
Protocolo para la propagación por esquejes de plantas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*)*

*Protocol for propagation by cuttings of buttercup plants (*Tithonia diversifolia*)*

**Nelson J. Montoya-Pérez¹, Carlos Leonardo Guerra-Marín²,
Emily Chica-García³, Jhonny A. Bedoya Quiceno⁴
y Samir Julián Calvo-Cardona⁵**

1 Grupo de investigación en Biotecnología. Correo: nmontoya@uco.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8210-5153>

2 Grupo de investigación en Agronomía y Zootecnia-GIAZ (UCO). Correo: cguerra@uco.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9657-6359>

3 Semillero de Biotecnología Vegetal (UCO). Correo: emilychicagarcia2013@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2187-7901>

4 Semillero de Biotecnología Vegetal (UCO). Correo: bedoyaq66@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2580-3552>

5 Grupo de investigación en Agronomía y Zootecnia-GIAZ (UCO). Correo: sjcalvo@uco.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3400-5208>

* Los autores agradecen por su apoyo al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, a Colinagro, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, a la Universidad Tecnológica de Pereira, al grupo GENMOL de la Universidad de Antioquia y al grupo GIAZ de la Universidad Católica de Oriente.

Resumen

En la actualidad, el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) se propaga principalmente de manera asexual mediante estacas muy lignificadas y de gran tamaño, dificultando su transporte y siembra. Esto genera un déficit para establecer cultivos de esta especie. El presente trabajo tiene como objetivo establecer un protocolo para la propagación de forma vegetativa del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) a través de esquejes, los cuales facilitan el transporte y la adquisición en condiciones de campo. Se utilizaron plantas madre de 5 diferentes accesiones previamente establecidas en un minijardín clonal bajo condiciones controladas de invernadero, dentro de las instalaciones de la Universidad Católica de Oriente en Rionegro, para tomar los esquejes de semilla asexual empleados en este trabajo. Para lograr el objetivo, se realizaron pruebas de

siembra en dos sustratos diferentes, el primero compuesto por suelo, limo, compost, cascarilla de arroz (S:L:C:CA), y el segundo sustrato compuesto por turba canadiense y fibra de coco (TC:FC). Se evaluaron dos variables: la altura de los esquejes 15 días después de la siembra y el porcentaje de prendimiento, obteniendo resultados efectivos en la aplicación de este método para la propagación vegetativa de botón de oro. Al explorar el método de esquejes sembrados con sustratos compuestos por una mezcla de dos partes de horizonte A (suelo) + 0,5 de horizonte B (limo) + 1 parte de compost comercial, + 0,5 cascarilla de arroz (S:L:C:CA), se obtuvieron esquejes de mejor calidad y porcentajes de prendimientos por encima del 86 % que los que se obtuvieron con el sustrato de turba canadiense y fibra de coco (TC:FC).

Palabras clave

Sustratos alternativos, Clonación agrícola, Técnicas de reproducción vegetal.

Abstract

Currently, the buttercup (*Tithonia diversifolia*) is propagated mainly asexually by means of very lignified and large stakes, making it difficult to transport and plant them, which generates a deficit to establish crops of this species. The present work aims to establish a protocol for the propagation of the vegetative form of the buttercup (*Tithonia diversifolia*) through cuttings, which facilitate transport and acquisition in field conditions. Mother plants from 5 different accessions previously established in a clonal mini garden will be used under controlled greenhouse conditions, within the facilities of the Universidad Católica de Oriente in Rionegro, to take the asexual seed cuttings used in this work. To achieve the objective, planting tests were carried out on

two different substrates, the first consisting of soil, silt, compost, rice husk (S:L:C:CA) and the second substrate consisting of Canadian peat and coconut fiber (TC: FC). Two variables were evaluated: the height of the cuttings 15 days after sowing and the percentage of arrest, obtaining effective results in the application of this method for the vegetative propagation of the buttercup. By exploring the method of schemes seeded with composite substrates by a mixture of two parts of horizon A (soil) + 0.5 of horizon B (limousine) + 1 part of commercial compost, + 0.5 rice husk (S: L: C: CA), cuttings of better quality and yield percentages above 86 % than those obtained with the Canadian peat and coconut fiber substrate (TC: FC).

Keywords

Alternative substrates, Agricultural cloning, Plant reproduction techniques.

Introducción

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) es una planta herbácea o arbustiva robusta, perteneciente al reino plantae, Subreino Traqueobionta (plantas vasculares), División Magnoliophyta (plantas con flor), Clase Magnoliopsida (dicotiledóneas), Subclase Asteridae y Orden Asterales (Pérez et al., 2009). Esta planta, que comprende diez especies originarias de Centro América, posee gran capacidad de adaptabilidad a condiciones agroecológicas; crece desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm y posee tolerancia a la acidez y a la baja fertilidad del suelo (Sanabria & Avila, 2015; Gómez et al., 2002; Peters, Franco, Schmidt e Hincapié, 2011).

La *Tithonia diversifolia* actualmente está siendo utilizada para el establecimiento de huertos forrajeros para la alimentación animal. Estado debido a que posee altos contenidos de nitrógeno y de fósforo, proteína aproximada del 18 % al 20 %, y a su eficiencia para producir grandes cantidades de biomasa comestible, lo que le permite una rápida recuperación ante la poda; además, tiene la capacidad de tolerar condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo (Ruíz, Febles, Díaz & Achang, 2009; Sanabria & Avila, 2015). En Colombia, esta planta se ha usado como complemento en la dieta de conejos, curies, cerdos y vacas (Ríos, 1998).

Ahora bien, la reproducción por estaca es la forma más efectiva y conocida para el establecimiento del botón oro, como lo demuestran Peters et al. (2011); González, Ruiz y Díaz (2013); Castillo, Betancourt, Toral y Iglesias (2016); Ruíz et al. (2009); Ruíz, Febles, Díaz y Achang (2012); Gómez et al. (2002). Estos autores evidencian el mismo protocolo para la reproducción asexual de esta planta: estacas de la parte media del tallo, de 50 cm de largo, de 2 a 3,5 cm de diámetro, y entre 3 y 4 cm de yemas. De la misma forma, Sanabria et al. (2015) y Gómez et al. (2002) afirman que, con tallos de la parte media, entre 20 y 40 cm de largo, con al menos 2 yemas, es más que suficiente para una propagación efectiva. Sin embargo, recientemente, Medina, García, González, Cova y Moratinos (2009) evaluaron el efecto de la longitud y el diámetro de las estacas para la siembra de botón de oro y concluyeron que, con estacas de 10 y 20 cm de longitud y de 1 a 3,9 cm de grosor, la tasa de crecimiento es más alta.

Romero, Galindo, Murgueitio y Calle (2014) experimentaron con la reproducción de semilla sexual y realizaron un protocolo para su propagación, en el cual se observaron diversos problemas con la sincronía de la germinación y la separación de plántulas para llevar a campo. Agboola, Idowu y Kadiri (2006) también realizaron pruebas de propagación

para el establecimiento de cultivos de *Tithonia diversifolia* mediante semilla sexual, en las que encontraron que el porcentaje de germinación con semillas frescas era tan solo del 30 %.

La propagación vegetativa o asexual por estaca o esquejes es un método de propagación eficiente y sencillo que permite multiplicar plantas a partir de diferentes partes de tallo con yemas, los cuales se separan de la planta madre y se plantan en sustratos específicos con condiciones óptimas para regenerar nuevas raíces adventicias (Sisaro et al. 2016; Hartmann et al, 1990). Desde el punto de vista agronómico, la dureza de los tejidos es clave para diferenciar una estaca de un esqueje, ya que la estaca está compuesta por madera (dura o suave dependiendo de la planta), mientras que en el esqueje es un tejido parcialmente lignificado (Fernández, Fernández & Álvarez, 2017).

La técnica de minijardines clonales es una derivación de la micropropagación, por lo que es un complemento de propagación vegetativa clonal, especialmente para especies forestales (Castro & Silveira, 2010). En la Universidad Católica de Oriente, en la Unidad de Biotecnología Vegetal, se ha utilizado y perfeccionado esta técnica, estableciendo en el invernadero un minijardín clonal en el que se emplearon diferentes accesiones de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) traídas de diferentes regiones del país y manejadas mediante esta técnica para evaluar su propagación clonal por esquejes.

En la actualidad se utilizan reguladores de crecimiento llamados auxinas para mejorar

el desarrollo de los esquejes, los cuales intervienen en actividades de la planta, como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de yemas, entre otros, ya que influyen la división, crecimiento y diferenciación celular. El ácido indolbutírico (AIB) es, particularmente, muy eficaz por su excelente acción rizógena y a que no es tóxico para las plantas (Hartmann y Kester, 1990).

La poca oferta de material asexual (estacas) de *Tithonia diversifolia* para establecer huertos forrajeros ha sido el principal obstáculo para la expansión de los sistemas silvopastoriles de botón de oro (Romero et al., 2014), por lo que es necesario buscar otras técnicas de propagación más eficientes, como el método de propagación por esquejes. Hasta ahora, la técnica más eficaz es la propagación mediante estacas con tallos de la parte baja y más leñosa de la planta, lo cual garantiza un 94 % de prendimiento (Salazar, 1992), sin embargo, es una de las menos usadas. Esto debido a que conseguir material vegetal con esas características y en grandes cantidades no es fácil. Igualmente, la técnica de reproducción por estacas de la parte media brinda un 58 % de probabilidad de germinación (Salazar, 1992), lo cual resulta medianamente eficiente, pero también se presentan varias dificultades como la consecución del material, el traslado hasta el sitio de siembra y elevado costo para la producción de esta semilla (Gallego, 2016).

En la actualidad, no se han realizado ensayos con botón de oro en lo relacionado con la propagación por esquejes, a pesar de que el uso de auxinas se convierte en una herramienta importante para facilitar el desarrollo de raíces

en este tipo de material vegetal. Es por esta razón que, en esta investigación, se propuso desarrollar un protocolo para la multiplicación de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) por medio de esquejes.

Materiales y métodos

Localización

El experimento se realizó en el invernadero de Biotecnología Vegetal, en las instalaciones de la Universidad Católica de Oriente (UCO), localizada en el municipio de Rionegro, Antioquia. Las coordenadas del lugar 6° 9' 15.2" N, 75° 22' 10.4" W, con una altitud de 2.112 m. El clima de la zona se caracteriza por una temperatura promedio de 17 °C, una humedad relativa del 78 % y precipitación promedio de 1.800 mm/año, correspondiente a la zona de vida de bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1967).

Material Vegetal

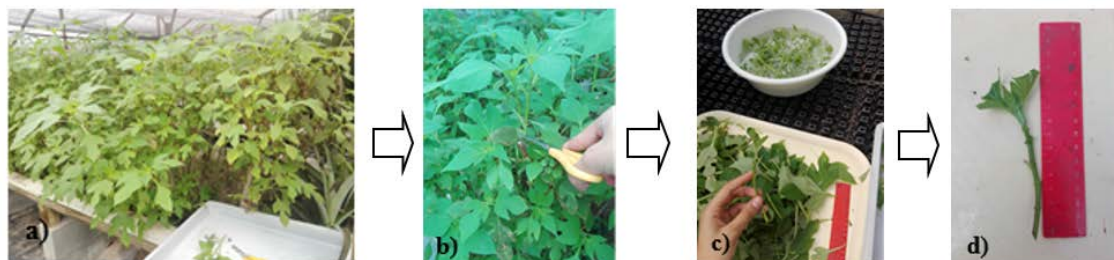
Se emplearon esquejes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) procedentes de minijardín clonal bajo condiciones controladas de invernadero dentro de las instalaciones de la Universidad Católica de Oriente en Rionegro, Antioquia.

Selección de esquejes

El proceso de recolección de esquejes se llevó a cabo a partir de plantas madre establecidas en minijardines clonales de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Se seleccionaron esquejes con una longitud de entre 8 y 11 cm, los cuales contenían tres nudos y un par de hojas en el nudo superior. El corte del tallo se realizó en forma de bisel para facilitar la absorción de agua y promover el enraizamiento. Posteriormente, los esquejes se sumergieron en un recipiente con agua para prevenir la deshidratación, y se procedió a recortar la mitad de la superficie de cada hoja para reducir la transpiración y optimizar el proceso de propagación

Figura 1

Cosecha de esquejes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*)



Nota. a) Plantas madre establecidas en minijardín clonal; b) Selección y corte de esquejes; c) Preparación e hidratación; d) Esqueje listo para la siembra.

Seguidamente, se aplicó en la base de los esquejes, ácido indol butírico (AIB), en concentración de 1.000 partes por millón, con el propósito de estimular formación y desarrollo de raíces, luego se procedió a la siembra en los diferentes sustratos que fueron dispuestos en bandejas germinadoras con 128 alvéolos cada una.

Figura 2

Proceso para la siembra de esquejes de botón de oro, en los diferentes tratamientos para enraizamiento

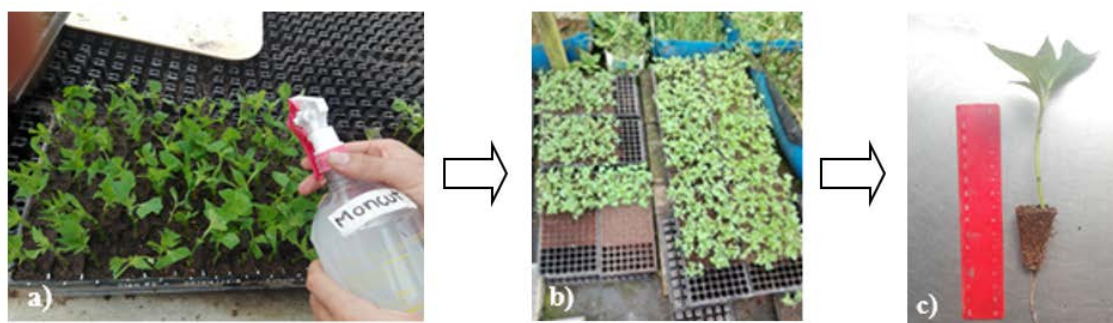


Nota. a) Adición de auxina (AIB); b) Siembra en alvéolo; c) Siembra de bandejas con sus tratamientos.

Luego de la siembra de los esquejes, se adicionó agua al sustrato para llevarlo a capacidad de campo. Seguidamente se aplicó un fungicida sistémico a base de Flutolanilo, 2g/L con acción protectante y curativa para prevenir la pudrición de la base del tallo del esqueje. Por último, se colocaron las bandejas con los tratamientos bajo condiciones de cámara húmeda, a temperaturas entre 17 y 34°C y humedad relativa del 70 %. Luego de catorce (14) días, posteriores a la siembra, se midieron en los tratamientos las variables de porcentaje de prendimiento y de altura.

Figura 3

Esquejes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) luego de la siembra



Nota. a) Aplicación de fungicida; b) Prendimiento de esquejes en cámara húmeda, ocho días luego de la siembra; c) altura de las plantas a los 15 días.

Diseño experimental

Los tratamientos empleados, consistieron en dos mezclas de sustratos. El primero, se compuso de la siguiente manera: dos partes de horizonte A (suelo), 0,5 partes de horizonte B (limo), una (1) parte de compost comercial y 0,5 partes de cascarilla de arroz (S:L:C:CA). Se buscó con este sustrato simular una combinación del entorno común en donde crece naturalmente esta planta.

El segundo sustrato se compuso por turba canadiense y fibra de coco en proporción 70-30, respectivamente (TC:FC). Se sembraron un total de 1280 esquejes en 10 bandejas de 128 alvéolos c/u, 640 repeticiones para cada tratamiento. Quince (15) días después de la siembra de los esquejes, se midieron las variables de porcentaje de prendimiento y de altura, lo cual se realizó tomando el 30 % de las repeticiones de manera aleatoria en cada uno de los tratamientos.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza simple con un nivel de significancia para $P < 0.05$. Se realizó el test de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad; el test de Levene para evaluar la homogeneidad de varianza; y el test de Duncan para la comparación múltiple. Todas estas pruebas se ajustaron a la distribución normal. Para el procesamiento estadístico se utilizó el software estadístico de R-Project con los paquetes StatR, Agricolae y PlotsR.

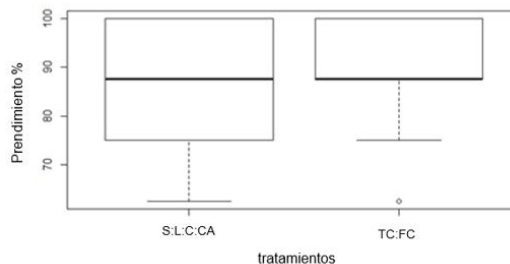
Resultados y discusión

Prendimiento de esquejes

En la gráfica 1 puede verse que no se encontró diferencia estadística significativa con respecto al prendimiento de los esquejes de Botón de oro. En el análisis de varianza para esta variable se evidencia un valor $P > 0.05$ (Tabla 1). En el sustrato de turba canadiense y fibra de coco, el prendimiento fue de 89,38 %, mayor que en el de suelo, limo, abono orgánico y cascarilla de arroz, donde el prendimiento de los esquejes de botón de oro fue de 86,04 %.

Gráfica 1

Porcentaje de prendimiento de esquejes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) bajo dos tipos de sustrato



Nota. El primero está compuesto por suelo, limo, compost, cascarilla de arroz (S:L:C:CA); el otro, por turba canadiense y fibra de coco (TC:FC).

Tabla 1

Análisis de varianza (ANOVA), para la variable prendimiento de esquejes de botón de oro bajo dos tipos de sustrato

Analysis of Variance Table

```

Response: ALTI
      DF Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
BLOQ   4  1023.4   255.86  2.2966 0.06335 .
TRB    1   333.3   333.33  2.9920 0.08638 .
Residuals 114 12700.5   111.41
---
    
```

Nota. Elaborado con R-Project.

El prendimiento en el sustrato compuesto por turba canadiense y fibra de coco fue superior en 3.34 %, con relación al del sustrato compuesto por suelo, limo, compost y cascarilla de arroz. Ambos promedios, por encima del 85 %, muestran resultados superiores a los alcanzados por Lugo et al. (2012). Los autores reportaron sobrevivencia de estacas entre el 65 % y 82,5 %. Salazar (1992), por su parte, encontró un 94 % de prendimiento en estacas tomadas de la parte más leñosa de los tallos y 58 % en estacas de la parte media de los tallos quince (15) días después de la siembra. Otra información científica suministrada por Hartmann (1990) indica que en esquejes las raíces adventicias se originan afuera y entre los haces vasculares. Por otro lado, en las estacas, las raíces adventicias se originan generalmente en el tejido de xilema, pero ocasionalmente pueden formarse a partir de otros tejidos como los radios vasculares, el cambium, el floema y la médula.

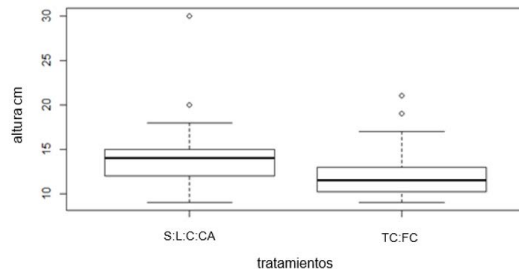
Es importante mencionar que los esquejes obtenidos en esta investigación presentaron un excelente desarrollo de raíces, uniformidad, tamaño ideal apropiado y calidad fisiológica relacionada con color, consistencia de tejidos, número de hojas entre otras, lo cual garantiza una buena respuesta en campo.

Longitud de los esquejes

En la gráfica 2 puede verse que se encontró diferencia estadística significativa relacionada con la altura de las plántulas. Los esquejes sembrados en el sustrato compuesto por suelo, limo, compost comercial y cascarilla de arroz presentaron una altura de 14.06 centímetros en promedio. En contraste, en el sustrato compuesto por turba canadiense y fibra de coco, los esquejes alcanzaron 12.18 centímetros, una diferencia de 1.9 cm. En la tabla 2, se presenta el análisis de varianza, en el cual se puede observar un valor P < 0.05, lo que indica que sí se tubo diferencia estadística significativa.

Gráfica 2

Altura en centímetros, de esquejes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) bajo el efecto de dos tratamientos (sustratos) en condiciones controladas de invernadero



Nota. Elaborado con R-Project.

Tabla 2

Análisis de varianza (ANOVA) y test de Duncan, para la variable altura de esquejes de botón de oro, bajo el efecto de dos tipos de sustrato

```

anova
Analysis of Variance Table

Response: ALTI
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
BLOQ 4 203.10 50.774 7.9251 1.131e-05 ***
TRB 1 106.41 106.408 16.6089 8.526e-05 ***
Residuals 114 730.36 6.407

Test de Duncan
Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means
a 1 14.06
b 2 12.18
    
```

Nota. Promedios con letras diferentes indican diferencia significativa para $P < 0,05$. Elaborado con R-Project.

El crecimiento en altura de las plantas es dependiente del aporte de agua, nutrientes, energía y aire que un medio pueda aportarle (Singh y Sainju, 1998). Esto concuerda con las condiciones físicas y con los nutrientes que proporciona el sustrato compuesto por suelo, limo, compost y cascarilla de arroz, en el cual los esquejes ganaron mayor altura. En contraste, se evidencia el sustrato compuesto por turba canadiense y fibra de coco no aporta una nutrición significativa para los esquejes, lo que incidió en un menor crecimiento y desarrollo de estos.

En los estudios realizados por Medina et al. (2009) se sembraron estacas lignificadas de botón de oro, entre 10 y 20 cm de largo,

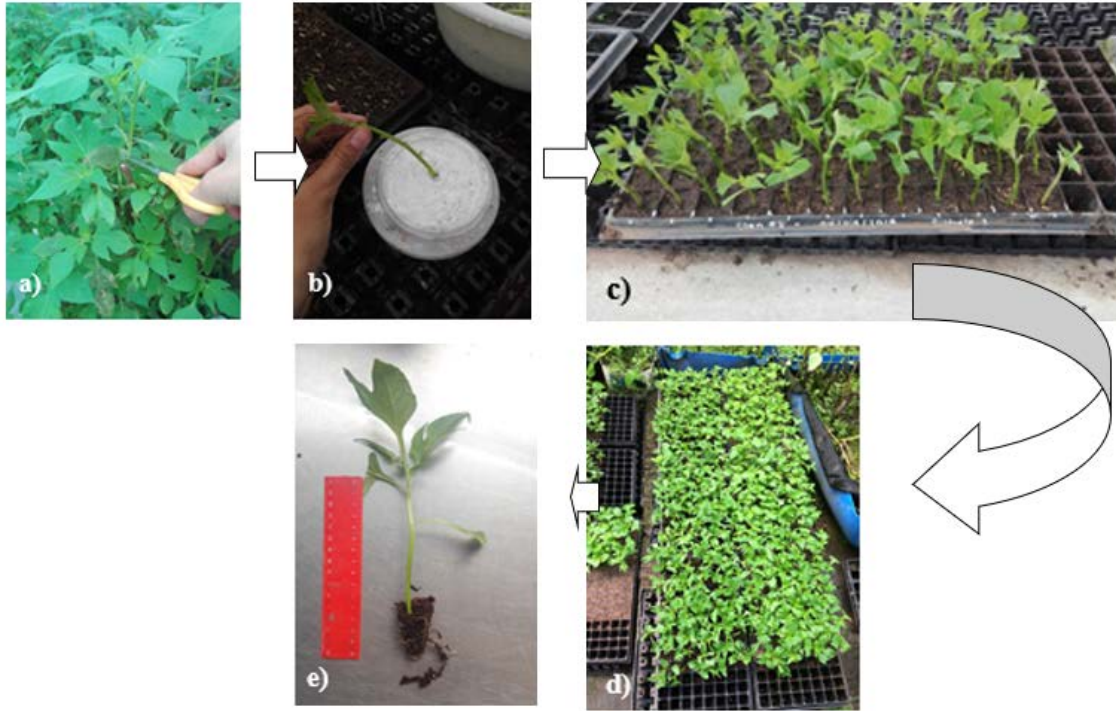
sin embargo, no se encontraron diferencias significativas al comparar su prendimiento. Los investigadores concluyeron que los mejores resultados se dieron cuando aumentó el tamaño de la estaca, pues esto influye en la tasa de crecimiento de los rebrotes; los esquejes más pequeños quedan en desventaja con los de mayor longitud, esto debido a su capacidad para aprovechar mejor el sustrato como en otras especies de interés (Pidi, 1981).

En estudios realizados por Guzmán, Jarquín y Borge (2019), evidenciaron diferencias significativas en la respuesta de estacas de botón de oro, bajo el efecto de tres abonos orgánicos (lombrihumus, compost, bokashi) en el crecimiento y desarrollo de estas. Los resultados mostraron que los esquejes bajo el efecto de lombrihumus presentan una sobrevivencia de 92.37 % en comparación con los esquejes sembrados en otros abonos.

El lombrihumus, como abono orgánico, se asemeja al primer tratamiento empleado en esta investigación; por ello, se le atribuye un mayor índice de crecimiento, debido a que este sustrato otorgó un mayor aporte nutricional y condiciones favorables de humedad y de oxígeno a los esquejes.

Figura 4

Esquema para la propagación asexual por esquejes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), a partir de plantas madre



Nota. a) Cosecha de esquejes; b) Aplicación de auxina; c) Siembra; d) Crecimiento y desarrollo; e) Esqueje listo para siembra en campo.

Conclusiones

La propagación vegetativa mediante esquejes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), con la ayuda de auxinas, bajo condiciones controladas de invernadero es totalmente viable, presentando porcentajes de prendimiento por encima del 86 %, es por ello que se convierte en una de las mejores alternativas de obtención de semilla asexual, para el establecimiento de huertos forrajeros con esta especie, para la alimentación animal.

Referencias

- Agboola, D. A., Idowu, W. F. y Kadiri, M. (2006). Seed germination and seedling growth of Mexican sunflower *Tithonia diversifolia* (Compositae) in Nigeria, África. *Revista de biología tropical*, 54(2), 395-402. <https://doi.org/10.15517/rbt.v54i2.13881>
- Castillo, M. R., Betancourt, B. T., Toral, P. O. C. y Iglesias, G. J. M. (2016). Influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y la producción de *Tithonia diversifolia*. *Pastos y Forrajes*, 39(2), 89-93.
- Castro R, D. y Silveira, RLVA. (2010). *Guía para el montaje y manejo de minijardines clonales hidropónicos (MJCH)*. Rionegro: Universidad Católica de Oriente.
- Fernández, H. R. O., Fernández, A. M. O. y Álvarez, A. F. (2017). Manual de propagación de plantas superiores. Universidad Nacional Autónoma de México Universidad Autónoma Metropolitana
- Gallego Castro, L. A. (2016). Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl. A Gray) como suplemento alimenticio de vacas lecheras en trópico alto. Universidad de Antioquía
- Gómez, M. H., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C. I., Rosales, M. M., Molina, C. H., Molina, C. H., Molina, E. y Molina, J. P. (2002). *Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Matarratón (Gliricidia sepium), Nacedero (Trichantheragigantea), Pízano (Erythrinagusca) y Botón de oro (Tithonia diversifolia)*. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria-CIPAV. <https://doi.org/10.15517/am.v25i2.15454>
- González, D., Ruiz, T. E. y Díaz, H. (2013). Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(4).
- Guzmán, Á. E. L., Jarquín, L. J. D. y Borge, W. A. C. (2019). Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento de botón de oro en condiciones de vivero, Nueva Guinea, RACCS, 2017. *Ciencia e Interculturalidad*, 24(01), 203-214. <https://doi.org/10.5377/rci.v24i01.8016>

- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. (1990). *Plant Propagation: Principles and Practices* (Fifth ed.). New Jersey: Prentice Hall Career and Technology.
- Lugo, S., F. Molina, I. González, J. González, y E. Sánchez. (2012). Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. *Zootecnia Tropical*, 30, 317-325.
- Medina, M. G., García, D. E., González, M. E., Cova, L. J. y Moratinos, P. (2009). Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 27(2), 121-134.
- Pérez, A, Montejo, I, Iglesias, J.M, López, O, Martín, G.J, García, D.E, Milián, Idolkis y Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, 32(1), 1.
- Peters, M., Franco, T., Schmidt, A. y Hincapié, B. (2011). *Especies forrajeras multi-propósito: Opciones para productores del Trópico Americano*. CIAT.
- Pidi, N. (1981). *La multiplicación de las Plantas*. Editorial de Vecchi. Barcelona, España.
- Ríos, C. I. (1998). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En *Conferencia electrónica de la FAO sobre " Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica " Cali* (pp. 217-229).
- Romero M. O., Galindo O. A., Murgueitio R. E., y Calle D. Z. (2014). Primeras experiencias en la propagación del botón de oro (*Tithonia diversifolia*, Hemsl. Gray) a partir de semillas para la siembra de sistemas silvopastoriles intensivos en Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.1569>
- Ruiz, T. E., Febles, G., Díaz, H. y Achang, G. (2009). Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(1).
- Ruiz, T. E., Torres, V., Febles, G., Díaz, H. y González, J. (2012). Empleo de la modelación para estudiar el crecimiento del material vegetal 23 de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(1).
-