



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ÁCIDO GIBERELICO Y
DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO EN LA PROPAGACIÓN *IN
VITRO* DE DOS VARIEDADES DE YUCA (*Manihot esculenta
Crantz*) LIBERADAS POR EL INIAP-ECUADOR.**

AUTORES:

**CRISTHIAN BRYAN PINARGOTE SUAREZ
BORIS VICENTE VÁSQUEZ CARREÑO**

**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
ING. LILIANA COROZO QUIÑONES Mg. Sc.**

**SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR
2019**

RESUMEN

Esta investigación, se desarrolló en el campus experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) estación Portoviejo y en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, la misma que tuvo como objetivo evaluación del efecto del ácido giberelico y del ácido naftalenacético en la propagación *in vitro* de dos variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) liberadas por el INIAP-Ecuador. En las fases *in vitro* se utilizó como medio de cultivo Murashige y Skoog (MS), sin embrago, en la multiplicación de brotes se suplementó el medio con una citocinina y una giberelina, mientras que, en el enraizamiento *in vitro* la combinación de la giberelina fue con una auxina. En la aclimatación *ex vitro*, se utilizó plantas *in vitro* colocadas en bandejas de germinación. Todos los medios fueron suplementados con vitaminas, ácido ascórbico, ajustando el pH a 5.8, en condiciones de humedad al 70%, temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ y fotoperiodo 16/8 luz/oscuridad. En la fase de establecimiento, las variedades de yuca, no presentaron ningún tipo de contaminación, mostrando 100% supervivencia. Durante la fase de multiplicación *in vitro*, las mayores alturas de planta (2,48 cm), diámetro de tallo (0,26 mm), número de brotes (4,70) y numero de hojas por plántula (5,30) las registró la variedad INIAP 651 con 0,5 mg/l de BAP + 0,30 mg/l de GA₃, mientras que en la variedad INIAP 651 los mayores valores se obtuvieron con 0,5 mg/l de BAP + 0,50 mg/l. de GA₃, a pesar de que los valores obtenidos, fueron inferiores a los de INIAP 650. En referencia al enraizamiento *in vitro*, la mayor altura de planta (2,18 cm), diámetro de tallo (0,26 mm), numero de raíces (8,33) y longitud de raíces (1,11 cm) se presentaron en la variedad INIAP 651 cuando se suplementó el medio de cultivo con 1mg de ANA + 0,01mg de GA₃. La respuesta de las vitroplantas en la aclimatación *ex vitro* no fue significativo, en relación a los datos obtenidos en las fases *in vitro*.

Palabras Claves: MICROPROPAGACIÓN, ACLIMATACIÓN, REGULADORES DE CRECIMIENTO.

SUMMARY

This research was developed in the experimental campus of the National Institute of Agricultural Research (INIAP) Portoviejo station and in the Laboratory of Tissue Culture of the Faculty of Agronomical Engineering of the Technical University of Manabí. The objective of this research was to evaluate the effect of gibberellic acid and naphthaleneacetic acid in the in vitro propagation of two varieties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) released by INIAP-Ecuador. In the in vitro phases Murashige and Skoog (MS) were used as culture medium, however, in the multiplication of shoots the medium was supplemented with a cytokinin and a gibberellin, while in the in vitro rooting the combination of gibberellin was with an auxin. In ex vitro acclimatization, in vitro plants placed in germination trays were used. All media were supplemented with vitamins, ascorbic acid, adjusting the pH to 5.8, in conditions of humidity at 70%, temperature of $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ and photoperiod 16/8 light/dark. In the establishment phase, the cassava varieties did not present any type of contamination, showing 100% survival. During the in vitro multiplication phase, the highest plant heights (2.48 cm), stem diameter (0.26 mm), number of shoots (4.70) and number of leaves per seedling (5.30) were recorded by the INIAP 651 variety with 0.5 mg/l of BAP + 0.30 mg/l of GA₃, while in the INIAP 651 variety the highest values were obtained with 0.5 mg/l of BAP + 0.50 mg/l. In reference to the in vitro rooting, the highest plant height (2.18 cm), stem diameter (0.26 mm), number of roots (8.33) and root length (1.11 cm) were presented in the INIAP 651 variety when the culture medium was supplemented with 1mg of ANA + 0.01mg of GA₃. The response of the vitroplants in the ex-vitro acclimatization was not significant, in relation to the data obtained in the in-vitro phases.

Key Words: Micropropagation, acclimatization, growth regulators

1. CONCLUSIONES

En la etapa de establecimiento los explantes de yuca *in vitro*, no presentaron contaminación microbiana, posiblemente debido al tratamiento de desinfección utilizado; lo que favoreció la sobrevivencia *in vitro* en un 100%.

El mayor número de brotes promedio (4,70) se obtuvo en la variedad INIAP-Portoviejo 651 con el tratamiento $0,5 \text{ mg/L}^{-1}$ BAP + $0,30 \text{ mg/L}^{-1}$ GA₃, mientras que para la variedad INIAP-Portoviejo 650 el número promedio fue de 4,10 brotes con el tratamiento $0,5 \text{ mg/L}^{-1}$ BAP + $0,50 \text{ mg/L}^{-1}$ GA₃.

En el enraizamiento *in vitro*, se determinó que el mejor promedio para número de raíces (1,11) en la variedad INIAP-Portoviejo 651 se observó con el tratamiento 1 mg/L^{-1} ANA + $0,01 \text{ mg/L}^{-1}$ GA₃, a diferencia que sin la aplicación de ANA se obtuvo un promedio de 0,03 raíces.

La respuesta de las vitroplantas a condiciones *ex vitro* mostraron un 100% de sobrevivencia durante la fase de aclimatación, esto debido a que se las mantuvieron en una cámara húmeda con el fin de que no se deshidraten, logrando obtener plantas muy vigorosas.

2. RECOMENDACIONES

Utilizar dosis más bajas de Giberelinas (GA_3), y combinar con otras hormonas en próximos ensayos, ya que los tratamientos con menor concentración de GA_3 aumentan la cantidad de producción de brotes de buena calidad, mientras que a mayor dosis de la hormona inducía a obtener plantas muy elongadas y débiles.

Aplicar dosis más alta de ANA y combinarla con otras hormonas para acelerar y aumentar el proceso de enraizamiento.

Implementar el método utilizado en la fase de aclimatación, que tuvo buenos resultados al mantener las plántulas en cámara húmeda donde se creó un microclima y que las plántulas no se deshidraten y se logren adaptar a campo.

3. BIBLIOGRAFIA

Adhikari, Ranjit, M; Pant, B. «*In vitro* propagation of potato (*Solanum tuberosum* L.)» Botanica orientalis. 5th issue, Deppt of Botany Tribuvan University, Kathmandu, Nepal, 2005.

Aguilar, Edgar. «Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.» Artículo Científico, San José, Costa Rica: INTA, 2016.

Albarrán, Fredy. «Biotechnological For Germoplasm Conservation in the INIA-CENIAP.» Artículo Científico, Maracaibo, Venezuela: Editorial Cassava and Agronomic Tropical, 2011.

Alvarenga, Carlos. Laboratorio. «Cultivo de tejidos.» Informe tècnico: Instituto Tecnològico de Costa Rica, San José, Costa Rica. Centro de Investigaciòn en Biotecnologia, 2013.

Àlvarez, Hugo. «Efectos de la mezcla de reguladores de crecimiento en la morfología de la plata de mandioca.» Revista Mèxicana sobre efectos de la mezcla de reguladores de crecimiento en la morfología de la plata de mandioca (Editorial Trilla), 2011: Pàg. 21-25.

Alvis, Jipson. «Anàlisis físico químico y morfológico de almidos de ñame, yuca y papa.» Informaciòn tecnològica, Turrialba, Costa Rica: Editorial Labores, 2012.

Asghar, Jhan. «*In vitro* propagation of orchid.» Journal Of Biotechnonology, Mèxico D.F.: African Journal Of Biotechnonology, 2012.

Azcón et al., Cantos, M; Troncoso, A; Barea, J. «Beneficial effect of arbuscular mycorrhizas on acclimatization of micropropagated cassava plantlets.» Scientia Horticulturae, 1997. 72: 63-71.

Azhar et al., Abbas, H; Azhar, H; Muhammad, S; Habib. «Investigation of GA₃ effect on *in vitro* micro propagation of potato varieties.» International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR), 2016.

Balat, Ruit. «Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel.» Informe Tècnico de obtenciòn de etanol, USA: Applied Energy, 2009.

Beovides, Luis. «Detecció de la variabilitat genètica en clones de yuca obtenidos por diferentes mètodos de propagació.» Informe de investigació científica, La Habana, Cuba: Editorial Universidad de la Habana, 2013.

Bostan, H. y Demirci, E. «Obtaing PVX, PVY and PLRV-free micro tuber from Granola, Pasinier 92 and Caspar potato cultivars.» Pakistan journal of biological sciences, 2004. 7(7), 1135-139.

Bromees, V. y Lacon, R. «Influence of medium components on hardening of cassava after micropropagation in liquid nutrient medium.» En: Proceedings of the Second International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network, Bogor, Indonesia, 1995. Pàg, 210-219.

Cabezas, Roberto. «Efecto en los indicadores de crecimiento del cultivo *in vitro* de yuca.» Informe de Simposio Internacional de Biotecnología Vegetal, Villa Clara, Cuba: Instituto de Biotecnología de las plantas, 2012.

Cartaya, Aleda. «Efectos de la mezcla de varios niveles de giberelinas en la morfología *in vitro* en yuca.» Revista peruana de Efectos de la mezcla de varios niveles de giberelinas en la morfología *in vitro* en yuca (Editorial AlfaOmega), 2014: Pàg, 25.27.

Casares, Paèz. «Usos del àcido acetalsalísilico en la conservació *in vitro* bajo mìnimo crecimiento de yuca (*Manihot sculenta* Grantz) y determinació de su viabilidad.» Investigació de la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela: Editorial Labores, 2015.

Castilla, Carlos. «Determinació de estabilidad genètica de vitroplantas de yuca.» Informe científico de comisió tècnica. Palmira, Colombia: Centro de Investigaciones de Cultivos Tropicales (CIAT), 2014.

Ceballos et al., Okogbenin E, Pérez JC, López Va. «Cassava. In: Bradshaw JE.» Informe tècnico, London: Root and tuber crops, 2010.

Ceballos, Gustavo. «La yuca del tercer milenio. Sistemas modernos de producció, procesamiento.» Revista del Centro internacional de agricultura tropical (Centro de Investigaciones Agrícolas Tropicales (CIAT)), 2012: Pàg. 45-46.

Chacón, Roger. «Instituto de Biotecnología de las plantas. Propagación *in vitro* de yuca en Villa Clara como estrategia de producción.» Revista Brasileira Instituto de Biotecnología de las plantas. Propagación *in vitro* de yuca en Villa Clara como estrategia de producción (Instituto de Biotecnología de las plantas), 2012: pàg. 23-25.

CIAT. «El cultivo de meristemas de yuca.» Revista agropecuaria del Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia del Cultivo de la Yuca (Editorial Tompkins), 2013: Pag. 12-17.

Cole, M. «Contaminaciones microbianas y técnicas asépticas en el cultivo de tejidos vegetales.» In: Tissue Culture of Australian Plants. Taji, A. y R. Williams (Eds.). Universidad de Nueva Inglaterra, Armidale, Australia, 1996: Pág. 204-228.

Collado et al., Bermúdez, C; García, L; Veitía, N; Martirena, A; Torres, D; Romero, C; Angenon, G. «Propagación *in vitro* de tres cultivares de yuca. Instituto de Biotecnología de las Plantas,» 2004.

Da Silva et al., Pasqual, M; Ishida, J; Antunes, L. «Aclimação de plantas provenientes da cultura *in vitro*.» Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1995. 30: 49-53.

Davis, P.J. «Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action.» New York: 3ra ed. Ithaca, 2010.

Demmey, Jhoan. «Relación entre las caracterizaciones moleculares y morfológica de una colección de yuca.» Informe de investigación científica, Managua, Nicaragua: Editorial Intercencia, 2015.

Dolce, Alice. «Determinación de la eficiencia de la micropropagación de genotipos de mandioca de interés para el noreste Argentino.» Revista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, 2016: Pág. 45-46.

Escobar et al., Caicedo, E; Muñoz, L. «El cultivo *in vitro*: otra manera de propagar yuca.» Artículo científico, Cali, Colombia: Editorial Limusa, 2012.

Estevez, Charles. «Revista Cubana del Instituto de Biotecnología de las plantas.» Propagación *in vitro* de yuca en Villa Clara como estrategia de producción, Determinación de la estabilidad genética bajo la metodología *in vitro* (Editorial Cultivos Tropicales), 2014: Pág. 56.

FAO. «Cassava's huge potential as 21st Century crop.» Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2013.

FAO. «La producción de yuca en el Ecuador.» Revista de agricultura El Agro, 2017: Pág. 23.24.

FAO. «Yuca para la seguridad alimentaria y energética. (Informe Conferencia Mundial sobre la Yuca).» Artículo Científico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia, 2008.

Faria et al., Assis, Am; Unemoto, Lk; Carvalho, Jfrp. «Produção de orquídeas em laboratório.» Londrina: Mecenaz, 2012. Pág. 124.

Ferreira et al., Emília, S; Maria, I; Karen, C; Antônio, S; Silva, C. «Meios de cultura para a multiplicação de espécies silvestres de Manihot.» Ciência e Agrotecnologia. Brasil, 2018.

Flores, Cèsar. «Propagación clonal, conservación y aplicación de dosis de ácido giberélico en el banco de germoplasma de yuca (*Manihot esculenta* Grantz).» Revista Peruana de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, 2017: Pág. 34.

Gou, L. y Liu, Y. «Rapid propagation of cassava by tissue culture and its application in rural districts in China.» En: Proceedings of the Second International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network, Bogor, Indonesia, 1995. Pág. 183-189.

Habiba et al., Reza, S; Sata, M; Khan, M; Hadiuzzaman, S. «Contaminación bacteriana endógena durante el cultivo *in vitro* de plátano de mesa: Identificación y prevención.» Culto de tejidos vegetales, 2002, 12: 117:124.

Hernandez. «Efectos de los biorreguladores en la embriogénesis del cultivo de yuca.» Revista brasileira de biotecnología de *in vitro* en yuca (Editorial Thompson), 2015: Pág. 14.19.

Hinostroza et al., Mendoza, M.; Navarrete, M.; Muñoz, X. «Cultivo de yuca en el Ecuador.» Informe Técnico Divulgativo, Manabí, Ecuador: Boletín divulgativo No. 436, 2014.

Hinostroza, Francisco. «INIAP Portoviejo 650 una variedad de yuca para procesamiento.» Manual técnico del manejo de la yuca en Manabí, Manabí, Ecuador.: Plegable No. 128. 3ª. Impresión, 2012.

Howeler Richard. «Sustainable Soil and Crop Management of Cassava in Asia.» Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2014.

INEC. «Estadística de la producción y áreas de siembra de la yuca en Manabí.» Informe Técnico de Estadísticas de Siembra y Producción de yuca en Manabí, Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2017.

INIAP. «Liberación de variedades de yuca INIAP Portoviejo 560 y 561.» Informe Divulgativo, Portoviejo, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Estación Portoviejo, 1998.

Jaramillo, Galo. «Recursos genéticos de Manihot en el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. En: La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.» Informe técnico sobre biotecnología, Palmira, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2009.

Jorge et al., Robertson, A; Mashingaidze, A; Keogh, E. «How *in vitro* light affects growth and survival of *ex vitro* cassava.» Annals of Applied Biology, 2000. 137: 311-319.

Jorge, M. «Cassava acclimatization in Mozambique.» African Journal of Root and Tuber Crops, 1996. 2: 216-219.

Kämpf, AN. «Produção comercial de plantas ornamentais.» 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. Pág, 256.

Leelavathy, S. y Sankar, P. «Reducción de la amenaza de contaminación en el cultivo de tejidos vegetales.» J. Pure Applied Microbiol, 2016, 10: 2145-2152.

Lolaei et al., Nourbakhsh, T; Reze, B; Ali, K; Sakineh, A. «Effect of gibberelin on vegetative and sexual growth and fruit quality of strawberry (*Fragaria x Ananassa* Duch. Cv. Selva and queen elisa).» *Int Agric Crop Sci*, 2013. 5:1508–1513

López et al., Mostacero, J; Armando, E; López, A; Castillo, A. «Efecto del ácido giberélico y del ácido indolacético en la micropropagación *in vitro* de *Solanum tuberosum* var. María Reiche.» Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Papa y Cultivos Andinos, Universidad Nacional de Trujillo; Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú, 2019.

Lulai et al., Suttle, J; Olson, L; Neubauer, J; Campbell, L; Campbell, M. «Wounding induces changes in cytokinin and auxin content in potato tuber, but does not induce formation of gibberellins.» *J Plant Physiol*, 2016. 191:22–28.

Mahdi, Yaid. «Variedad a través de bajo costos *in vitro* de producción de la yuca.» *Revista de Tecnología de recursos de la la Universidad de Malasia Sarawak*, 2017: Pàg. 13-19.

Marín et al., Albarrán, J; Fuenmayor, F; Perdomo, D. «Evaluación del efecto de los reguladores de crecimiento en la regeneración *in vitro* de cinco cultivares élites de yuca (*Manihot esculenta* Crantz).» *UDO Agrícola*, 2009. 9 (3):556-562.

Marín et al., Perdomo, D; Albarrán, J; Fuenmayor, F; Zambrano, C. «Evaluación agronómica, morfológica y bioquímica de clones élites de yuca a partir de vitroplantas.» *Interciencia*, 2008. 33: 365-371.

Medero, Ivàn. «Sistema de inmersión temporal para la producción intensiva de material *in vitro* de siembra de yuca.» *Informativo del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la investigación y desarrollo de la yuca*, Brasil: Editorial Clayuca, 2016.

Moreno, Matías. «Propagación *in vitro* de yuca (*M. esculenta* Krantz) variedad brasilera: una alternativa de producción de semilla libre de patógeno para el Meta.» *Informe Técnico de la multiplicación *in vitro* de la yuca: Cuadernos de Recursos Fitogenéticos de plantulas y conservación de germoplasma*. Colombia, 2015.

Moura, Rabel. «Influencia de diferentes reguladores de crecimiento en la yuca (*Manihot esculenta* Grantz) en propagación *in vitro*.» *Revista de Portugal de Ciencias Agrarias*, 2004: Pàg. 34.

Murashige T. and Skoog, F. «A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Culture.» *Physiologia Plantarum*, 1962. 15, 473-497.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>

Navarez. «Impacto de variedades de yuca INIAP Portoviejo 650 e INIAP Portoviejo 651 en el desarrollo agroindustrial de cuatro cantones de Manabí.» Tesis Ingeniería Industrial. Informe Técnico Divulgativo, Bolívar, Manabí, Ecuador: ESPAM-MFL, 2011.

Ndagijimana et al., V; Khaia, J; Asiimwe, T; Salleh, PY; Waweru, B; Mushimiyimana, I; Nadirgwe, J; Kirimi, S; Shumbusa, D; Njenga, P; Kauassi, M; Koffi, E. «*In vitro* effect of gibberellic acid and sucrose concentration on micropropagation of two elite sweet potato cultivars in Rwanda.» *Int J Biotechnol Mol Biol Res*, 2014. 5:1–6.

Oliveira et al., R; Da Silva, T; Vilarinhos, A. «Avaliacao de um sistema de micropropagacao massal de variedades de mandioca.» *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 2000. 35 (12): 2329-2334.

Orellana, Nelson. «Efecto de tres concentraciones de Àcido Giberèlico en multiplicación *in vitro* de yuca – genotipo CM 6119-3.» *Revista Hondureña de biotecnología agricola in vitro en yuca*, 2013: Pàg. 13-16.

Ospina, Carlos. «La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.» Informe Técnico , Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. CLAYUCA, 2002.

Quirós, Luìs. «Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de yuca (*Manihot esculenta*).» Instituto de Biotecnología de las plantas.» *Propagación in vitro de yuca en Villa Clara como estrategia de producción* (Editorial), 2006: Pàg, 22-26.

Rabbani et al., A; Askari, B; Abbasi, N; Bhatti, M; Quairishi, A. «Effect of growth regulators on *in vitro* multiplication of potato *International journal of agriculture & biology*,» 2001. 3, 181-82.

Ranjbar, M. y Mirzakhan, M. «Response of agronomic and morphogenic characteristic of commercial and conventional potato cultivars to greenhouse condition.» *Int J Agric Crop*, 2012. Sci 4-6:333–335

Reed et al., M; Buckley, T; DeWilde T. «Detección y erradicación de bacterias endófitas de plantas de menta micropropagadas.» *Célula in vitro*. *Dev. Biol*, 1995. 31:53-57.

Reyes, Buechsel. «Establecimiento *in vitro* de yuca variedad Valencia mediante domos meristemáticas y evaluación de tres medios de cultivo para la producción de brotes [Tesis].» Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras, 2012. Pág, 26.

Roca et al., W. M. Cassava. En: W. R. Sharp; D. A. Evans; P. V. «Handbook of Plant Cell Culture. Vol 2: Crop Species.» MacMillan Publishing, New York, USA, Ammirato y Y. Yamada (eds.)1984: Pág, 269.301.

Rodríguez, L. y Moreno, L. «“Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión”.» *Agronomía Colombiana*, 2010. 28: 189-197.

Romay, Artemio. «Almidón modificado de yuca (*Manihot sculenta* Grantz), como sustituto económico del agente solidificante para medios de cultivos vegetales.» *Revista Venezolana Intercencia*, Vol 31, 2015: Pág. 23.

Saborio et al., F; Torres, S; Gómez, L. «Development of a clean-planting-material production system on tropical root and tuber crops, using *in vitro* propagated plants.» *Acta Horticulturae*, 1998. 461: 495-501.

Sarawak. «Propagación *in vitro* de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en las variedades huzaimah mahdi1 y rebicca edward1 suplementado con reguladores del crecimiento vegetal.» Malasia, 2018.

Segovia et al., R; Bedoya, A; Triviño, W; Ceballos, H; Gálvez, G; Ospina, B. «Metodología para el endurecimiento masivo de “vitroplantas” de yuca. En: B. Ospina y H. Ceballos (eds.), *La Yuca en el Tercer Milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.*» CIAT. Cali, Colombia, 2002. 572-583 p.

Shahid et al., A; Naeem, K; Faisal, N; Shazia, E; Wajid, N; Muhammd, A. «*In vitro* effects of GA3 on morphogenesis of CIP potato explants and acclimatization of plantlets in field.» *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*, 2018. 54:104–111

Sharma et al., H; Crouch J; Sharma, K; Seetharama, N; Hash, C. «Aplicaciones de biotecnología para la mejora de cultivos: Perspectivas y limitaciones.» *Plant, 2002. Sci.*, 163: 381-395.

Suarez, Luis. «Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz): tendencias actuales, Cultivos Tropicales.» Informe Técnico, México D.F.: Editorial labores, 2012.

Taiz, L. y Zeiger, E. «Fisiología vegetal.» Porto Alegre: Artmed, 2008. Pág, 819.

Techeira et al., N Sívoli L, Perdomo B, Ramirez A, Sosa F. «Caracterización fisicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), batata (*Ipomoea batatas* Lam.) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela.» Venezuela: Interciencia, 2014.

Torres, Byron. «Sustitución del ácido indolacético (AIA) por los bioestimulantes BB-6 y Bioestan en el establecimiento *in vitro*.» Informe Técnico, Medellín, Colombia: Editorial Agrocentro, 2013.

Ulloa, Asdrúbal. «Efecto de 6-bencil aminopurina y ácido naftalenacético en la producción *in vitro* de segmentos nodales de yuca (*Manihot esculenta* Crantz).» Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras, 2017.

Urrutia, Orellana. «Efecto de tres concentraciones de bencil aminopurina en multiplicación *in vitro* de yuca – genotipo CM 6119-3 – [Tesis].» Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras, 2013. Pág, 19.

Vejarano, A. y Morales, C. «“Almacenamiento de la semilla de papa bajo condiciones de luz difusa”.» *Pueblo continente*, 2014. 25: 3-101.

Xu et al., Q; Krishnan, S; Merewitz, E; Xu, J; Huang, B. «Gibberellin regulation and genetic variations in leaf elongation for tall fescue in association with differential gene expression controlling cell expansion.» *Sci Rep*, 2016. 6(1):30258. <https://doi.org/10.1038/srep30258>

Yasmin et al., A; Jalbani, A; Raza, S. «Effect of growth regulators on meristem tip culture of local potato cvs desiree and patrones.» Pak J Agric Agric Eng Vet Sci, 2011. 27:143–149

Zambrano, Roberto. «Diversidad genética de una colección de mandioca *in vitro* a través de marcadores hormonales AIA.» Informe Técnico de laboratorio, La Habana, Cuba: Editorial Agronomía Tropical, 2012.

Zimmerman et al., T; Williams, K; Joseph, L; Wiltshire, J; Kowalski, J. «Rooting and acclimatization of cassava (*Manihot esculenta*) *ex vitro*.» Acta Horticulturae, 2007. 738: 735-740.

Zok et al., S; Nyochembeng, L; Tambong, J; Wutoh, J. «Rapid seedstock multiplication of improved clones of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) through shoot tip culture in Cameroon.» En: W. M. Roca y A. M. Thro (eds.) Proceedings of the First International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network. Cartagena, Colombia, 1993. Pág, 96-104

