

EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE PROPAGACIÓN DE *Genipa americana* L. PARA ALTERNATIVAS DE REFORESTACIÓN EN LA AMAZORINOQUÍA COLOMBIANA

Daniela Buitrago Martínez, Bióloga, SENA, Regional Guaviare, Semillero SIFFAS,
danibuitrago89@gmail.com

Andrés González Zapata, Ingeniero Forestal, SENA, Regional Guaviare, Semillero SIFFAS,
andresosky2002@gmail.com

Marlen Norangela Vargas Gómez, Aprendiz Tecnólogo en Silvicultura y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales, SENA Regional Guaviare, Semillero SIFFAS,
nora17angela@gmail.com

Mónica Enid González López, Aprendiz Tecnólogo en Silvicultura y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales, SENA Regional Guaviare, Semillero SIFFAS,
enidlopez1998@gmail.com

Jessica Solís Castro, Aprendiz Tecnólogo en Gestión de empresas Agropecuarias, SENA Regional Guaviare, Semillero SIFFAS,
jessicafernandasoliscastro@gmail.com

Resumen

El caruto (*Genipa americana* L.) es una especie de la familia Rubiaceae, tiene un gran valor alimenticio, medicinal, industrial y ecológico; su fruto es demandado para la extracción del colorante natural de la gama del azul y el morado generado por el componente Genipina; compuesto Bioactivo del fruto de *G. americana*, además esta especie se desarrolla en diferentes tipos de suelo y ha sido utilizada como especie promisoras en la recuperación de áreas degradadas. *G. americana* L. presenta un gran potencial como especie forestal para realizar iniciativas de reforestación a nivel regional en el departamento del Guaviare debido a que es una región muy afectada por la deforestación con fines exclusivos como la ganadería y el establecimiento de cultivos ilícitos. El objetivo de esta investigación es determinar el método de propagación más viable y eficiente que permita la multiplicación, reforestación y aprovechamiento sostenible de la especie. Se realizaron ensayos con semillas y estacas, en tres sustratos tierra aserrín y turba canadiense; aplicando un protocolo biotecnológico donde se usa el ácido giberélico. Mediante un análisis de varianza multifactorial, los resultados evidenciaron en la interacción aserrín con protocolo biotecnológico con el 71% de germinación; seguido de la interacción aserrín - semilla con el 53% y aserrín - estaca con 47%; resaltando esta última interacción que, aunque halla reportado un porcentaje menor se consideró que la propagación por estaca es el método más viable y efectivo para la reforestación y aprovechamiento de la especie al permitir la clonación y conservar características idénticas a la planta madre.

Palabras clave: Propagación, reforestación, aprovechamiento sostenible

1 Introducción.

Colombia es el segundo país con los índices de biodiversidad más altos del mundo (UNDP Colombia, 2017). Esta riqueza biológica posee un gran potencial para la implementación de nuevas e innovadoras alternativas biotecnológicas para la investigación, por lo que últimamente se ha convertido en el motor de aprovechamiento y desarrollo sostenible para la población colombiana.

Dentro del género *Genipa* la especie más común es *Genipa americana* L, conocida en Colombia como jagua o caruto, cultivada principalmente en la región amazónica y del Caribe. Sus frutos son comestibles del cual se elaboran bebidas alcohólicas, mermeladas, jugos entre otros. Los frutos también son usados para extraer un tinte de color azul violeta que algunas tribus indígenas en la Amazonía utilizan para pintarse la piel (Pérez Arbeláez, 1947), (Ramírez y Orozco, 2010). Las comunidades en esta región, además de la extracción del colorante, utilizan su madera como leña y para la fabricación de remos (Sánchez, 1997). En el Amazonas se conoce como “Huito” (Cárdenas y López, 2000). Los Chamí de Risaralda la conocen como “Kipara” y utilizan los frutos como alimento y para extraer un tinte con el cual pintan su cuerpo (Cayón & Aristizábal, 1980). Adicionalmente se conoce que las hojas se emplean contra la disentería y la gonorrea y como astringente; las flores son melíferas se emplean como tónico y para la fiebre, En el Amazonas se conoce a *Genipa spruceana* Steyerl. Como “Yacuruna huito” (Cárdenas y López, 2000); Esta especie es potencial para la reforestación y restauración de áreas degradadas brindando forraje, cobertura de hojarasca, conservación de suelo, control de erosión. (Conabio 2010); en sombras y potreros generando sombra y refugio para ganado, además beneficiando la dieta de las poblaciones de avifauna, mamíferos e

insectos, se han reportado semillas en las heces de monos, murciélagos y coyotes (*Canis latrans*) en Costa Rica ayudando a la dispersión de las semillas (Francis J, 1993), también estabilizando cauces fluviales. En el Estado de São Paulo han usado esta especie y la consideran como especie promisoría para la recuperación de áreas degradadas. (Andrade *et al*, 2000), (Ramírez y Orozco 2010), (UICN 2018).

A nivel regional el programa de investigaciones forestales en el Guaviare inició en el año 1981, mediante un Acuerdo de Cooperación entre los gobiernos de Holanda y Colombia a través del Proyecto CONIF-HOLANDA y la Corporación Aracuara (posteriormente Corporación para la Amazonía COA), el cual duró hasta el año 1987. En los años 1988-89 los seguimientos a las investigaciones continuaron gracias al apoyo del ICA con recursos provenientes del PNR. (Giraldo *et al*, 2013), (Sinchi, 2016).

Los estudios realizados de la anatomía, ecología y fisiología de la especie se quedan nulos y son un limitante para el desarrollo y aprovechamiento sostenible de la misma. (Vieira *et al*, 2010). La finalidad de la presente investigación es evaluar ensayos de propagación de *G. americana* L para demostrar alternativas para la reforestación y el aprovechamiento sostenible de la especie; generando un impacto efectivo en la región, ya que las poblaciones campesina e indígenas de la Amazorinoquía podrán establecer alternativas emprendedoras de aprovechamiento sostenible; al facilitar una alternativa viable para mejorar los ingresos de las familias campesinas y demás habitantes de la región.

2. Materiales y Métodos:

Zona de estudio

El estudio se realizó en la sede Agroambiental del SENA Regional

Guaviare, situada en el municipio de San José en la zona de transición ecosistémica de la Orinoquía y Amazonia Colombiana, sus características biofísicas de temperatura, precipitación, altura sobre el nivel del mar y evapotranspiración la definen como Bosque húmedo Tropical según el sistema de zonas de vida de Holdridge, 1982. Según datos de la Estación Experimental El Trueno, se presentan dos épocas de distintas características climáticas; una de lluvias altas y frecuentes en el período abril – noviembre, con promedios mensuales de 295 mm y otra de lluvias bajas y escasas en los meses de diciembre a marzo, con un promedio de 99 mm al mes. Además, se presentan períodos cortos de sequía denominados veranillos, con una duración aproximada de dos semanas. (Sinchí, 2013).

Recolección de material vegetal

La recolección de semilla y estacas de la especie *G. americana* L, se realizó en las Veredas Agua Bonita, el Retiro y la Fuguita, ubicadas en el municipio San José del Guaviare-Colombia, las muestras fueron depositadas en bolsas de papel para trasladarlas al Centro de Desarrollo Agroindustrial, Turístico y Tecnológico del Guaviare. Sena Regional Guaviare.

Protocolo Biotecnológico

a. Protocolo pregerminativo

Las 200 semillas y 200 estacas con protocolo pregerminativo fueron sometidas a un proceso de inmersión y enjuague en diferentes reactivos. Inicialmente fueron sumergidas en agua con jabón detergente durante 20 minutos, seguido por enjuague con agua destilada, inmersión en alcohol antiséptico al 70% durante 1 minuto, enjuague con agua destilada, inmersión en hipoclorito de sodio al 3% durante 20 min, enjuague con agua destilada, inmersión en alcohol antiséptico al 70% por 1 minuto, enjuague con agua ionizada, seguido de la

inmersión en Hipoclorito de sodio al 1% durante 12 horas, posteriormente se hace enjuague con agua ozonizada, inmersión ácido giberélico a 20 ppm durante 12 horas y siembra directa a las cámaras húmedas en los tres sustratos.

b. Cámaras húmedas

Las cámaras húmedas generan humedad y calor; en las cuales se sembraron 200 semillas y 200 estacas en los sustratos turba canadiense, tierra y aserrín. Se dejaron tapadas y a los 15 días se destaparon 5mm inicialmente y así sucesivamente para la aclimatación durante 15 días.

c. Tecnología del azúcar

Se realizó aspersion con Nitrato de potasio (KNO_3) a las semillas y estacas en el momento de la siembra y a los 15 días posteriores, además se destaparon las cámaras húmedas 5mm inicialmente y posteriormente 10mm durante 15 días, se continuo la aspersion cada 15 días. El nitrato de potasio transporta el azúcar y la solución se preparó al 1%: 10g KNO_3 x 1Lt de H_2O + 10 g de azúcar x 1Lt de H_2O .

Sin Protocolo Biotecnológico

Se realizó la siembra de 200 semillas y 200 estacas por cada repetición; sin aplicación del Protocolo biotecnológico (Tratamiento pregerminativo, cámaras húmedas y tecnología del azúcar).

Se consideraron germinadas las semillas cuando presentaron emergencia sobre el sustrato y para el caso de estacas la generación de un nuevo rebrote; para determinar el ensayo más viable se realizó seguimiento a los ensayos y se estableció el porcentaje de germinación y de rebrotes.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos se evaluaron tres factores (I. Sustrato con los factores Turba

canadiense, Tierra y Aserrín; II. Tipo de muestra semilla o estaca, el III factor protocolo biotecnológico con aplicación o no de protocolo; los factores fueron evaluados mediante una Anova multifactorial y se aplicó el test de Duncan para la comparación múltiple de medias, con un nivel de significancia del 95%. Se manejó el programa Statgraphics Centurion XVII.

3. Resultados y Discusión:

Con los valores obtenidos a en el análisis de Anova multifactorial se determinó que el tipo de sustrato y la aplicación del protocolo biotecnológico tienen un efecto estadísticamente significativo en el porcentaje de germinación de la especie; además la combinación de estos dos factores genera un incremento estadístico en la significancia sobre la germinación de semillas y la generación rebrotes en las estacas, independientemente del factor tipo de muestra que se utilice, sea estaca o semilla ya que no evidenció significancia estadística (Tabla 1)

Tabla I. Análisis de varianza multifactorial para ensayos de propagación de la especie *G. americana* L.

Fuente	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Valor F	Valor P
Efectos principales					
A: Sustratos	4272,33	2	2136,17	23,59	0,0001
B: Muestra	165,375	1	165,375	1,83	0,1980
C: Protocolo	4565,04	1	4565,04	50,41	0,0002
Interacciones					
AB	169,0	2	84,5	0,93	0,4165
AC	944,33	2	472,16	5,21	0,0203
BC	12,041	1	12,041	0,13	0,7208
Residuos	1267,83	14	90,55		
Total	11296,0	23			

Con el Test para comparaciones múltiples de medias vemos que los factores Aserrín

con protocolo biotecnológico arrojó el mayor porcentaje de germinación. Para la interacción de factores sustrato y tipo de muestra (semilla o estaca) se reportaron los valores más altos de germinación sin una diferencia significativa entre el tipo de muestra. Para La combinación de los factores tipo de muestras y protocolo se evidencia la efectividad de la aplicación del protocolo independiente del tipo de muestra. (Tabla II)

Tabla II. Medias para porcentajes de germinación de los ensayos de germinación de *G. americana* L.

Nivel	Casos	Media
sustratos por muestra		
aserrin,estaca	4	47,75
aserrin,semillas	4	53,0
tierra,estaca	4	15,25
tierra,semillas	4	27,0
turba,estaca	4	23,75
turba,semillas	4	22,5
sustratos por protocolo		
aserrin,con	4	71,25
aserrin,sin	4	29,5
tierra,con	4	26,75
tierra,sin	4	15,5
turba,con	4	38,0
turba,sin	4	8,25
muestra por protocolo		
estaca,con	6	42,0
estaca,sin	6	15,8333
semillas,con	6	48,6667
semillas,sin	6	19,6667

Se puede evidenciar que la germinación por la interacción de los factores semilla con protocolo arrojó el mayor porcentaje de germinación, seguido por las interacciones estaca con protocolo resaltando esta situación ya que la propagación asexual por estacas es el método más viable de propagación para el arrovechamiento sostenible de la especie debido a que las estacas permiten la multiplicación de clones idénticos a la planta madre, con características idóneas ya sea para la producción del fruto y el componente Genipina, para madera entre otras, caso contrario en la propagación con semilla que

no asegura la multiplicación de individuos con características idénticas a la planta madre y si en determinado proceso de aprovechamiento se necesitan árboles productivos de fruto no se garantizaría por el método sexual o por semilla, la multiplicación de árboles productivos de fruto. En otras investigaciones de Ramírez y Orozco en el 2010 y otros autores obtuvieron un porcentaje de germinación alto; pero reportaron pérdida de la viabilidad de la semilla en tiempo limitado. Se evidenció que la aplicación del protocolo aplicando ácido giberélico permitió alcanzar los porcentajes de germinación más altos. Salisbury y Roos en el 2000, sugieren que el ácido giberélico tiene propiedades que estimulan la germinación, favorece la elongación y emergencia de la radícula por medio del endospermo, la cubierta seminal o la cubierta del fruto que limitan su crecimiento, además de promover enzimas hidrolíticas durante la germinación.

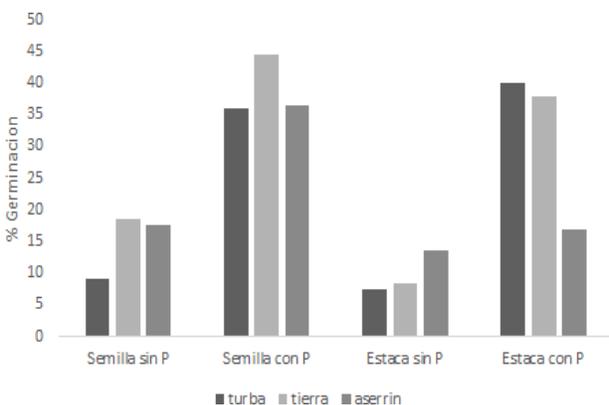


Figura I. Ensayos de propagación y tipos de sustratos en la germinación de *G. americana* L.

A pesar de que la especie tiene una producción de semillas masiva, un buen porcentaje de germinación, una extensa dispersión de las mismas; se establecen muy pocas plántulas Francisco, 2000, a raíz de esto se genera la necesidad de propagar la especie asexualmente por medio de estacas,

para la reforestación y restauración la especie por medio de la multiplicación de clones con características idóneas para el aprovechamiento sostenible por medio de la industrialización de fruto y el compuesto Genipina. En un estudio realizado a nivel regional determinaron a la especie *Genipa americana* como especie nativa potencial para la producción forestal en la región. Con base en material reproductivo a partir de semilla obtenida en el departamento del Guaviare. (Sinchi, 2013).

La jagua o caruto está distribuida en la mayor parte del territorio brasileño, estableciéndose en una especie con potencial para cultivo comercial y uso en sistemas agroforestales. Vieira *et al*, 2010 Los productos hechos base de caruto poseen gran aceptación popular y son bastante demandados en el mercado interno y externo. Vieira *et al*, 2010

A pesar del potencial económico y social de caruto y de la gran demanda de mercado, todavía existen varias limitaciones de naturaleza técnico-científica, que desalienta su beneficio comercial, destacando la falta de paquetes de tecnologías para el aprovechamiento sostenible de la especie. (Prudente y Vieira, 2002); además a pesar de la gran variabilidad genética de la especie, no se ha registrado un Banco Activo de Germoplasma o colección de plantas, que puedan suministrar material genético para programas de mejoramiento en reforestación y aprovechamiento sostenible. Vieira *et al*, 2010, (Nascimento y Damiao, 1998)

4. Conclusiones:

La generación de alternativas para la reforestación y el aprovechamiento sostenible de la especie provoca un impacto efectivo en la región, ya que la población de la Amazorinoquía podrá establecer alternativas emprendedoras de producción sostenible; al demostrar una alternativa

económica y viable para mejorar los ingresos de las familias campesinas, indígenas y demás habitantes de la región.

5. Referencias

Andrade, A.C.S., Souza, A.F, Ramos, F.N., Pereira, T.S. & A.P.M. Cruz. (2000) Germinação de sementes de Jenipapo: Temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.35, n.3, mar. p.609-615.

Cárdenas, D. & R. López C. (2.000). Plantas útiles de la Amazonía colombiana – Departamento del Amazonas-Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. - Ministerio del Medio Ambiente. Ed. Produmedios. Santafé de Bogotá. 133 p.

Cayón A. E. & S. Aristizábal G. (1980). Lista de plantas utilizadas por los indígenas Chamí de Risaralda. *Cespedesia* 9 (33-34): 5-114.

Conabio, (2010). Especies nativas valiosas para la reforestación, [En línea]. www.conabio.gob.mx. [Consulta: 20 junio 2018].

Francis, J. (2000). *Genipa americana* L. Jagua, genipa. Southern Forest Experiment Station, New Orleans 58, EEUU. 231-235 5p

Giraldo, B., Zubieta, M., Vargas, G., & Barrera, J. (2013). Bases técnicas para el desarrollo forestal en el departamento del Guaviare, Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi. Bogotá, Colombia. 234p

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. (2013). Bases técnicas para el desarrollo forestal en el departamento del Guaviare, Amazonia colombiana. Bernardo Giraldo Benavides, Mauricio Zubieta Vega, Guillermo Vargas Ávila, Jaime Alberto Barrera García. Bogotá

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (2016). Fichas Técnicas de especies de uso forestal y agroforestal en la Amazonia Colombiana. Martin Ivan Montero González, Jaime Alberto Barrera García, Bernardo Giraldo Benavides, Armando Antonio Lucena Mancera. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto Amazónico de investigaciones Científicas Sinchi, 2016

Mendoza, H., Ramírez, B. & L.C. (2004). Jiménez. Rubiaceae de Colombia-Guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá. Colombia. 351 p.

Nascimento, W. D., & Damiao-Filho, C. F. (1998). Caracterização morfológica de sementes e plântulas de jenipapeiro (*Genipa americana* L.-Rubiaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 20(1), 143-147.

Pérez Arbeláez, E. (1947). Plantas útiles de Colombia. Editoria Visctor Hugo, 3a edición; 831 p.

Prudente, R. M. Jenipapo. In: Vieira Neto, R. D. (2002). (Ed.). *Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. p. 89- 114.

Ramírez, S. V., & Orozco, A. F. (2010). a. Potencial de almacenamiento de semillas de *Genipa americana* L. en el departamento del Quindío. *Rev. Invest. Univ. Quindío* (20), 143-152.

Ramírez, S. V., & Orozco, A. F. (2010). b. Maduración Del Fruto Y Morfometría De Semillas De *Genipa americana* L. en el departamento del Quindío. *Rev. Invest. Univ. Quindío*

Salisbury, F., y C. Ross, (2000). Fisiología de las plantas. Paraninfo Thomson learning. España. 988 p.

Sánchez, M. (1997). Catalogo preliminar comentado de la flora del Medio Caquetá. TROPENBOS; vol. XII.

UICN Especies para Restauración, link visitado el 3 de marzo del (2018). www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Genipa%20americana

UNDP (2017). <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/campesinos-se-vuelven-empresarios-punta-de-recursos-gen-articulo-667400>

Vieira, R. F., Agostini-Costa, T. D. S., Silva, D. D., Sano, S. M., & Ferreira, F. R. (2010). Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil. Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.