

## Revisión del establecimiento de protocolo de propagación con diferentes hormonas en plantas de la especie (*Musa acuminata*) y (*Musa balbisiana*).<sup>1</sup>

Revision of the protocol establishment of propagation with different hormones in plants of the species (*Mussa acuminata*) and (*Musa balbisiana*).  
*Revisão do estabelecimento do protocolo de propagação com diferentes hormônios em plantas da espécie (*Musa acuminata*) e (*Musa balbisiana*).*

ELIZABETH MARCELA GUERRERO GUERRERO<sup>2</sup>

JESSY YULITH GUEVARA ARRIETA<sup>3</sup>

### RESUMEN

El banano (*Mussa acuminata*) y el plátano (*Mussa balbisiana*) son originarios del suroeste del continente asiático y son un alimento fundamental en la canasta familiar de los colombianos. Para eso es necesario realizar una debida propagación vegetativa, por medio de cormos o colinos. La propagación vegetativa in vitro del banano y plátano es una forma eficiente de hacer clonación, buscando que estos se desarrollen vigorosamente y se puedan adaptar mejor a los cambios bruscos del clima, para realizar propagación in vitro se utilizan las yemas laterales y apicales del colino; para esta revisión se consultaron varios artículos de diferentes autores, los cuales contaban con diferentes tratamientos y concentraciones de hormonas como auxinas, citoquininas o giberelinas en varias combinaciones con otros compuestos que ayudan positivamente a los explantes. Esta revisión se hace con el fin de propagar las musáceas en el laboratorio de biotecnología vegetal SENA, bajo cauca antioqueño.

**Palabras claves:** in vitro, propagación, clonación, musáceas

### ABSTRACT

Bananas (*Mussa acuminata*) and Plantains (*Mussa balbisiana*) are native to Southeast Asia and they are a fundamental food in Colombian shopping baskets. For that reason, it is necessary to make a properly vegetative propagation, through corms. In vitro vegetative propagation of bananas and plantains is an effective way to clone, looking forward for them to develop vigorously and their enhanced adaptation to harsh weather changes. To make in vitro propagation, side and apical buds of the corm are used. For this review, several articles from different authors were consulted, which had different treatments and hormone concentrations like auxines and gibberellins in several combinations with other compounds that positively help explant cultures. This review is done in order to propagate species from family musaceae in SENA's vegetal biotechnology lab, in bajo cauca antioqueño.

**Key words:** in vitro, propagation, cloning, musaceae.

### RESUMO

A banana (*Mussa acuminata*) e a banana-da-terra (*Mussa balbisiana*) são originárias do sudoeste do continente asiático e são um alimento fundamental na cesta básica de viveres dos colombianos. Para isso é necessário fazer uma devida propagação vegetativa, por meio de cormos. A propagação vegetativa in vitro da banana e da banana-da-terra é uma maneira eficiente de fazer clonagem, procurando que estes se desenvolvam

<sup>1</sup> Establecimiento de un protocolo de propagación in vitro de plantas de la especie *Mussa acuminata* y *Mussa balbisiana* en el laboratorio de biotecnología del SENA CTPGA para la comercialización de semillas vegetativas

<sup>2</sup> Investigadora SENNOVA, marcelitag2@yahoo.es Cauca / Antioquia - Colombia

<sup>3</sup> Aprendiz yulijessy0822@gmail.com Cauca / Antioquia - Colombia

Grupo de investigación GITECA, semillero de investigación HUTIN, Complejo tecnológico para la gestión agroempresarial CTPGA, SENA- SENNOVA.

vigorosamente e possam se adaptar melhor às alterações abruptas do clima, para levar a cabo a propagação in vitro se utilizam os brotos laterais e apicais do corno; para essa revisão vários artigos de diferentes autores foram consultados, os quais contavam com diferentes tratamentos e concentrações de hormônios como auxinas, citocininas ou giberelinas em várias misturas com outros compostos que ajudam positivamente aos explantes. Essa revisão é feita com o fim de reproduzir as musáceas no laboratório de biotecnologia vegetal SENA, no baixo cauca antioqueño.

**Palavras chave:** in vitro, propagação, clonagem, musáceas.

## INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa acuminata*) y el plátano (*Musa balbisiana*) son propios del suroeste de Asia, y su cultivo se ha difundido a extensas zonas de América Central y Sudamérica, donde son la base de la alimentación de la población, gracias a su gran contenido nutricional de potasio, hierro y vitaminas, son muy importantes como fuente alimenticia de las personas. (Garrido et al., 2011; Simmonds, 1973)

En Colombia, se producen y consumen localmente alrededor de 400,000 t de plátano, incluidos bananos de cocción y variedades tipo Bluggoe. (Lescot, 2008) En el 2017 Colombia conto con excelentes rendimientos en producción de banano y plátano en algunos departamentos como Arauca con el 16%, Antioquia y Meta con el 11%, choco con el 7% y Valle del Cauca con el 6%. (AGRONET 2017)

La utilización del plátano y banano como alimento ha venido incrementando su valor económico, lo que implica la necesidad de mejorar sus rendimientos, calidad y fomentar su rápida multiplicación mediante el desarrollo y transformación de tecnologías. (Ortiz, 1993)

El avance alcanzado por las ciencias biológicas ha permitido en los últimos años el estudio detallado de las plantas tanto a nivel celular como molecular, y en condiciones de laboratorio es posible actualmente reproducir todos los factores que puedan incidir en el crecimiento y desarrollo de las plantas a través del cultivo in vitro. (Castillo, 2004)

Las técnicas de cultivo de tejidos vegetales en musáceas mediante yemas apicales de hijuelos, constituyen una de las prácticas más importantes de la biotecnología para la obtención de grandes volúmenes de plantas de bananos y plátanos libres de plagas, enfermedades fúngicas y bacterianas (Castro et al., 2002) así como para la propagación clonal de plantas sanas, por su estabilidad genética y en la conservación e intercambio de germoplasma. (Hoyos et al. 2008; Ramírez et al. 2008)

La micro propagación, es una de las aplicaciones más generalizadas del cultivo in vitro, a partir de un fragmento (explante) de una planta madre, se obtiene una descendencia uniforme, con plantas genéticamente idénticas, denominadas clones. El explante más usado para los procesos de propagación in vitro son las yemas vegetativas de las plantas. (Castillo, 2004)

La propagación in vitro de *Musa acuminata* generalmente se la realiza por meristemos apicales extraídos de los cormos, debido a que estos meristemos tienen un crecimiento longitudinal y también por su totipotencia. (Ortega et al., 2010)

Esta revisión se realiza con el fin de propagar las musáceas en el laboratorio de biotecnología vegetal SENA bajo cauca antioqueño y para mejorar la productividad y calidad.

## MARCO TEORICO

Los medios de cultivo para la propagación in vitro constituyen un elemento fundamental para el cultivo in vitro de células, tejidos y órganos para lograr el desarrollo de los mismos. Los medios de cultivo tienen una serie de componentes generales y específicos cuya presencia y concentración estará en dependencia del objetivo que se persiga en su utilización, estos están constituidos por sustancias minerales, vitaminas, aminoácidos, azúcares, reguladores de crecimiento y otros elementos los cuales proporcionan los nutrientes necesarios que la planta necesita. (ECURED 2017)

La micro propagación in vitro es una técnica de cultivo en la cual se siembra el explante en un frasco de vidrio, que exige un control específico del ambiente, tanto físico como químico, el cual contiene un medio de cultivo que se compone de una mezcla de sales minerales, vitaminas reguladores

de crecimiento, azúcar, agua y agar. Los frascos que contienen las plantas se ubican en estanterías con luz artificial dentro de la cámara de crecimiento, donde se fija la temperatura en valores que oscilan entre los 24 y 26°C, además de controlar la cantidad de horas de luz, y por último transferidas al vivero para ser cultivadas y trasplantarlas para llevar al campo para la producción. (FAO, 2013; Castillo, 2004)

La oxidación puede estar asociada con compuestos fenólicos, responsables del ennegrecimiento, causado por enzimas oxido reductoras que se liberan durante el proceso de obtención de los explantes por corte del tejido, Este fenómeno es muy común en el laboratorio y lo han minimizado agregando carbón activado al medio de cultivo porque estas enzimas contenidas en el citoplasma y las vacuolas, catalizan reacciones en presencia de luz que pueden afectar la viabilidad y desarrollo de los explantes (Ramírez et al. 1998). La adición de 1 g por litro de carbón activado e incubado en la oscuridad durante dos semanas minimiza este fenómeno en cultivos de meristemos apicales. (Sepúlveda et al., 2008)

La oxidación de los explantes y la contaminación en la fase de establecimiento del cultivo son las principales causas de pérdida de material vegetal que se puede controlar con una buena desinfección y reduciendo la oxidación con carbón activado. (Medina et al., 2015)

Según Restrepo et al., 2016 los medios de cultivo artesanales son una forma

de propagación un poco más económica. Uno de los componentes utilizados para la micropropagación es el agua de coco que es un promotor de crecimiento vegetal, y contiene compuestos orgánicos como las citoquininas. (Yong et al., 2009).

La adición de componentes orgánicos como el jugo de piña al medio de cultivo ejerce un efecto benéfico en la germinación y el desarrollo de tejidos celulares, estos son ricos en energía, vitaminas, aminoácidos y fitohormonas. (Kitsaki et al., 2004; Yam et al., 2009; Yong et al., 2009; Nongrum et al., 2007; Abbas et al., 2011).

Salazar et al., 2013 reporta que la adición de estos aditivos orgánicos al medio Murashige Skoog (MS) mejora la eficacia de éste, y por lo tanto, permite un mayor crecimiento y desarrollo de los explantes.

Las auxinas, las citoquininas, y las giberelinas son unas fitohormonas reguladoras de crecimiento. Utilizar auxinas y citoquininas es un procedimiento que influye beneficiosamente en el enraizamiento y en el crecimiento de órganos vegetales estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras. (Maulenda et al., 2003). Las giberelinas promueven la elongación del vástago e inhibe la formación de tubérculos. El ácido giberélico AG3, en el medio de cultivo como fitohormona permite el crecimiento rápido de los brotes (Smith., 1969; Kumar et al., 1972; Aksenova et al., 2011; Dhital., 2012;

Medina et al., 2015) Se puede manifestar que un buen sistema de raíces es importante para la estabilidad y el crecimiento de la planta. (Bettioli et al., 2006; Cob et al., 2012; Collier et al., 2001; Santelices et al., 2006; Zimmermann et al., 1971)

En el inicio de los brotes influyen fuertemente muchos factores, el principal es el plan genético de crecimiento, de este se derivan otros factores que ayudan positivamente en los brotes, como los reguladores de crecimiento, el ambiente (la luz, nutrición mineral y otros) y fisiológicos (estado hormonal de la planta madre, etc.). (Hallé et al., 1978; Gordon et al., 2006; Medina 2012)

Según Medina et al., 2015 el propagar plátano en in vitro se vuelve de gran utilidad para la erradicación de agentes patógenos y permite no sólo el intercambio de germoplasma sano sino también la multiplicación comercial, la combinación de los reguladores de crecimiento, 6-BAP y ANA fue la que arrojó los mejores resultados con 1 mg/l de ANA y 3 mg/l de 6-BAP. Los clúster de brotes formados en el proceso de multiplicación son la base para la propagación masiva de esta especie por esta vía. El uso de AG3 en el medio de cultivo no presentó efecto importante en el crecimiento de las plantas in vitro, porque no hubo diferencia entre las plantas cultivadas en ausencia de esta fitohormona.

En estudios realizados por Canchignia et al., 2008 lograron establecer un protocolo para la propagación in vitro de plátano variedad, maqueño (*Musa balbisiana*), utilizando auxinas y citoquininas en el tratamiento de 5 mg. L-1 de BAP + 1.2 mg. L-1 AIA con un valor promedio de 2.5 brotes, el nivel de sacarosa, se evaluó el vigor y la altura de brotes obteniendo como resultado en variable vigor en el tratamiento dos MS + 20 g sacarosa + 1 g de carbón activado con un 61.47 % de plantas vigorosas.

En la especie *Musa AAB Simmonds* el rango para 6-bencilaminopurina (BAP) estudiado las concentraciones de 5 mg/l presentaron el mayor número de brotes concentraciones de AIA por encima de 0.5mg/l, en los tratamientos independientemente de las concentraciones de BAP, causaron una disminución en la generación de brotes, igual comportamiento ocurrió cuando la relación auxina/citoquininas fue de uno. Combinaciones de BAP con 5mg/l y de AIA entre 0.203mg/l, bajo las condiciones de laboratorio, inducen a la formación de un promedio de 5.0 a 5.75 brotes viables, valor cercano pero superior a estudios reportados por otros autores. (Hoyos et al., 2008).

Medina et al., 2015 propagaron in vitro brotes provenientes de ápices apicales extraídos de hijos de «plátano bocadillo» *M. acuminata*; los ápices los cultivaron en un medio de iniciación semisólido de Murashige y Skoog, que contenía 4 mg/l tiamina-HCl, 0,5 mg/ l de ANA, 0,5 mg/l de IBA y 0,5 mg/l de 6-BAP y pH ajustado a 5,8 y 1 g/l de carbón

activado y luego en un medio de multiplicación con cuatro tratamientos hormonales: (1) 0,3 mg/l de ácido naftalenacético (ANA)+1 mg/l de bencilaminopurina (6-BAP), (2) 0,5 mg/l de ANA+1,5 mg/l de BAP, (3) 1 mg/l de ANA+3 mg/l de 6-BAP, (4) 1 mg/l de ANA+3 mg/l de 6-BAP+2 mg/l de ácido giberélico (AG3). A los 90 días, el número de brotes y tamaño de los brotes por explantes fue:  $25,8 \pm 0,9$  brotes y longitud del brotes  $8,5 \pm 0,2$  cm y número de raíces  $3,8 \pm 0,1$  y longitud de las raíces  $2,1 \pm 0,4$  cm. La mejor combinación que obtuvieron de los reguladores de crecimiento fue de 1 mg/l de ANA y 3 mg/l de 6-BAP, lo cual indica que es necesaria la presencia de las auxinas y citoquininas para la brotación. El enraizamiento fue in vitro y a los 90 días las plantas tenían en promedio  $5,8 \pm 0,4$  raíces y longitud de raíz  $3,2 \pm 0,3$  cm. Los brotes se formaron y enraizaron directamente del explante. Las plantas enraizadas se transfirieron al campo de forma exitosa.

Colmenares et al., 2001 en el experimento con el medio basal de Murashige y Skoog (MS) modificado y suplementado con 60 mg. L-1 de cisteína, 100 mg. L-1 de ácido ascórbico, 1mg. L-1 pantotenato de calcio, 0.01 mg. L-1 de biotina, 1mg. L-1 de tiamina, 15% de agua de coco y 40 g. L-1 de sacarosa. (Montenegro et al., 2014), en la especie *Musa acuminata* Williams obtuvieron un promedio de 3.3 brotes por explante usando 20% de agua de coco, en comparación los 1.98 brotes por explante del medio de Colmenares y Giménez con estos resultados observaron que, si se aumenta el

porcentaje de agua de coco, probablemente incrementaría el número brotes por explante. (Ubilla. 2016)

El promedio más alto lo observaron en el tratamiento testigo con 94%, sin embargo ninguno de los brotes lograron enraizar. Mientras que el tratamiento 1500 mg. Kg-1 ANA + 1500 kg-1 AIB mostró el 82% de sobrevivencia. Este resultado concuerda con los obtenidos por Chicaiza. (2004), quien reportó en la concentración 1500 mg. Kg-1 ANA + 1500 mg kg-1 AIB el 85.42% de sobrevivencia en *Tectona gradis* (teca). (Carranza et al., 2016)

En otros cultivos la adición de AIB hasta 1.0 mg. L-1 al medio de cultivo, estimula el crecimiento de los brotes de *A. angustifolia* y la formación de mayor cantidad de raíces en menos tiempo, en comparación con brotes cultivados en medios sin AIB. Al disminuir la concentración de las sales inorgánicas de Murashige y Skoog de un 100 a 50 % los brotes formaron más raíces adventicias, los brotes cultivados en el medio con las sales inorgánicas a 75% de concentración y 0.75 mg. L-1 de AIB formaron 8.6 raíces adventicias, el doble de la cantidad de raíces que formaron los brotes cultivados en el medio con las sales inorgánicas a 100 % y sin AIB. (Del Valle et al., 2005)

También en la fase de establecimiento el mejor medio de cultivo fue el MS suplementado con 0.5 mg. L-1 de BAP 1.0 mg. L-1 de AIB y 1.0 mg. L-1 de ANA en piña para las dos variedades (*Champaka* y *Hawaiana*). En la

fase de multiplicación la variedad *Champaka* presentó mejor respuesta en el medio de cultivo suplementado con 3.5 mg. L-1 de BAP y la variedad *Hawaiana* con la concentración de 4.0 mg. L-1 de BAP. Se obtuvo un buen porcentaje de enraizamiento y supervivencia en la variedad *Champaka* sin la utilización de hormona y en la variedad *Hawaiana* con la hormona ANA 50 mg. L-1. (Saucedo et al., 2008)

Se logró establecer una metodología para la propagación vegetativa de *Triplaris guayaquilensis* a partir de ramillas, utilizando polvos enraizado res. El mayor número de raíces y porcentaje de sobrevivencia, se presentó con la concentración 500 mg. Kg-1 ANA+ 500 mg. Kg-1 AIB con 5 raíces y 93.33%, respectivamente. Con la concentración 1000 mg. Kg-1 ANA + 1000 mg. Kg-1 AIB se presentaron los mayores resultados para longitud de raíz y vigor con 17.67 cm y 2.89, respectivamente. (Cruz et al., 2008)

Se han realizado otros experimentos donde al evaluar el número de raíces, el tratamiento 1500 mg. Kg-1 ANA + 1500 mg. Kg-1 AIB) mostró 1.78. Este resultado se acerca a los obtenidos por (Pettao, 2007) quien trabajó con *Switenia macrophylla* (caoba), obteniendo 0.97 raíces con un tratamiento similar. Siendo, estos a su vez inferiores a los obtenidos por (Ruiz et al., 2005) en *Gmelina arborea* Roxb con un promedio de 6.60 en el tratamiento 2000 mg. Kg-1 de AIB. (Carranza et al., 2016)

Por otro lado en las yemas de malanga *Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott, el tratamiento con 0.1 mg. L-1 de BAP, fue el que presentó los mejores resultados. A mayor concentración de citoquinina (MS + 3 mg. L-1 BAP + 1.5 mg. L-1 AIA) se obtuvo la tasa más alta de multiplicación con 1.91 brotes por explantes. En enraizamiento, a menor dosis de las auxinas (500 mg. Kg-1. ANA + AIB), generan mayor número de raíces con promedio de 9.14. En longitud de raíz en explantes de malanga, el tratamiento sin hormona fue el que presentó el mayor valor. Los mejores resultados en el enraizamiento y aclimataciones ex vitro de yemas de malanga se obtuvieron en el testigo y concentración más baja de la auxina, sin embargo, a medida que se aumentaba la concentración de dicha hormona, disminuyó el número y longitud de raíces. (Saucedo et al., 2008).

También en algunos estudios revelan que en la fase de multiplicación in vitro de *swietenia macrophylla* King en el medio MS suplementado con 2 mg. L-1 de BAP y 1 mg. L-1 de AIB, permitió generar el 70% de brotes sanos. El enraizamiento de brotes de caoba en dosis combinadas de BAP/AIB y BAP/ANA, no presentó efecto alguno. La ausencia de raíces puede estar asociada al corto periodo de evaluación de los explantes y a las bajas dosis. Siendo necesario, evaluar concentraciones de BAP, ANA y AIA superiores a 2 mg. L-1. El establecimiento de segmentos nodales de caoba tiene gran importancia ya que por vez primera se ha logrado obtener una metodología

reproducible para la propagación in vitro de esta especie en el Ecuador. (Carranza et al., 2013)

El tratamiento 1500 mg. Kg-1 ANA + 1500 mg. Kg-1 AIB mostró 2.59 cm de longitud, siendo consistentes con lo descrito por (Valarezo. 1984; Hartmann et al., 1997). Sin embargo, son comparables a los obtenidos por (Stuepp et al. 2014) en el enraizamiento de brotes epicormicos de *Paulownia fortunei* var. Mikado (árbol de dragón) quienes obtuvieron una longitud por estaca de 4.57 cm, con 2000 mg. Kg-1 AIB. (Carranza et al., 2016)

Otros autores encontraron que el medio de cultivo más eficiente para la germinación de híbridos de *Phalaenopsis* Orchidaceae a las 18 semanas de cultivo fue el Murashige & Skoog (MS) suplementado con agua de coco, y jugo de piña con diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ : Tukey HSD) MS suplementado con jugo de piña (MS+JP), MS con agua de coco (MS+AC). (Salazar et al., 2013).

## CONCLUSIONES

La revisión permite documentarse con diferentes experimentos en los que se han aplicado diferentes tipos de hormonas donde se evidencian resultados positivos

## REFERENCIA

- AGRONET. 2017. Area sembrada, area cosechada, producción y rendimiento del cultivo del plátano principales municipios productores. Recuperado de: [https://www.agronet.gov.co/Documents/3-PL%C3%81TANO\\_2017.pdf](https://www.agronet.gov.co/Documents/3-PL%C3%81TANO_2017.pdf)
- Abbas. B., Henington. F., Amriati. B. 2011. In vitro seeds germination and plantlets development of *Grammatophyllum scriptum* Lindl. (Orchidaceae). International Research Journal of Plant Science. 2 (5): 154-159 p.
- Aksenova. P., Konstantinova. N., Golyanovskaya. A., Sergeeva. I., Romanov. A. 2011. Hormonal regulation of tuber formation in potato plants. Russian Journal of Plant Physiology, 59: 451-466 p.
- Asaah. E., Tchoundjeu. T., Wanduku. T., Damme. V. 2010. Understanding structural roots system of 5-year-old African plum tree (*D. edulis*) of seed and vegetative origins (G. Don) H. J. Lam. Trees Structure and Function 24:789-796 p.
- Bettiol. J., Pio. R., Sales. S., Costa. D., Scarpere. J. 2006. Enraizamiento de estacas dos portaenxertos *araticum-de-terra-fria* (Rollinia sp.) e *araticummirim* (Rollinia emarginata Schltdl.) para Anonáceas. Ciência e Agrotecnologia 30(6): 1077-1082 p.
- Canchignia. H., Espinoza. M., Benavides. G., Saucedo. S., Carranza. M., Cevallos. O. 2007. Propagación Vegetativa de Plátano y Banano con la Aplicación de Benzilaminopurina (6-BAP) y Acido Indolacético (AIA) N° 11 - 15 p.
- Canchignia. H., Sigcha. L., Toaquizá. J., Ramos. L., Saucedo. S., Carranza. M., Cevallos. O. 2008 Alternativas para la Propagación in vitro de Plátano Variedad Maqueño (*Musa balbisiana* AAB) ARTÍCULO en Ciencia y Tecnología 1: 43-48 p.
- Carranza. M., Reyes. H., Mora. W., Cevallos. O., Escobar. A., Cadme. M., Nieto. J., Morante. J., 2013 Propagación clonal in vitro de *swietenia macrophylla* king (caoba) ciencia y tecnología 6(2): 1-8 p.
- Carranza. M., Zorrilla. M., Morante. J., Prieto. O., Veliz. D., Escobar. A. 2016. Inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de *cordia alliodora* (ruiz et pavon), oken artículo científico en ciencia y tecnología 9(1): 37-43 p.
- Castillo. A. 2004. Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo, Unidad de Biotecnología, INIA Las Brujas. N° 1 - 8 p.
- Castro. D., Días. J., Montoya. N. 2002. Propagación clonal de bananos en birreactores de inmersión temporal. In: Acorbat. Memorias XV reunión realizada en Cartagena de Indias, Colombia, 27 de octubre al 2 de noviembre de 2002. Medellín, Colombia. Asociación Colombiana de Bananeros (AUGURA) N° 44-8 p.
- Cob. J., Sabja. A., Ríos. D., Lara. A., Donoso. P., Arias. L., Escobar. B. 2012. Potencial de la organogénesis como estrategia para la masificación in vitro de *Persea lingue* en la zona centro-sur de Chile. Bosque (Valdivia) [online]. 2010, 31(3): 202-208 p.
- Colmenares. M., Giménez. C. 2001. New strategies for shoot induction in *musa*. Latin American meeting on plant Biotechnology. Goiania-Goias (Brasil). REDBIO. N° 468 - 477 p.
- Collier. R., Turnbull. E. 2001. Epicormic branching on pruned coastal Douglas fir. West. J. Appl. For. 16: 80-86 p.
- Chicaiza. D., 2004. Propagación vegetativa de *Tectona grandis* L. (teca) a través de estacas enraizadas. Tesis Ing. For. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 70 p.
- Cruz. N., Morante. J., Acosta. M. 2008 Propagación Vegetativa de Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) Mediante la Utilización de Hormonas de Enraizamiento (ANA Y AIB) artículo en ciencia y tecnología 1: 7-10 p.
- Del Valle. H., Raymundo. J., Carrillo. G., Rodríguez. J. 2005. Sales inorgánicas y ácido indolbutírico en el enraizado in vitro de brotes de *Agave angustifolia*. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 28, N° 2. 175 - 178 p.
- Dhital. P., Lim. T. 2012. Microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by supplementary nutrients, plant growth regulators Potato Research, 55: 97-108 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2013. Material de Propagación de calidad declarada. Estudio FAO Producción y Protección vegetal No 195. Roma (Italia). N° 17-19 p.
- Garrido. E., Hernández. E., Noriega. D. 2011. Manual de producción de banano para la región del Soconusco.

- Estrategia para manejo de la Sigatoka Negra. Folleto para productores N° 10. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Sur. Campo experimental Centro de Chiapas, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas (México). N° 35 p.
- Gordon. D., Rosati. A., Damiano. C., Dejong. T. 2006. Seasonal effects of light exposure, temperature, trunk growth and plant carbohydrate status on the initiation and growth of epicormic shoots in *Prunus persica*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 81: 421–428 p.
- Hallé. F., Oldeman. R., Tomlinson. P. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. Springer, Berlin, Germany, 441 p.
- Hartmann. H., Kester. D., Davies. F., Geneve. R.. 1997. Plant propagation: Principles and practices. Sixth Edition, Pentice Hall, Inc. New Jersey- p770.
- Hoyos. J., Perea. R., Velasco. R. 2008. Evolución del efecto de diferentes concentraciones de fitohormonas en la micropropagación de plátano dominico hartón (*Musa AAB Simmonds*). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 6 (2) N° 7-18 p.
- Hoyos. J., Perea. R., Velasco. R. 2008. Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de fitohormonas en la micropropagación del plátano dominico hartón (*Musa AAB Simmonds*) Facultad de ciencias agropecuarias vol 6 N°. 2 99- 104 p.
- Kitsaki. C., Zygouraki. S., Ziobora. M., Chintziest. S. 2004. In vitro germination, protocorm formation and plantlet development of mature versus immature seeds from several *Ophrys* species (Orchidaceae). *Plant Cell Reports*. 23: 284–290 p.
- Kumar. D., Wareing. F. 1972. Factors controlling stolon development in the potato plant. *New Phytologist*, 71, 639-648 p.
- Lescot., T. 2008. La diversité génétique des bananaiers en chiffres. *Fruitcop*. N° 155:29 – 33 p.
- Maulenda y Reyes, A. 2003. AUXINAS: química, biosíntesis de la auxina, fitohormonas, transporte, catabolismo auxínico (en línea). Valparaíso. CL. 2005. Disponible en: [http:// pdf.rincondelvago.com/auxinas.html](http://pdf.rincondelvago.com/auxinas.html)
- Medina. A. 2012 Caracterización de genes GRAS en *Pinus radiata* D. Don y su expresión durante el enraizamiento adventicio. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Departamento de Biología Celular y Genética. Madrid Barcelona 158 p.
- Medina. A., Medina. C., Medina. L. 2015. Propagación in vitro de *Musa acuminata* (Simmonds) plátano bocadillo del Chocó, Colombia, a partir del cultivo de meristemos apicales *Rev. Biodivers. Neotrop.* 5 (1). N° 47-53 p.
- Montenegro. E., Rojas. C., Quevedo. D., Delgad. E., 2014. Efecto del sulpomag y complejos organicos como sustitutos parciales del medio de cultivo de micropropagacion de *Musa acuminata*. C.V Cavendish. *Agronomía Costarricense Volumen* 38, No 1. San José (Costa Rica). 147-159 p.
- Nongrum. L., Kumaria. S., Tandon. P. 2007. The influence of in vitro media on asymbiotic germination, plantlet development and ex vitro establishment of *Coelogyne ovalis* Lindl. and *Coelogyne nitida* (Wall. Ex Don) Lindl. *Proceedings of the Indian National Science Academy*. 73 (4): 205-207p.
- Ortega. N., Korvena. S., Ruiz. O., Santos. E., Peralta. E. 2010. Obtención de multimeristemos y callos de diferentes variedades de Banano y Plátano *Musa acuminata* a partir de “Meristemos apicales” y “Scalps”. *Revista Tecnológica ESPOL*, Vol. 23, Guayaquil (Ecuador). N° 1 - 4 p.
- Ortiz. R. 1993. Plantain and Banana research at the International Institute of Tropical Agriculture. *HortScience* 28 (9) N° 874-970 p.
- Pettao, J. 2007. Propagación vegetativa de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) mediante la aplicación de reguladores de crecimiento “ANA y AIB” (Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo).
- Ramírez. M, Lindorf. H., García. E. 2008. Cambios morfoanatómicos en los ápices y del vástago y de la raíz del banano Williams (*Musa sp. AAA*) bajo distintas concentraciones de N6- bencil Adenina. *J Agricult Univ Puerto Rico*. 92 (1-2) N° 53-72 p.
- Ruiz. R., Vargas. J., Alcalá. C., Víctor Manuel; Villegas. Á. 2005. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de *Gmelina arborea* Roxb. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(4): 319–326 p.
- Restrepo. C., Correa. A. 2016. Protocolo metodologías de cultivo in vitro de plantas, curso técnico de

- biotecnología moderna aplicada al desarrollo de la agricultura. Universidad EAFIT. 1 – 11 p.
- Salazar. S., Amaya. A., Barrientos. F. 2013 Evaluación de diferentes medios de cultivo in vitro en el desarrollo de híbridos de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XV. N° 2. 97-105 p.
- Santelices. R., Cabello. A. 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del sustrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) rasser. Revista Chilena de Historia Natural 79: 55-64 p.
- Saucedo. S., Ramos. L., Reyes. T. 2008 Efecto de los Reguladores de Crecimiento para la Propagación in vitro de la Malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) ciencia y Tecnología. 17-21 p.
- Saucedo. S., Ramos. L., Varas. E., Carmigniani. F. 2008. Propagación Clonal in vitro de Piña (*Ananas comosus* L. Merr) Variedades Champaka y Hawaiana. ARTÍCULO en Ciencia y Tecnología 1: 49-54 p.
- Sepúlveda. N., Murillo. M., Medina. M. 2008. Propagación in vitro de musáceas del Chocó a partir de meristemas radiculares. Revista Universidad Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo 27 (1): 96-9.
- Simmonds. N. 1973. Los Plátanos. Barcelona, España. Blume. 214-229 p.
- Smith. E., Rappaport. L. 1969. Gibberellins, inhibitors, and tuber formation in the potato (*Solanum tuberosum*). American Journal of Research, 46. 185Potato -191 p.
- Stuepp. C., Zuffellato. K., Wendling. I., Koehler. H., Bona. C., 2014. Vegetative propagation of mature dragon trees through epicormic shoots. Bosque (Valdivia) 35(3): 337-345 p.
- Ubilla. E. 2016. Propagación in vitro de Banano (*Musa acuminata*) -variedades Gros Michel y Williams- a partir de meristema. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 0 – 16 p.
- Valarezo. R., 1984. Rooting hard to root conifers. 35: 178 p.
- Yam. T., Arditti. J. 2009. History of orchid propagation: a mirror of the history of biotechnology. Plant Biotechnology Reports. 3 (1): 1-56 p.
- Yong. W., Ge. L., Ngand. F., Tan. N. 2009. The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. Natural Sciences Education Academic Group of Sciences, Nanyang Technological University Nanyang. Walk (Singapore).5144 – 5164 p.
- Zimmermann. M., Brown. C. 1971. Trees structure and function. New York. Springer-98Verlag. 336 p.