

Evaluación de cuatro técnicas de injerto en plántones tardíos de *Schizolobium parahyba* e *Hymenaea courbaril* en Madre de Dios, Perú

Evaluation of four grafting techniques in late seedlings of *Schizolobium parahyba* and *Hymenaea courbaril* in Madre de Dios, Peru

Telésforo Vásquez-Zavaleta^{1,*}

Recibido: 20 julio 2020 | **Aceptado:** 25 octubre 2020 | **Publicado en línea:** 18 diciembre 2020
Citación: Vásquez-Zavaleta, T. 2020. Evaluación de cuatro técnicas de injerto en plántones tardíos de *Schizolobium parahyba* e *Hymenaea courbaril* en Madre de Dios, Perú. Revista Forestal del Perú 35 (3, Número Especial): 65-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i3.1602>

Resumen

El propósito de esta investigación fue determinar la técnica de injerto más apropiada para producir plantas injertadas de las especies forestales de *Schizolobium parahyba* e *Hymenaea courbaril* que por su rápido crecimiento y calidad de madera respectivamente son aptas para programas de reforestación. Para cada especie se utilizó el diseño de cinco bloques completamente al azar (DBCA), Conformado por cuatro tratamientos, T1: injerto de púa tipo inglés o de lengüeta, T2: injerto de púa tipo hendidura simple, T3: injerto de yema tipo parche y T4: injerto de yema tipo astilla o injerto de chip con, 30 plántones injertados en cada unidad experimental. Luego de veinticuatro días de realizado los injertos en *S. parahyba*, los tratamientos T1 y T2, presentaron prendimiento en un 37 % y 62 %, pero al final sobrevivieron únicamente un 3% y 1% respectivamente; en tanto, con *H. courbaril* se obtuvo 33% de prendimiento y 3% sobrevivencia únicamente con el T3. Esto demuestra que cada especie tiene especificidad para el tipo de injerto con prendimientos y sobrevivencia variada.

Palabras clave: injertos de especies forestales, propagación vegetativa, técnicas de injerto, vivero forestal

¹ Departamento Académico de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD). Av. Jorge Chávez N° 1160- Puerto Maldonado Madre de Dios.

* Autor de Correspondencia: tvazquez@unamad.edu.pe

Abstract

The purpose of this research was to determine the most appropriate grafting technique to produce grafted plants of the forest species of *Schizolobium parahyba* and *Hymenaea courbaril* that, due to their rapid growth and wood quality, respectively, are suitable for reforestation programs. For each species, a completely randomized five-block design (DBCA) was used, consisting of four treatments, T1: English or reed type graft, T2: simple cleft type graft, T3: patch type bud graft and T4: splinter bud graft or chip graft with 30 seedlings grafted in each experimental unit. Twenty-four days after grafting in *S. parahyba*, treatments T1 and T2 presented seizure in 37% and 62%, but in the end only 3% and 1% survived respectively; meanwhile, with *H. courbaril* 33% seizure and 3% survival were obtained only with T3. This shows that each species has specificity for the type of graft with varying seizures and survival.

Wey words: grafting of forest species, vegetative propagation, graft techniques, forest nursery

Introducción

La reforestación comercial es una posibilidad para incrementar la producción de madera en la amazonia. Sin embargo, para esto, se requiere de grandes cantidades de semillas de calidad, y es imposible que sea abastecida por los bosques naturales. La alternativa es producirlas a través de huertos semilleros de forma precoz y con alta variabilidad genética. El injerto es una técnica que puede facilitar esta opción, las plantas injertadas producen precozmente y permiten manejar la variabilidad genética.

Para realizar plantaciones comerciales en la región de Madre de Dios existen oficialmente 503 632 hectáreas disponibles (SERFOR 2016). Sin embargo, los programas de reforestación deben ser planificados con realismo porque involucran inversiones relativamente costosas, personal calificado y cantidades enormes de plantones que bien pueden ser producidos por semillas (Vargas *et al.* 1995) o por propagación vegetativa (Zobel y Talbert 1984, 1988, citados por Sánchez *et al.* 2008 y Cruz *et al.* 2008; Gárate 2010). Con respecto al primero, para asegurar éxito en las plantaciones se requiere que las semillas sean de calidad, y para tal fin, existen dos métodos para la obtención de semillas: 1) recolección en rodales naturales y 2) producción en huertos semilleros.

La recolección de semilla en rodales naturales constituye el método principal para obtener semillas de las especies nativas deseadas;

aunque, en la realidad Amazónica este método no garantiza la obtención en cantidad y diversidad genética, debido a que muchas veces son árboles remanentes que se encuentran muy distantes, y son operaciones engorrosas y muy costosas. Wightman *et al.* (2006) recomiendan en su regla de oro, que las semillas a utilizarse en reforestación no sean menores de 30 árboles, para así evitar, en el futuro, se pierda la diversidad genética de la especie.

Los métodos más recomendables para obtener semillas en cantidad y calidad son a través de los huertos semilleros. En nuestro país estos huertos son escasos o se desconoce que se estén implementando, debido probablemente a que los árboles forestales inician la reproducción por encima de los 12 años, como en el caso de la Caoba (*Swietenia macrophylla* King) (Bauer y Francis 2000). Una alternativa a esta problemática es instalar huertos semilleros con plantas injertadas. Este tipo de prácticas permiten reducir el periodo de inicio de fructificación, en este sentido Valdés *et al.* (2003) y Gil *et al.* (1986) indican que en *Pinus radiata* D. con injertos de púas de brotes obtenidas de ramas adultas, comienzan a florecer a los dos o tres años, en tanto que en castaña (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) con injertos de parche en porta injertos de 1,5 a 2 m de altura, la fructificación se adelanta a partir de los seis años (Corvera *et al.* 2010).

Bravo y López (2016) revelan que los injertos son comúnmente utilizados para el estable-

cimiento de huertos semilleros clonales y bancos clonales. Los injertos, al igual que otras técnicas de propagación asexual, permiten el mantenimiento del genotipo de árboles valiosos que, al ser en general heterocigotos, se pierden en parte al propagarlos por semilla. Por su parte, Aparicio-Rentería *et al.* (2013) resaltan que los huertos semilleros mejoran la calidad productiva de las especies, por lo que constituyen una estrategia atractiva. También, la técnica de injerto es utilizada para rejuvenecer la genética de las plantas, esto sucede cuando a través de un injerto seriado, el propágulo luego de sucesivas repeticiones de injertos se puede usar en propagación comercial mediante la técnica de enraizado de estacas, estaquillas o micro estaquillas (Ferrari *et al.* 2004).

Además, a través del injerto se transfiere la genética de los mejores árboles madre del bosque a los huertos y es mediante la clonación que se transfiere las variaciones aditivas y no aditivas, lo que no sucede con la propagación sexual (Soudre *et al.* 2008). Algunos de los principales factores que más influyen en el éxito del injertamiento son los conocimientos, habilidad del injertador, sistema de protección, técnica empleada, condición fisiológica de la planta y la condición ambiental (Hartmann y Kester 1995). No obstante, en el desarrollo de esta técnica con algunas especies forestales nativas amazónicas de importancia comercial, se demostró la existencia de factores específicos asociados a cada especie, como en el caso del sincronismo foliar en copa y la adecuada conservación de la vara yemera en Castaña (*Bertholletia excelsa*); la condición climática de los clones, la buena sanidad y nutrición del material en Shiringa [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.]; el bajo nivel de sombra, la juvenilidad, el diámetro de la vara yemera en Bolaina (*Guazuma crinita* Mart.); en todos los casos, también se comprobó que la destreza del injertador fue determinante en el prendimiento (Corvera *et al.* 2010, Velarde *et al.* 2010, Paredes *et al.* 2010).

Asimismo, Venturini y López (2010) manifiestan que existen variadas técnicas de propagación agámica y el injerto de púa es una de las más utilizadas en especies del género *Eu-*

calyptus. Estos mismos autores, con la especie de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. evaluaron la influencia del tipo de cobertura en injertos de púa y la incidencia de la aplicación de hormonas en la unión del injerto, encontrando que con cobertura de papel film se logran siete veces más prendimiento que con cobertura de teflón; y que es 2,5 veces más probable perder un injerto con el uso de hormona (ANA).

Por su lado Bravo y López (2016) indican que para la especie *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, la mejor época para injertar con púas, es el otoño cuando las temperaturas durante el día, en promedio, son inferiores a 14 °C; obteniéndose prendimientos entre 14 % y 54%. Asimismo, los resultados de prendimiento son variados si el material de injerto de una misma especie proviene de diferentes procedencias, aun aplicando la misma técnica de injerto. Tal es así que Kalil Filho *et al.* (2007), al realizar injertos de púa central en la especie de *Liquidambar styraciflua* L., de diferentes procedencias, obtuvieron resultados que variaron del 30 al 100 %. De la misma manera, Cabello (2012) indica que “una planta no admite cualquier injerto, tiene que haber una similitud, de lo contrario, se producirá en la planta receptora, algo parecido a un rechazo”; por lo tanto, cada especie tiene una técnica adecuada de injertar.

En razón de lo expuesto, esta investigación tiene como objetivo principal determinar las técnicas apropiadas para injertar las especies *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake e *Hymenaea courbaril* L., cuyos resultados permitan contribuir en la instalación de huertos semilleros de producción precoz y de alta variabilidad genética en instituciones públicas y privadas del sector forestal.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el vivero forestal de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, ubicado en las coordenadas de latitud 12,462854° S y longitud 69,138592°O, altitud 240 msnm; clima sub-húmedo con valores

de precipitación pluvial promedio anual que fluctúa entre 1 413 a 3 734 y una media en 47 años de 2 193,93 mm. La temperatura máxima anual fluctúa entre 29,61 a 34,68 °C con un promedio de 31,22 °C; la temperatura mínima anual oscila entre 15,01 a 22,7 °C y un promedio de 20,18 °C y una temperatura media anual que fluctúa 23,45 a 28 °C con un promedio de 23,95 (periodo 1970-2017) (Aucahuasi 2019). Con horas luz natural diaria que varían de 11 hora y 23 minutos a 12 horas y 52 minutos.

Especies estudiadas

Las especies en estudio fueron *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake (Pashaco blanco) y *Hymenaea courbaril* L. (Azúcar huayo), ambas de la familia Fabácea. Se seleccionó *S. parahyba* por ser una especie de rápido crecimiento que puede ser aprovechado para producir láminas de triplay a partir de los cinco años y madera aserrada entre los 15 a 20 años, de igual manera, la especie *H. courbaril* se seleccionó por ser una madera de buena calidad (duramen color

vino) y alta demanda, además, es escasa en los bosques naturales de la región de Madre de Dios.

Diseño experimental

El diseño del experimento fue de cuatro tratamientos distribuidos en cinco bloques completamente al azar (DBCA) a fin de eliminar la influencia de otros factores, entre ellos la variada exposición de la luz que tiene un difícil control absoluto y así eliminar el error experimental (Montgomery s. f). La cantidad de bloques consideradas fue de acuerdo a la sugerida por Elliott *et al.* (2013), de tal manera, el número combinado de bloques y tratamientos usados, tendría como resultado de por lo menos 12 grados residuales de libertad (grl) $[grl = (t-1) \times (b-1)]$. Los tratamientos fueron: T1: injerto de púa tipo inglés; T2: injerto de púa tipo hendidura simple; T3: injerto de yema tipo parche y T4: injerto de yema tipo astilla, con 30 plántones injertados por tratamiento (Figura 1 y Figura 2).



Figura 1. Porta injertos *S. parahyba* aptos para el injerto.



Figura 2. Porta injertos de *H. courbaril*, aptos para el injerto.



Figura 3. Injerto de Púa de hendidura simple cubierto con bolsa plástica para reducir deshidratación en injertos de *H. courbaril*.

Producción de porta injertos (Plantones tardíos)

Este proceso se inició con la colecta de semillas en el bosque natural (para *H. courbaril*) y la adquisición a un abastecedor local de semillas forestales (para *S. parahyba*). Luego se continuó con la preparación del sustrato, embolsado del sustrato, siembra de semilla y manejo del plantón en vivero hasta lograr las dimensiones mínimas requeridas para realizar el injerto. El sustrato utilizado fue la sugerida por Alvarado y Solano (2002) y comprendió de una mezcla de tierra orgánica, más aserrín de madera descompuesta y arena de río en una relación 1:1:1, al cual se le adicionó 4 g/l (4 kg/m³) del fertilizante de lenta liberación Basacote Plus 6M, fórmula 16-6-12 (+2+TE) (Rathgeb 2018). Se utilizaron como contenedor bolsas negras, con 16 perforaciones, de 14 cm de diámetro y 20 cm de altura (1,5 litros de capacidad). Las semillas de las dos especies, antes de la siembra directa, fueron escarificadas con un cautín eléctrico, con el que se quemó un punto para facilitar el ingreso de humedad. Los plantones, porta injertos, se manejaron en

vivero, desde la siembra hasta la conclusión del experimento; se proporcionó en forma frecuente riego por goteo (para *S. parahyba*) y por microaspersión (para *H. courbaril*). El espacio ocupado por los plantones fue cubierto con un tinglado de malla “raschel” de 45 % de sombra. El plantón para injertar fue aquel que logró un grosor aproximado de 1 cm a la altura de 10 cm de la base de la planta.

Producción de injertos

Cuando los porta injertos alcanzaron las dimensiones óptimas se procedió a obtener los ramet y ramas yemeras de las ramas plagiótropas de los árboles donantes del bosque natural y que presentaron buenas características fenotípicas; los ramet para los injertos de púa tuvieron diámetros de aproximadamente 1 cm de grosor y las ramas yemeras fueron de 2 a 3 cm. La extracción del material de injerto se realizó a primeras horas del día; para el caso de *S. parahyba*, tanto la extracción del material vegetativo como el injerto se ejecutó entre el 6 al 11 de junio del 2019, coincidente con la fase lunar cuarto creciente; mientras para *H. courbaril* la extracción y el injerto fue entre el 26 y 27 octubre del 2019, concordando con la fase de luna nueva. En la obtención de los ramet y ramas yemeras se usó un kit para trepar árboles directamente a las copas. El material extraído fue desinfectado con hipoclorito al 2 % (Mara-diaga 2017) por el tiempo de 5 minutos, luego lavados con agua destilada tres veces, seguido de un pulverizado con una solución de Benlate (Benomil 500g/kg) de 2 g/l, siguiendo el protocolo modificado de Bedoya-Pérez *et al.* (2016), luego fueron envueltos en tela gasa y puestos en cajas de tecnopor junto con paquetes de hidrogel congelado, para una mejor conservación.

Para la ejecución del injerto se contrató una persona con destreza en injertos, esto con la finalidad de reducir la influencia del factor humano en los resultados de prendimiento. En el amarre de los injertos se utilizó cintas plásticas transparentes, delgadas y con cierta elasticidad de 2 cm de ancho; adicionalmente, los injertos de púas fueron cubiertos con bolsas plásticas, para minimizar la deshidratación y darle un microclima y favoreciendo la brotación de las púas (Jacomino *et al.* 2000) (Figura 3).

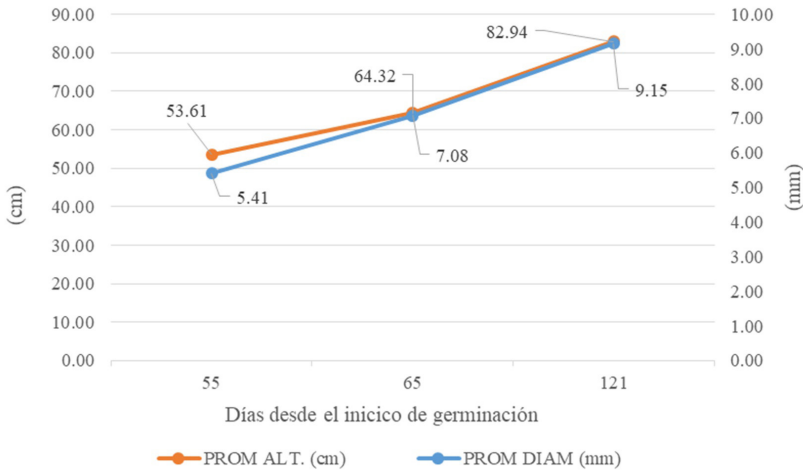


Figura 4. Desarrollo de diámetro a diez cm del suelo y la altura de *S. parahyba*, en camas de vivero, a partir del inicio de germinación.

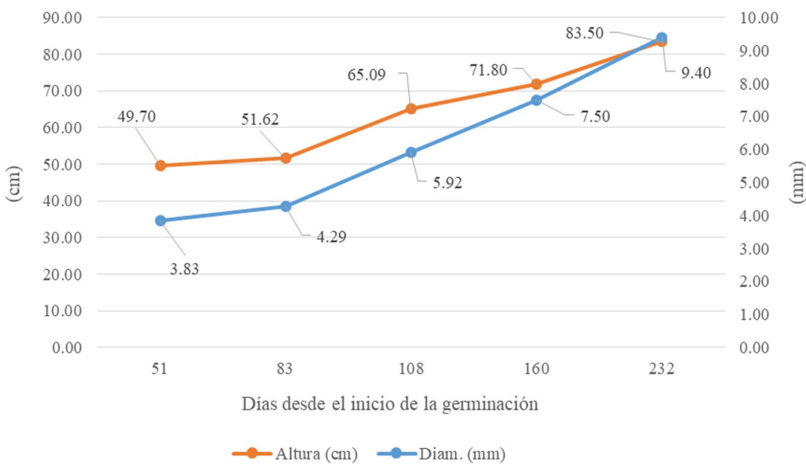


Figura 5. Desarrollo de diámetro a diez cm del suelo y la altura de *H. courbaril*, en camas de vivero, a partir del inicio de germinación.

Evaluación de prendimiento y sobrevivencia

En concordancia con el protocolo de Méndez (s.f.) a los 24 días de realizado el injerto, se eliminó los amarres en los injertos tipo parche, mas no se quitó en los injertos de púas, en este momento se realizó el conteo de los injertos prendidos o viables, siendo el indicador de viabilidad que tanto el parche o la púa se encontraban verdes, señal de que estaban vivas. De la

misma manera, la evaluación de sobrevivencia de los injertos viables se hizo en vivero a los 30 días después de retirados los amarres, el criterio para esta evaluación fue de que el injerto tenía que mantener su viabilidad es decir no estar seca o muerta. En el caso de los injertos de yema tipo parche, sobrevivientes, se procedió a podar las plantas porta injertos a los 10 cm por encima del injerto, para inducir el brote.

Tipos de Injertos	<i>Schizolobium parahyba</i>		<i>Hymenaea courbaril</i>	
	Prendimiento (*) (%)	Sobrevivencia (**) (%)	Prendimiento (*) (%)	Sobrevivencia (**) (%)
Injerto de púa tipo inglés (T1)	37	3	0	0
Injerto de púa tipo hendidura simple (T2)	67	1	0	0
Injerto de yema tipo parche (T3)	1	0	33	33
injerto de yema tipo astilla (T4)	0	0	0	0

(*) Evaluación realizada a los 24 días de ejecutado el injerto y retirado los amarres (Injertos de yema) y retirados la cubierta (injertos de púas).

(**) Evaluación realizada a los 30 días después de retirados los amarres (Injertos de yema) y retirados la cubierta (injertos de púas).

Cuadro 1. Prendimiento y sobrevivencia de injertos en las especies de *S. parahyba* e *H. courbaril* como respuesta a cuatro tipos de injerto

De acuerdo a Venturini y López (2010) los meristemas hasta los siete días ya formaron callo por lo tanto el injerto ya está prendido.

Los datos limitados, dos tratamientos con resultados irrelevantes en *S. parahyba* y el resultado de un solo tratamiento en *H. courbaril*, no permitió hacer análisis de varianza y comparación de medias.

Resultados

Producción de porta injertos (Plantones tardíos)

La germinación de *S. parahyba* fue rápida, iniciándose a los cinco días después de la siembra, a los tres días siguientes ya presentaba el 85,6 % de germinación, concluyendo a los 13 días con el 95,02 % de éxito; en cambio, *H. courbaril* inicio a germinar a los 14 días, a los nueve días después alcanzó el 70,83 % y concluyendo a los 16 días de iniciada la germinación con el 74,36 % de éxito. Los plantones de la especie de *S. parahyba*, después de los 140 días de iniciada la germinación lograron un diámetro de 9,15 mm en promedio (Figuras 4), mientras que el desarrollo de *H. courbaril*, fue de menor velocidad, alcanzando un diámetro de 9,4 mm en promedio a los 7 meses de germinadas (Figura 5).

Prendimiento y sobrevivencia de los injertos

La respuesta de prendimiento y sobrevivencia de los diferentes tipos de injertos fue variado en las dos especies, observándose que en la especie *S. parahyba* los injertos de púa tipo inglés (T1) y el de hendidura simple (T2) presentaron éxito en el prendimiento, obteniéndose un mayor prendimiento con el injerto tipo hendidura simple (67 %), pero una deficiente sobrevivencia de apenas el 3 % en los injertos T1; en tanto que en la especie *H. courbaril* fue el injerto de yema tipo parche (T3) el único que presentó prendimiento y sobrevivencia con un 33 %. Los demás tipos de injertos no presentaron resultado alguno (Cuadro 1).

El tratamiento T4, que consistió en un injerto de yemas con astilla, que es muy empleado en cítricos, en las dos especies estudiadas no tuvieron resultados, notándose ser repelidos por la planta. De los resultados se puede inferir que los injertos de púas presentan mayores tasas de prendimiento pero una deficiencia sobrevivencia para *S. parahyba*, en cambio para *H. courbaril*, fue la técnica de injerto de yema tipo parche la única que presentó prendimiento y sobrevivencia.

Discusión

El desarrollo de los porta injertos de *S. parahyba* fue óptimo lo que indica que la fertilización estuvo adecuada, habiéndose logrado a los 65 días de germinadas un diámetro en la base del plantón de 7,08 mm y una altura de 64,32 cm (Figura 4) lo que es superior al reportado por Vieira *et al.* (2006) que a los 90 días, con una fertilización 100-60-25 mg/kg de suelo, un sombreado de 50 % (cercano al utilizado en esta investigación), obtuvieron un desarrollo de 6,55 mm de diámetro en la base de la planta y una altura de 50,85 cm de altura. Respecto al desarrollo de los plantones de *H. courbaril*, también se tuvo un buen desarrollo, propio de especies de madera duras, lográndose a los 108 días después de germinadas un desarrollo de 5,92 mm de diámetro en la base y 65,09 cm de altura (Figura 5) lo que es ligeramente superior al obtenido por Duboc (1994) a los 100 días (4,46 mm diámetro en la base y 37,38 cm de altura) y con una fertilización de 125 mg/kg de N, 120 mg/kg de P, 50 mg/kg de K, 80 mg/kg de Ca, 20 mg/kg de Mg, 30 mg/kg de S, 1 mg/kg de B y 5 mg/kg de Zn.

El relativo alto prendimiento pero baja sobrevivencia de los injertos tipo púa en la especie de *S. parahyba*, así como los resultados obtenidos en *H. courbaril*, tendrían explicación en múltiples factores, entre ellos: el manejo de sombra, la hidratación, la coincidencia con fases lunares, el manejo de los ramet después de la extracción y el tiempo de espera para iniciar el injerto, como también en el nivel de fertilización de los porta injertos, entre otros. Inclusive Kalil Filho *et al.* (2007) experimentaron que el prendimiento varía dentro de una misma especie, habiendo obtenido diferentes prendimientos en injertos de *Liquidambar styraciflua* L., variando del 30 % al 100 % con la técnica de injerto de púa central (injerto de púa tipo hendidura simple).

El sombreado utilizado de 45 % probablemente haya tenido una influencia en la tasa de prendimiento y sobrevivencia, porque está reportado que el prendimiento de injertos

está relacionado a la exposición de sombra al propiciar una baja temperatura y alta humedad relativa. En este sentido, SAGARPA (2013) y Paredes *et al.* (2010) sugieren sombreamientos de 60-80 % como óptimas para injerto de empalme para la especie de *Pinus pseudostrobus* Brongn y *Guazuma crinita*.

Respecto a la influencia de las fases lunares, la mayoría de autores indican que la mejor fase lunar para injertar es el cuarto creciente y luna llena (Restrepo 2005, citado por Rosas 2019), mientras que una minoría indican que la mejor fase es la de fase de luna nueva. Tal como reporta Unaicho (2014), quien logró en Ecuador, el máximo prendimiento de injerto en cacao (95,71 %) en fase de luna nueva, seguido de luna llena y cuarto creciente. En este experimento, los injertos fueron ejecutados sin considerar las fases lunares. Sin embargo, el bajo porcentaje de sobrevivencia logrados en *S. parahyba* puede ser debido a la interacción entre los factores referidos, dado que los injertos realizados coinciden con la fase cuarto creciente, que es donde Unaicho (2014) reportó menor prendimiento en cacao, pero si tiene relativa coincidencia con el resultado logrado en la especie *H. courbaril* que fue en la fase de luna nueva.

En cuanto al manejo de los ramet, la desinfección del material vegetativo es clave en el éxito del cultivo in vitro por que libera de patógenos que interfieren en la formación de callos, la misma lógica es aplicable en el proceso de injerto. Una rama o yema desinfectada debería asegurar un mejor éxito; el hipoclorito de sodio es uno de los desinfectantes más usados en concentraciones de hasta el 3 % y que su efectividad está relacionado al tiempo de exposición, tal como reporta Campos *et al.* (2020), quienes tuvieron mejor éxito en su investigación de cultivo in vitro desinfectando material vegetativo de *Swietenia macrophylla* con hipoclorito de sodio al 3 % y una exposición de 15 minutos y que 10 minutos fueron insuficientes. En el presente estudio, sin bien la concentración fue similar el tiempo de exposición solo fue de 5 minutos, pareciendo indicar que fue totalmente insuficiente. También, dentro el

manejo, está la conservación del material vegetativo desde su extracción hasta la ejecución del injerto; como no se pueden realizar los injertos el mismo día de extracción de los ramet, debido a que los donantes estuvieron distantes de donde se realizarían los injertos (bosque natural), se tenían que conservar con frío para así disminuir la proliferación de patógenos y la actividad metabólica. Las temperaturas de conservación varían de acuerdo a especies, Sisaro y Hagiwara (2016) recomiendan entre 3 a 10°C, siendo más específico Keller *et al.* (2006), citado por Sánchez-Chiang y Jiménez (2010), quienes recomiendan temperaturas alrededor de los 4 °C para especies de clima templado y entre 10 y 15 °C para las tropicales. Los 4 °C logrados con los paquetes de gel congelado, probablemente haya contribuido en los bajos prendimientos y casi nula sobrevivencia en *S. parahyba* y el relativo éxito en *H. courbaril*. Sin embargo, en ninguno de los casos estudiados se encontró indicios de infecciones o enfermedades en los tejidos del injerto o la porta injerto. Asimismo, para lograr una mejor sobrevivencia del injerto en *S. parahyba* se debe buscar condiciones ideales de sombra y temporalidad del injerto.

Conclusiones

Basados en el porcentaje de sobrevivencia podemos indicar que ninguna de las técnicas para injertar la especie forestal *S. parahyba* (Pashaco blanco) tuvo éxito. Además, las técnicas de yema tipo parche y astilla presentaron porcentajes de prendimientos nulos.

Asimismo, para la especie forestal *H. courbaril* (Azúcar huayo) la única técnica que obtuvo resultados de prendimiento y sobrevivencia fue el injerto de yema tipo parche, y el resto de técnicas presentaron nulos resultados.

Agradecimientos

Se agradece al SERFOR-CAF, por el apoyo financiero que hizo posible, conocer qué técnica de injerto es aplicable para clonar, con miras de establecimiento de huertos semilleros de las

especies forestales de *Schizolobium parahyba* e *Hymenaea courbaril*.

Bibliografía

Alvarado, MAV; Solano, JAS. 2002. Producción de sustratos para Viveros. Costa Rica. 46 p.

Aucahuasi, ASA. 2019. Análisis de tendencias de precipitación y temperatura (1970–2017) en la ciudad de Puerto Maldonado, Perú. Para optar el grado académico de Maestro en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Escuela de Posgrado Maestría en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible. 117p.

Aparicio-Rentería, A; Viveros-Viveros, H; Rebolledo-Camacho, V. 2013. Huertos semilleros clonales: una alternativa para los programas de reforestación en Veracruz. Revista mexicana de ciencias forestales 4(20):90-97.

Bauer, G; Francis, J K. 2000. Bioecología de Arbóreas Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Gen. Tech. Rep. IITF-15. Río Piedras, Puerto Rico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. p. 492-498.

Bedoya-Pérez, JC; Sánchez-Jaramillo, CY; Bermúdez-Gómez, SM; Ramirez, SR. 2016. Estandarización de un protocolo de desinfección y establecimiento de cultivo in vitro de *Aloysia tryphilla*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 14(2):38-46.

Bravo, CV; López, JA. 2016. Ajuste de un protocolo de injertación de *Corymbia citriodora* subespecie variegata. Quebracho - Revista de Ciencias Forestales 24(1-2): 36-40. Consultado 18 jul. 2018. Disponible en https://www.redalyc.org/pdf/481/Resumenes/Resumen_48150051004_1.pdf.

Cabello, L. 2012. Fundamentos biológicos de un injerto. Consultado 17 jul. 2018. Disponible en <http://pe.globedia.com/fundamentos-biologicos-injerto>.

- Campos, JR; Arteaga, MC; Campos, SR; Chico, JR; Cerna, LR. 2020. Establecimiento de un protocolo de desinfección y micropropagación in vitro de "caoba" *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae). *Arnaldoa*, 27(1):141-156. DOI: <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27107>.
- Corvera, RG; del Castillo, DT; Suri, MP; Cusi, EA; Canal, AZ. 2010. La Castaña (*Bertholletia excelsa*), Manual de Cultivo. INCAGRO; IAP. 70 p.
- Cruz, NR; Morante, JC; Acosta, MA. 2008. Propagación Vegetativa de Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) Mediante la Utilización de Hormonas de Enraizamiento (ANA Y AIB). *Ciencia y Tecnología* 1:7-10.
- Duboc, E. 1994. Requerimientos nutricionales de especies nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang (Jatobá), *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaiba) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula). Lavras: ESAL 68 p.
- Elliott, SD; Blakesley, D y Hardwick, K. 2013. Restauración de Bosques Tropicales: un manual práctico. Royal Botanic Gardens, Kew. 344 p.
- Ferrari, MP; Grossi, F; Wendling, I. 2004. Propagação Vegetativa de Espécies Florestais. Colombo: Embrapa Florestas. Documentos, 94. 22 p.
- Gárate, MHD. 2010. Técnicas de propagación por estacas. Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Escuela Profesional de Agronomía. 157 p.
- Gil, L; Pérez-Borrego, V; Palomar, J. 1986. El injerto en los pinos. Hoja Divulgativa MAPA 20/86.
- Hartmann, H, Kester, D. 1995. Propagación de Plantas. 760 p. 2ª ed., Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. DF, México
- Jacomino, A; Minami, K; Scarpari, J; Kluge, R. 2000. Los casos de protección por injerto de mango (*Mangifera indica* L.). *Scientia Agrícola*. Piracicaba, Revista Brasileña Científica de agricultura 57 (1):1-6.
- Kalil Filho, AN; Hoffmann, HA; Wendling, J. 2007. Propagação Vegetativa de *Liquidambar* por inxertia. Colombo: Embrapa Florestas. Circular Técnica, 137. 7 p. Consultado 15 ene. 2020. Disponible en <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/313860/1/Circular137.pdf>.
- Maradiaga, R. 2017. Manual técnico para el manejo de viveros certificados de aguacate. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Unión Europea. San José, C.R.: IICA. 65 p.
- Montgomery, DC. s. f. Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición. LIMUSA S.A., Ed. Balderas 95, México D.F. 681 p.
- Paredes, O; Soudre, M; Chávez, J; Guevara, W. 2010. Propagación vegetativa de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) mediante injerto, bajo condiciones ambientales controladas. *Folia Amazónica* 19(1-2):69-77.
- Rathge, W. 2018. Basacote Plus 6 meses. Consultado nov. 2018. Disponible en <https://jardisen.cl/basacote.html>.
- Rosas, LJ. 2019. Influencia de las fases lunares y tipos de injerto en el prendimiento y crecimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Clon ICS - 95. Tesis Ingeniero Agrónomo. Tingo María, Perú. UNAS. 151 p.
- Sánchez, JZ; Ortega, UL; Majada, JG; Txarterina, KU; Miren Duñabeitia, MA. 2008. Optimización de la propagación vegetativa por estaquillado de genotipos de interés comercial de *Pinus radiata*. *Soc. Esp. Cienc. For.* 28:201-205.
- Sánchez-Chiang, N; Jiménez, VM. 2010. Técnicas de conservación in vitro para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales. *Agronomía mesoamericana* 21(1):193-205.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Mexico). 2013. Técnicas de injertado "Enchape lateral" y "Fisura terminal" en *Pinus Pseudostrobus* Lindl. Folleto técnico N° 60. 56 p.
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). 2016. Anuario Forestal 2015 «Perú Forestal en Números 2015». s.l., s.e. 218 p.

- Sisaro, D; Hagiwara, JC. 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Primera ed. Ediciones INTA. 12 p.
- Soudre, M; Cachique, D; Yepes, F; del Castillo, D; Guerra, H; Lino, K; Rio K. 2008. Bases Técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Memoria del Curso Internacional. Pucallpa 06-09 de mayo. 108 p.
- Unaicho, MN. 2014. Evaluación de prendimiento de injerto de (*Theobroma cacao* L.) del cacao trinitario utilizando la influencia lunar en el Cantón Pujili año 2012- 2013. Tesis Ingeniero Agrónomo. La Maná-Ecuador. UTC. 65 p. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3536/1/T-UTC-00813.pdf>.
- Valdés, AE; Fernández, B; Centeno, ML. 2003. Alteration in endogenous levels of cytokinins following grafting of *Pinus radiata* support ratio of cytokinins as an index of ageing and vigour. J. Plant Physiol. 160:1407-1410.
- Vargas Hernández, JJ; Bermejo Velásquez, B; Ledig, FT. 1995. Manejo de Recursos Genéticos Forestales, Segunda Edición. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco.
- Velarde, NGK; Vásquez, TZ; del Castillo, DT; Mattos, LLC. 2010. El cultivo de la shiringa en Perú. Manual. INCAGRO; IIAP. 60 p.
- Venturini, M; López, C. 2010. Propagación de árboles selectos por injerto de púas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Quebracho - Revista de Ciencias Forestales 18 (1-2):101-105.
- Vieira, AH; Locatelli, M; de França, JM; de Carvalho, JOM. 2006. Crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby sob diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. - Porto Velho: Embrapa Rondônia (Série Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Rondônia 17 p.
- Wightman, KE; Cornelius, JP; Ugarte-Guerra, LJ. 2006. ¡Plantemos Madera! Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía Peruana. ICRAF. Manual Técnico 04. Perú. 183 p.