5	7,9 <sup>a</sup> ±1,3
Coefficiente de variación (%)	17,6	16,25	23,1	15,7

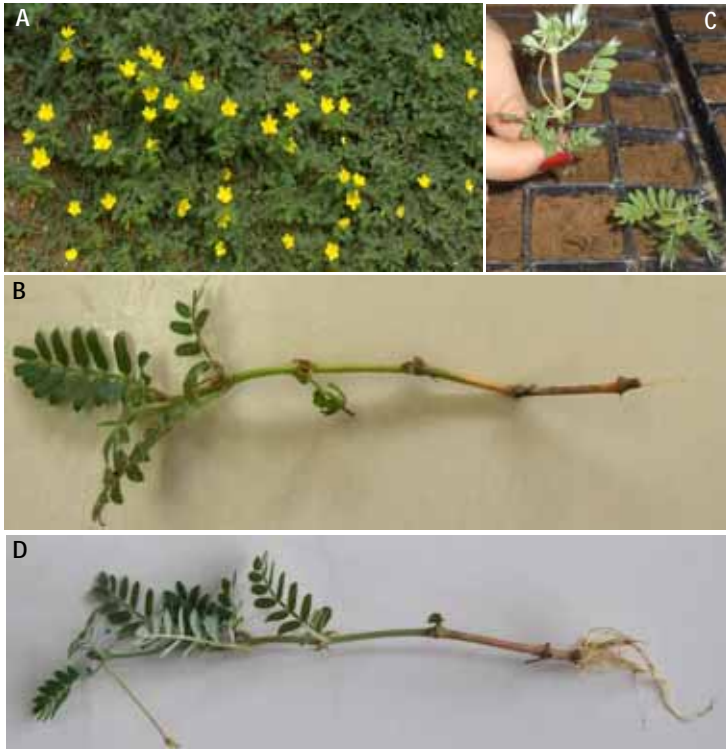
Medias con letras distintas en cada variable difirieron significativamente ( $P < 0,05$ ).

dichas variables. Esto demostró que la humedad relativa del ambiente alrededor 74,4% (cuadro 1) fue adecuada para el enraizamiento de estas estacas cuando se efectuaron riegos diarios. Los resultados demostraron que la aplicación de AIB no fue necesaria para estimular el enraizamiento en el abrojo, posiblemente por su condición herbácea -ya que muchas plantas herbáceas se tratan con auxinas sólo para mejorar o adelantar dicho proceso- y por su gran adaptación a los climas secos y cálidos.

Los valores alcanzados en la presente investigación contrastaron y superaron ampliamente los reportados por Acasio (2009), quien obtuvo los máximos porcentaje de sobrevivencia, 49,65% en estacas apicales tratadas con 500 ppm de ácido naftalenacético y plantadas en cámara húmeda, y 35,5% en estacas subapicales con 1500 ppm de AIB bajo neblina. Los resulta-

Naphthaleneacetic acid and sowed in humid chamber, and 35.5% in sub-apical cuts with 1500 ppm of IBA under shadow. The results obtained in caltrop were also contrary to those mentioned by Kate and Karadge (2009), who rooted in 3.1 days with 90.5% of survival when the stakes were immersed for 30 min in 1500 mg.L<sup>-1</sup> of IBA, and rooting in 5.8 days with 72.5% of survival in the witness cuts, both situations kept under wet chamber condition.

The survival percentage indicated by Acasio (2009) was similar regarding the percentage of viable cuts obtained in the current research for rooted cuts in wet chamber, which registered the lowest values of the evaluated variables (table 2). In this experiment was observed that the high relative humidity was not appropriate for the vegetative propagation of the caltrop, since the apical and sub-apical



**Figura 1.** Estacas de abrojo enraizadas, después de cinco semanas de plantadas. A) Planta madre. B) Estaca subapical. C) Estaca bajo condiciones de alta humedad relativa cercana al 100%. D) Estaca enraizada, expuesta directamente al ambiente o sin cámara húmeda.

**Figure 1.** Rooted caltrop cuts five weeks after their sow. A) mother plant. B) sub-apical cut. C) Cut under high relative humidity conditions near 100%. D) Rooted cut directly exposed to the environment or without wet chamber.

dos obtenidos en abrojo también fueron opuestos a los indicados por Kate y Karadge (2009), quienes lograron el enraizamiento en 3,1 días con 90,5% de sobrevivencia cuando las estacas se sumergieron durante 30 min en 1500 mg.L<sup>-1</sup> de AIB, y el enraizamiento en 5,8 días con 72,5% de sobrevivencia en las estacas testigo, ambas situaciones

cuts of this specie were sensitive to the high relative humidity inside the chamber, causing an environment with excess of humidity around the cut, even when it was irrigated at field capacity before the sow. Such situation did not allow a balance between airing and the humidity of the substrate particles close to the cut, reducing the



se mantuvieron bajo la condición de cámara húmeda.

El porcentaje de sobrevivencia indicado por Acasio (2009) tuvo similitud con el porcentaje de estacas viables conseguido en este estudio para estacas enraizadas en cámara húmeda, las cuales registraron los menores valores de las variables evaluadas (cuadro 2). En este experimento se observó que la alta humedad relativa no fue apropiada para la propagación vegetativa del abrojo, debido a que las estacas apicales y subapicales de esta especie fueron sensibles a la situación de alta humedad relativa dentro de la cámara, que provocó un ambiente con exceso de humedad alrededor de la estaca, aun cuando se regó a capacidad de campo antes de la siembra. Dicha situación no permitió un balance entre la aireación y la humedad de las partículas del sustrato próximas a la estaca, disminuyendo de esta manera la disponibilidad de oxígeno en la base de la estaca, donde se formarían las raíces.

Durante el enraizamiento el oxígeno funciona como un receptor de electrones en la respiración e influye en la bioquímica de la mitosis, y el agua permite mantener la presión de turgencia, por lo que ambos factores en niveles adecuados favorecen la expansión celular, y por ende, el crecimiento inicial de las raíces (Cervantes, 2011). Otro factor que también pudo influir en la baja respuesta obtenida en las cámaras húmedas (cuadro 2), a pesar de estar bajo sombra, fue el incremento de la temperatura interna de éstas, debido a que durante el experimento los días fueron muy soleados o calientes (cuadro 1).

availability of oxygen in the base of the cut, where roots would form.

During rooting the oxygen works as an electron receptor in breathing and influences in the biochemistry of the mitosis, and the water allows keeping the turgidity pressure, thus both factors in adequate levels favor the cellular expansion, and the initial growing of the roots (Cervantes, 2011). Another factor that might have influenced in the low response obtained in wet chambers (table 2), in spite of being in shadow, was the increment of their internal temperature, because during the experiment the days were really hot and sunny (table 1).

The results of this research are considered important for the propagation of caltrop in Venezuela, since a high percentage of viable and rooted stakes was obtained, as well as a high number of roots per stake and longitude of the root; additionally, there is little information about this multi-purpose specie in the country, with a great ornamental potential in the urban green areas in Zulia state, Venezuela, as well as in those arid and semi-arid areas with irrigation limitations, by the limited water availability that in many cases is only restricted for human consumption.

## Conclusions

The vegetative propagation of caltrop through apical and sub-apical cuts put on open environments and under shadow, irrigated daily, allowed a high percentage of viable cuts, percentage of rooted cuts, number of roots per cut and longitude of the longest root. The application of the

Los resultados de este trabajo se consideran un gran aporte para la propagación del abrojo en Venezuela, debido a que se logró un alto porcentaje de estacas viables y enraizadas, alto número de raíces por estaca y longitud de la raíz, además en el país es escasa la información sobre esta especie multipropósito, que tiene un gran potencial ornamental en las áreas verdes urbanas del estado Zulia, Venezuela, así como en las de aquellas zonas áridas y semiáridas con limitaciones de riego, por la poca disponibilidad de agua que en muchos casos está restringida sólo para el consumo humano.

## Conclusión

La propagación vegetativa del abrojo mediante el uso de estacas apicales y subapicales colocadas en ambientes abiertos, bajo sombra y regadas con una frecuencia diaria, permitió un alto porcentaje de estacas viables, porcentaje de estacas enraizadas, número de raíces por estaca y longitud de la raíz más larga. La aplicación de la auxina ácido indolbutírico en la base de las estacas antes de la plantación en el sustrato no fue necesaria para incrementar el enraizamiento.

## Agradecimientos

Al CONDES-LUZ por el financiamiento otorgado bajo el proyecto No. CC-0542-13 y al Vivero Universitario, Facultad de Agronomía-LUZ.

indole butyric auxin in the base of the cuts before the sow in the substrate was not necessary to increase rooting.

## Acknowledgment

The authors thank CONDES-LUZ by their economic finance given to the Project N° CC-0542-13 and the University greenhouse, Agronomy Faculty-LUZ.

*End of english version*

---

## Literatura citada

- Acasio, M. 2009. Aspectos generales de la propagación asexual del abrojo (*Tribulus cistoides* L.) para su establecimiento como cobertura ornamental. Trabajo de pregrado. UCLA-Biblioteca de Agronomía. Venezuela. Resumen. Disponible en: [http://bibagr.ucla.edu.ve/cgi-win/be\\_alex.exe?descriptor=acido+naftilacetico&nombredb=bvetucla](http://bibagr.ucla.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?descriptor=acido+naftilacetico&nombredb=bvetucla). Consultado en 31 de Mayo de 2010.
- Cervantes, D. 2011. Propagación vegetativa de quinilla (*Manilkara bidentata*, A.DC.) mediante el enraizamiento de estaquillas utilizando cámara de subirrigación en el distrito de Morales provincia de San Martín. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 97 p.
- El-Tantawy, W. y L. Hassanin. 2007. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of alcoholic extract of *Tribulus alatus* in streptozotocin – induced diabetic rats: A comparative study with *T. terrestris* (Caltrop). Indian Journal of Experimental Biology 45: 785-790.
- Esfandiari, A., A. Dehghan, S. Sharifi, B. Najafi y E. Vesali. 2011. Effect of *Tribulus terrestris* extract on ovarian activity immature Wistar rat: A

- histological evaluation. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10(7): 883-886.
- Grijalga, A. 2006. Flora útil Etnobotánica de Nicaragua. Primera Edición. MARENA-Araucaria-AECI. 290 p.
- Kate, V. y B. Karadge. 2009. Vegetative propagation of *Tribulus terrestris* L. and *Pedaliium*. *Bioinfolet - A Quarterly Journal of Life Sciences* 6(1):87-88.
- Kostova, I. y D. Dinchev. 2005. Saponins in *Tribulus terrestris*-chemistry and bioactivity. *Phytochemistry Reviews* 4(2-3):111-137.
- Kostova, I., D. Dinchev, G. Hopp, V. Dimitrov y A. Ivanova. 2002. Two new sulfated furostanol saponins from *Tribulus terrestris*. *Naturforsch* 57: 33-38.
- Meza, M. y J. Moncada. 2010. Las áreas verdes de la ciudad de México. Un reto actual. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 14(331): 56. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-56.htm>. Consultado en 6 de Mayo de 2013.
- Hokche, O., P.E. Berry y O. Huber. 2008. Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobias Lasser. Caracas, Venezuela. 859 p.
- Pérez, C. 2005. Técnicas Estadísticas con SPSS 12. Aplicaciones al Análisis de Datos. Madrid. Editorial Pearson Prentice Hall, Pearson Educación, S.A. 802 p.
- Rzedowski, G. y J. Rzedowski. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. Segunda Edición. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Indice\\_Flora\\_del\\_Valle\\_de\\_Mx.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Indice_Flora_del_Valle_de_Mx.pdf). Consultado en 11 de Diciembre del 2010.
- Tholkappiyan, B., A. Charles y N. Narayanan. 2011. Quality control aspects of whole plant caltrop. *International Journal Pharma and BioSciences* 2(1):593-600.