

TRABAJO CIENTÍFICO

Crecimiento inicial de seis especies forestales nativas en el departamento de Cusco, Perú

Initial growth of six native forest species in the department of Cusco, Peru

Huamán Yaurivilca, H.¹

Recibido en julio de 2020; aceptado en octubre de 2021

RESUMEN

La deforestación anual en el Perú se ha incrementado a un ritmo veloz y se desconoce el comportamiento de las especies nativas forestales para su repoblación. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de seis especies forestales nativas en el Centro Experimental Samaniato, departamento del Cusco. El experimento se instaló bajo un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar con seis tratamientos (especies) y tres repeticiones, siendo el T1: *Colubrina glandulosa* (shaina); T2: *Cedrela odorata* (cedro); T3: *Schizolobium amazonicum* (pashaco rojo); T4: *Copaifera officinalis* (copaiba); T5: *Parkia sp* (tarun tarun) y T6: *Swietenia macrophylla* (caoba). Los parámetros evaluados fueron: altura total (HT), diámetro al ras del suelo (DARs), porcentaje de supervivencia, Incremento Medio Anual (IMA) tanto para la altura y DARs. Se realizó un análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tukey, procesados mediante el software estadístico InfoStat versión 2018p. Los resultados encontrados mostraron diferencias significativas para las variables altura total y diámetro al ras del suelo, siendo los que obtuvieron los mayores porcentajes *Schizolobium amazonicum* y *Colubrina glandulosa*. Con respecto al porcentaje de supervivencia, los mayores valores se hicieron presentes en *Schizolobium amazonicum* (71 %), *Parkia sp.* (62 %) y *Colubrina glandulosa* (60 %). Los mayores IMA para altura lo obtuvieron *Schizolobium amazonicum* (4,20 m) y *Colubrina glandulosa* (2,93 m) e IMA DARs *Schizolobium amazonicum* (6,03 cm) y *Colubrina glandulosa* (3,0 cm). Las especies Forestales *Schizolobium amazonicum* y *Colubrina glandulosa* tienen un buen comportamiento inicial con respecto a la adaptación y crecimiento rápido.

Palabras claves: Incremento Medio Anual, *Schizolobium amazonicum*, VRAEM, forestales.

ABSTRACT

Annual deforestation in Peru has increased at a rapid rate and the behavior of native forest species for repopulation is unknown. The objective of this work was to evaluate the behavior of six native forest species in the Samaniato Experimental Center, in the Department of Cusco. The experiment was carried out under a Completely Random Blocks experimental design with six treatments (species) and three repetitions, being T1: *glandulose colubrin* (shaina); T2: *Cedrela odorata* (cedar); T3 *Schizolobium amazonicum* (red pashaco); T4: *Copaifera officinalis* (copaiba); T5: *Parkia sp* (tarun tarun) and T6: *Swietenia macrophylla* (mahogany). The parameters evaluated were total height (HT), ground level diameter (DARs), survival percentage, and Average Annual Increase (IMA) for both height and DARs. An analysis of variance and multiple Tukey's comparisons were performed and then processed using the 2018p InfoStat statistical software. The results showed significant differences for total height and ground level diameter, being the highest percentages those of *Schizolobium amazonicum* and *Colubrina glandulosa*. As to the survival percentage, the highest values occurred for *Schizolobium amazonicum* (71 %), *Parkia sp.* (62 %) and *Colubrina glandulosa* (60 %). The highest IMA for height were for *Schizolobium amazonicum* (4.20 m) and *Colubrina glandulosa* (2.93 m) and IMA DARs *Schizolobium amazonicum* (6.03 cm) and *Colubrina glandulosa* (3.0 cm). Both *Schizolobium amazonicum* and *Colubrina glandulosa* showed good initial behavior concerning adaptation and rapid growth.

Key words: Average Annual Increase, *Schizolobium amazonicum*, VRAEM, forestry..

¹ Instituto Nacional de Investigación Agraria, Cusco, Perú. <https://orcid.org/0000-0001-9813-9024>
E-mail: 20190580@lamolina.edu.pe

1. INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias para la recuperación de suelos degradados son las plantaciones forestales de buen crecimiento, con plantaciones puras y mixtas con especies nativas que tienen potencial para recuperar terrenos degradados y a su vez representan una alternativa económica con beneficio para los agricultores Alice *et al.* (2004).

Actualmente se desconoce el comportamiento de especies nativas forestales en cuanto a sobrevivencia, crecimiento y productividad (Aguirre *et al.*, 2012). El comportamiento inicial de especies forestales nativas es importante ya que resulta una oportunidad para asegurar la supervivencia y evaluar especies que más se adapten a ciertos lugares garantizando el éxito de las plantaciones forestales y de esa manera disminuir pérdidas económicas (González *et al.*, 2018),

En ese sentido en Colombia se estudió el comportamiento inicial y supervivencia de *Hymenaea oblongifolia*, especie forestal nativa, encontrando para supervivencia y altura no se encontraron diferencias estadísticas significativas y con respecto al diámetro si se presentaron diferencias estadísticas significativas (Torrez-Torrez *et al.*, 2018).

Por otro lado, en Guatemala se realizó la evaluación del crecimiento de una especie forestal Pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), los resultados arrojaron que el mayor crecimiento se presentó a los 82 días y cuando este se encontraba asociado con arrayán y musgo (Bonilla-Landaverry y González-Sánchez, 2016).

Por su parte en Perú también se realizó un estudio sobre el crecimiento de la especie maderable “tornillo”, para determinar el tiempo óptimo para su trabajabilidad, recomendado el uso de esta especie a partir de los 15 años según los resultados encontrados, surgiendo como una alternativa en la gestión de plantaciones forestales (Baluarte, 2019).

En el Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro, las plantaciones forestales son administradas por propietarios privados y en mayor escala por programas estatales que entregan plantones a los productores con el fin de incrementar sus ingresos económicos por la venta de madera y de esta forma contribuir con la mitigación de las implicaciones ambientales y la mejora de la calidad de vida del productor Vraíno. Sin embargo, estas plantaciones forestales se llevan a cabo con especies sin tener conocimiento sobre el estado de domesticación, interacción con el medio ambiente, técnicas de manejo, patrón de crecimiento y comportamiento silvicultural en cuanto se refiere a parámetros dasométricos como altura, (H) diámetro (D), diámetro al ras del suelo (DARs), porcentaje de sobrevivencia e incremento media anual (IMA) (Coronado y Prato, 2018), trayendo como consecuencias plantaciones con diversas limitaciones, como rezagados por bajo crecimiento; enfermos, por ataque de diversas plagas y enfermedades; y muertos por deficiencia de nutrientes de los suelos. Por ello es necesario incrementar la investigación en múltiples aspectos de la silvicultura de las especies en estudio (González *et al.*, 2018), en ese contexto, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento inicial de seis especies forestales nativas en el departamento de Cusco.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se encuentra localizado en el Centro Experimental Samaniato de la EEA Perla del VRAEM del INIA, ubicado a 2,0 km aproximadamente del Centro Poblado Samaniato, distrito de Kimbiri, en el km 20,5 de la carretera Kimbiri - Villa Kintiarina en la provincia de la Convención, región Cusco (Figura 1). El área de estudio se caracteriza por presentar suelos deficientes en materia orgánica, suelos arcillosos y compactos y ácidos.

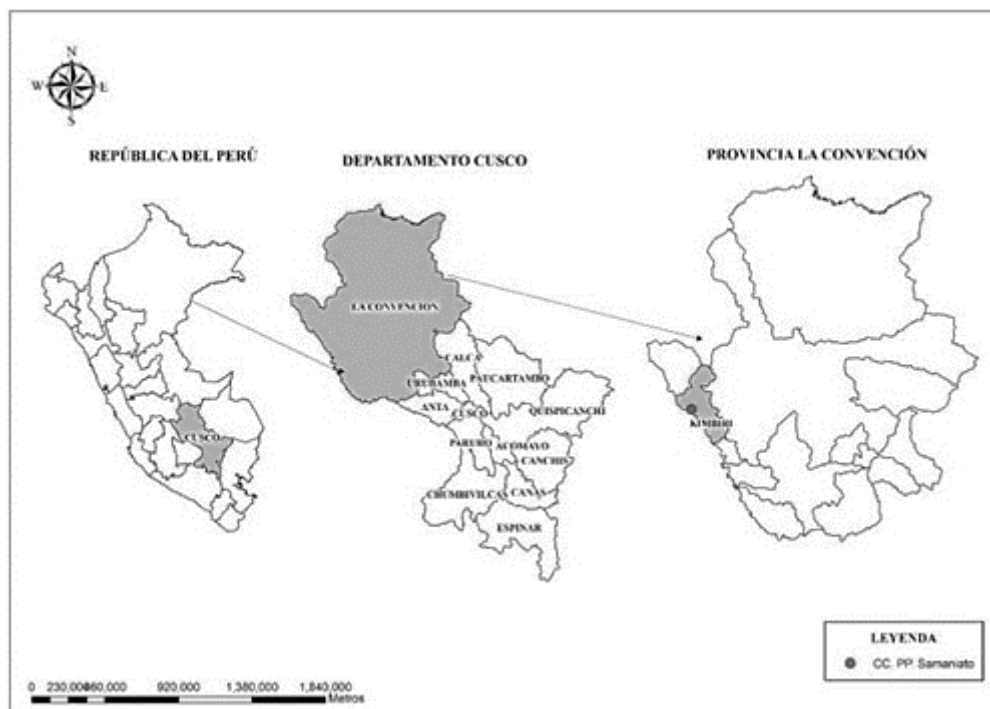


Figura 1. Localización del área de estudio

Selección de plántones

Se seleccionaron plántones que presentaron el mejor estado de vigor y sanidad; con una altura de planta de 30 cm y el diámetro de 1 cm, para ser conducidos al campo definitivo los cuales fueron: *Colubrina glandulosa* (shaina), *Cedrela odorata* (cedro), *Schizolobium amazonicum* (pashaco rojo), *Copaifera officinalis* (copaiba), *Parkia sp* (tarun tarun) y *Swietenia macrophylla* (caoba).

Preparación del terreno y apertura de hoyos

Se inició con la limpieza de todo el campo experimental para realizar el trazado y hoyado. El trazado se realizó a través del método “3-4-5” y se colocó los postes de forma lineal a 3 m x 3 m de línea y línea y 3 m x 3 m entre poste, el hoyado se realizó de manera manual con dimensiones de 30 cm ancho x 30 cm longitud x 30 cm profundidad. La plantación se llevó a cabo colocando tierra orgánica al fondo del hoyo, seguidamente se colocó la planta en el centro del mismo hoyo y se realizó una ligera compactación a fin de evitar bolsas de aire en el interior del hoyo y de facilitar la concentración e infiltración del agua.

Instalación y diseño del experimento

El establecimiento de la plantación experimental se llevó a cabo en el mes de febrero del 2016 con seis especies forestales, instaladas bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA). Cada tratamiento contó con 15 plantas y 3 repeticiones, haciendo un total de 45 plantas por cada tratamiento y 270 plantas en todo el experimento forestal.

Las especies forestales representaron los tratamientos donde T1 (*Colubrina glandulosa*), T2 (*Cedrela odorata*), T3 (*Schizolobium amazonicum*), T4 (*Copaifera officinalis*), T5 (*Parkia sp.*) y T6 (*Swietenia macrophylla*). La superficie total del experimento fue de 2218,50 m².

Parámetros evaluados en las especies maderables

Se evaluaron las siguientes variables: a) altura total de las especies (HT) en metros (m), se evaluó el comportamiento de la altura evaluado desde la superficie del suelo hasta la parte final de la copa del árbol con el transcurrir del tiempo (12, 18, 22, 24, 29 y 36 meses de edad) y una altura final; b) diámetro al ras del suelo (DARs) en centímetros, esta variable se realizó con la ayuda de una cinta métrica tomando la circunferencia al ras del suelo y se dividieron entre estos valores entre $\pi = 3,1416$ para convertirlo en diámetro al ras del suelo; c) porcentaje de sobrevivencia (%) y d) Incremento Medio Anual (IMA) que se obtuvo de la suma de los valores obtenidos al cabo de 12 meses, 24 meses y 36 meses divididos entre el número de años evaluados que en este caso fue tres años, determinando de esta manera el IMA de las variables como altura y DARs.

Análisis estadístico

Se realizaron las pruebas de Shapiro Wilk para contrastar la normalidad de los datos y la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas para las variables: altura total de las especies, diámetro al ras del suelo, porcentaje de sobrevivencia, incremento medio anual para DARs, Incremento Medio Anual para altura, una vez contrastada estos supuestos se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias significativas a nivel de bloques y tratamientos y la comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para ver diferencias entre tratamientos. Los datos fueron analizados con el software Infostat versión 2018p (Di Rienzo *et al.*, 2011).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura total de las especies (HT)

Los resultados encontrados a lo largo del crecimiento en el tiempo para la variable altura de planta (m), de las especies forestales durante 8 evaluaciones (2, 4, 12, 18, 22, 24, 29 y 36 meses de edad) indicaron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$). A los 12 meses de edad la especie *Colubrina glandulosa* obtenía una mayor altura con 2,6 m comparativamente al *Schizolobium amazonicum* con una altura de 2,5 m. A partir del mes 18 *Schizolobium amazonicum* inicia un mayor crecimiento de altura con respecto a las demás especies obteniendo un significativo crecimiento a los 29 y 36 meses de edad (Figura 2), este tipo de comportamiento en alturas se debe a que esta especie tiene un rápido crecimiento con potencial forestal y por ser una especie con gran ventaja de adaptabilidad (Baptista *et al.*, 2018).

La altura final corresponde al mes 36 de evaluación donde se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) para las 6 especies evaluadas. La especie *Schizolobium amazonicum* y *Colubrina glandulosa* alcanzaron los valores más altos 12,58 m y 8,76 m respectivamente comparados con las demás especies como *Parkia sp.*, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Swietenia macrophylla* y *Copaifera officinalis* (Figura 3a y 3b). Estos resultados que sobresalen en crecimiento se deben a que son especies nativas de selva alta, adaptadas a condiciones ambientales de clima y suelos característicos de bosques secundarios donde se encuentra instalada el experimento forestal, estos resultados son similares a lo obtenido por Rondon (2002) quien evaluó árboles de *Schizolobium amazonicum* obteniendo una altura promedio de 4,0 m a los 18 meses de edad.

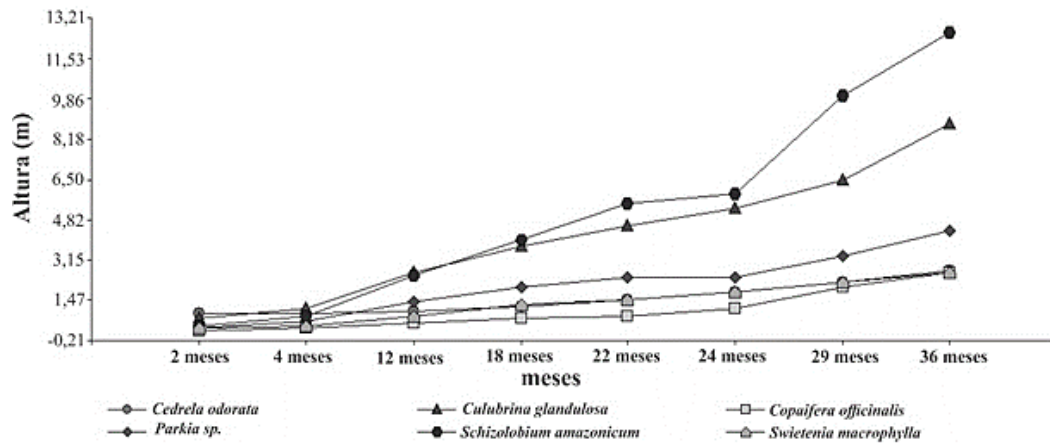


Figura 2. Curva de crecimiento de altura (m) de seis especies forestales durante 8 evaluaciones.

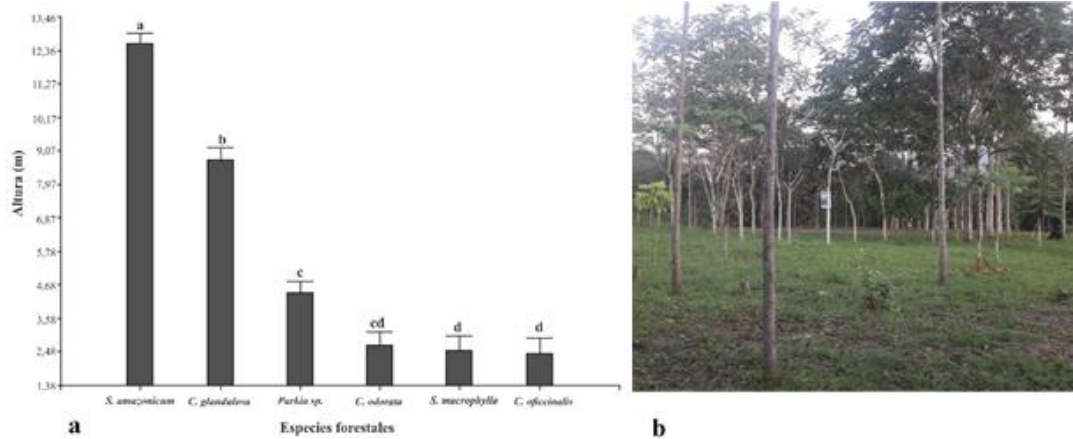


Figura 3. a. Crecimiento de altura (m) de seis especies forestales a 36 meses de edad, b. Experimento forestal en la localidad Samaniato, distrito Kimbiri – VRAEM.

Diámetro al ras del suelo (DARs)

Los resultados obtenidos referentes al crecimiento de Diámetro al Ras del suelo de las seis evaluados durante 36 meses mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$) entre especies forestales, donde *Schizolobium amazonicum* obtuvo el mayor crecimiento en DARs con 9,20 cm, seguido de *Colubrina glandulosa* 5,79 cm, *Parkia sp.* con 5,35 cm y el menor valor fue obtenido por *Copaifera officinalis* con 2.19 cm (Figura 4). Esta diferencia entre especies se debe a sus características genotípicas y fenotípicas diferentes, donde *Schizolobium amazonicum* tiene mejor adaptación y comportamiento en ambientes naturales (Fontana *et al.*, 2020).

Los resultados encontrados para esta variable a los 36 meses de edad mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$), siendo la especie *Schizolobium amazonicum* la que obtuvo el mayor valor con 18,10 cm de DARs seguidamente de *Colubrina glandulosa* y *Parkia sp.* con 8,99 cm y 8,92 cm respectivamente. Finalmente, tres especies compartieron características similares con respecto al DARs siendo *Swietenia macrophylla*, *Copaifera officinalis* y *Cedrela odorata* con 4,14 cm, 4,08 cm y 3,96 cm respectivamente (Figura 5). Esto se debe a la correlación que presentan entre la dimensión de la copa, diámetro a la altura de pecho y altura total del forestal para una especie dada (Pérez *et al.*, 2017) como es el caso de la especie de *Schizolobium amazonicum* observándose que a mayor copa del árbol mayor es el DARs.

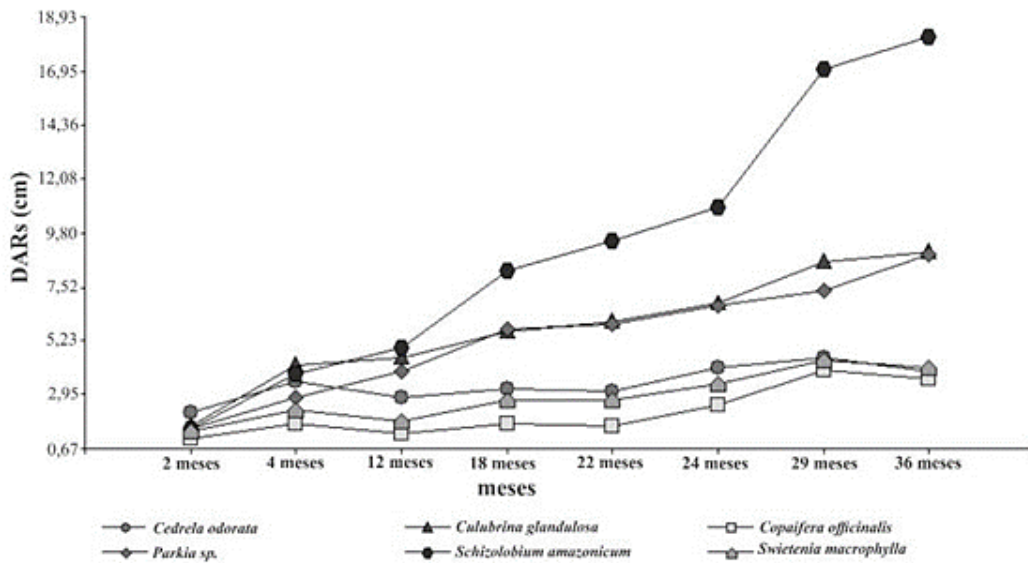


Figura 4. Curva de crecimiento de diámetro al ras del suelo (DARs) (cm)

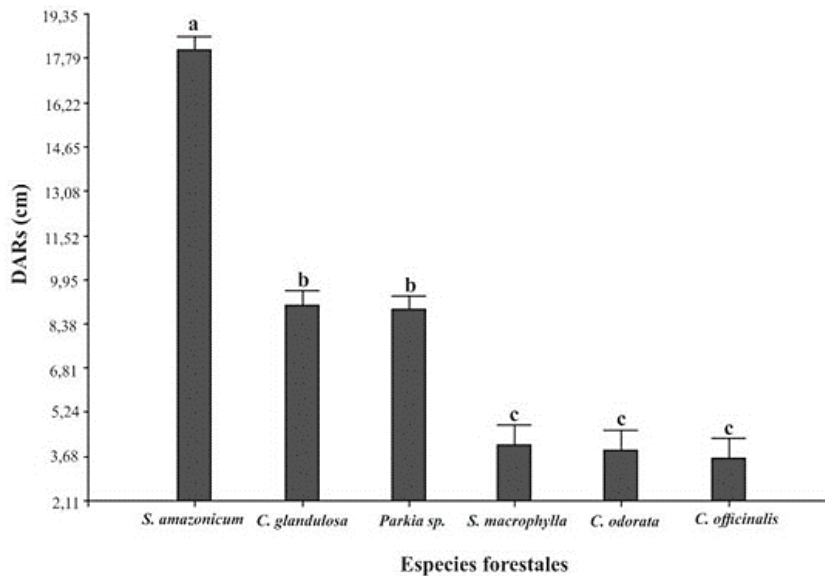


Figura 5. Diámetro al Ras del Suelo (DARs) (cm) de seis especies forestales a 36 meses de edad.

Porcentaje de sobrevivencia

En general, el porcentaje de sobrevivencia mostró que está relacionado directamente a los resultados biométricos de altura y diámetro al ras del suelo. Donde los mayores valores de altura y DARs obtenidos por las especies *Schizolobium amazonicum*, *Parkia sp* y *Colubrina glandulosa* también obtienen los mayores porcentajes de sobrevivencia con 71 %, 62 % y 60 % respectivamente. La sobrevivencia obtenida por *Schizolobium amazonicum* sería catalogado como aceptable, como lo manifiestan Aguirre y León (2012), que supervivencias superiores a 70 % pueden ser consideradas aceptables y, que las especies han superado el estrés de la plantación, demostrando el nivel de adaptabilidad a las condiciones de sitio donde están plantadas. De forma similar los menores valores biométricos fueron obtenidos por las especies *Cedrela odorata*,

Swietenia macrophylla y *Copaifera officinalis* con menores porcentajes de sobrevivencia con 47%, 29 % y 29 % respectivamente a 36 meses de edad.

Uno de los factores que afectaron el porcentaje de sobrevivencia para las especies *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* es el ataque de la polilla *Hypsiphylia grandella*. Así mismo, los factores que afectaron la sobrevivencia de la especie *Copaifera officinalis* fueron las condiciones adversas de clima y suelo ya que es característico de bosque húmedo tropical.

Incremento Medio Anual (IMA) para altura

La comparación de los valores encontrados para IMA altura en las 6 especies estudiadas mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), los mayores IMA variable altura se registró para *Schizolobium amazonicum* con 4,20 m, seguido de *Colubrina glandulosa* con 2.93 m y *Parkia sp.* con 1,47 m (Figura 6). Los menores valores de IMA variable altura corresponden a las especies *Acrocarpus fraxinifolius*, *Copaifera officinalis* y *Swietenia macrophylla* con 0,90 m; 0,87 m; 0,87 m respectivamente. El IMA en altura de las seis especies establecidas en el año 2016 demuestran gran variación en su incremento, así en el año 2018 cuatro especies presentan bajos valores de IMA y dos especies destacan en su IMA (valores altos); este resultado confirma lo expuesto por Arias (2004), quien indica que el crecimiento se ve afectado por las características genéticas de la especie, la calidad del sitio y la densidad de la plantación. Las distintas condiciones biofísicas encontradas en los sitios del establecimiento de las especies forestales influyen en el Incremento Medio Anual (González-Rojas *et al.*, 2017).

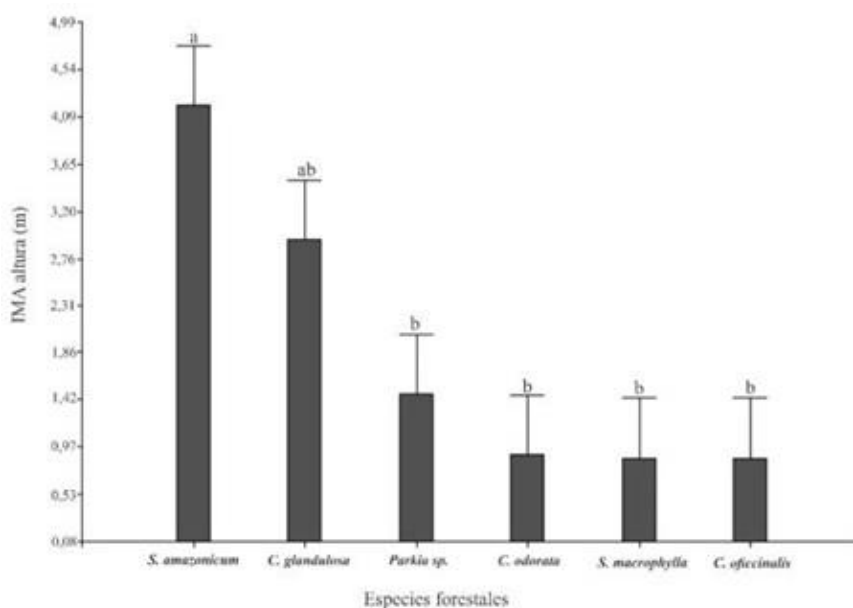


Figura 6. Incremento Medio Anual (IMA) de altura (m) de 6 especies forestales en la localidad de Samaniato, distrito de Kimbiri - VRAEM.

Incremento IMA para DARs

Los valores reportados para las 6 especies evaluadas mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,001$), los mayores valores corresponden a las especies *Schizolobium amazonicum* con 6,03 cm seguido de las especies *Colubrina glandulosa* y *Parkia sp.* con 3,0 cm y 2,97 cm respectivamente. Los menores valores de IMA DARs corresponden a *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* con 1,43 cm y 1,37 cm respectivamente y finalmente *Copaifera officinalis* obtiene el valor más bajo con 1.2 cm (Figura 7). Aguirre *et al.* (2014) da a conocer que la especie *Swietenia macrophylla* obtiene un IMA de altura de 0,92 m y un DAP de 1,10 cm; este resultado concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación. En la presente investigación los mejores valores fueron para los primeros años lo que se corrobora con lo

mencionado por León-Sánchez *et al.* (2016) quienes mencionan el diámetro de una especie forestal tiene un aumento lineal y comienza a disminuir su ritmo de crecimiento en una etapa superior (mayor edad).

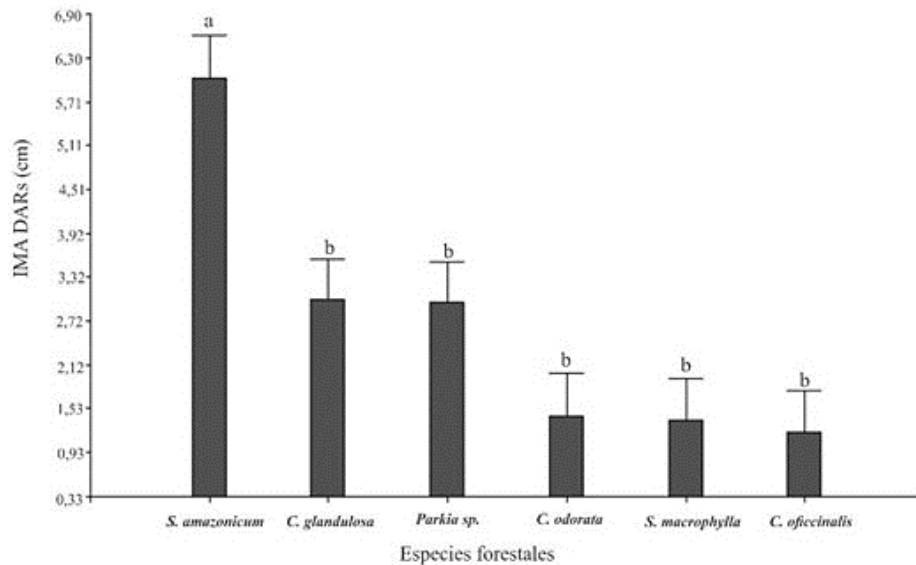


Figura 7. Incremento Medio Anual (IMA) de Diámetro al Ras del suelo (DARs) (cm) de 6 especies forestales.

4. CONCLUSIONES

El resultado encontrado en el comportamiento inicial de las 6 especies evaluadas a los 3 años de edad, indicó que existen diferencias estadísticas significativas en los parámetros evaluados como altura total, Diámetro al Ras del Suelo, porcentaje de supervivencia, Incremento Medio Anual con respecto a altura y Diámetro al Ras del suelo, siendo las especies con mejores parámetros *Schizolobium amazonicum* (pashaco rojo) y *Colubrina glandulosa* (shaina) en relación a las demás especies evaluadas que no lograron un crecimiento y desarrollo adecuado debido a diversos factores adversos como clima, suelo y ataque de plagas.

Los estudios de comportamiento inicial de las especies forestales se tornan importantes en áreas y especies poco conocidas, ya que sólo de esa manera se conoce a qué especies responder mejor a las características donde fueron plantadas. Es necesario realizar trabajos de investigación referidos a la aplicación de tratamientos de fertilización para lograr un crecimiento adecuado y de esta manera evitar y/o reducir esfuerzos e inversiones forestales fallidas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, N.; L. Ordóñez y R. Hofstede. 2012. *Comportamiento inicial de especies forestales plantadas en el Páramo*. [en línea]. Fecha de consulta: Junio 2020. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Nikolay_Aguirre/publication/260059128_COMPORTEMIENTO_INICIAL_DE_ESPECIES_FORESTALES_PLANTADAS_EN_EL_PARAMO/links/0deec52f3c3e63071d000000/COMPORTEMIENTO-INICIAL-DE-ESPECIES-FORESTALES-PLANTADAS-EN-EL-PARAMO.pdf
- Alice, F.; F. Montagnini; M. Montero 2004. Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies forestales en la estación biológica la selva, Sarapiquí, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(2):61-71.

- Aguirre, M. Z.; O. T. Gaona; y H. B. Palacios. 2014. Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista CEDAMAZ* 4 (1):62-75.
- Aguirre, Z. y N. León. 2012. Conocimiento inicial de la fenología y germinación de diez especies forestales nativas en el Padmi, Zamora Chinchipe. *Revista CEDAMAZ* 2 (1):63-72.
- Arias, D. 2004. Estudio de las relaciones altura - diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. *Revista Forestal Kurú* 1(2):1-11.
- Baluarde, J. 2019. El control de calidad de la madera de plantaciones, una alternativa para alentar el cultivo de árboles de especies forestales maderables, estudio de caso de *Cedrelinga catenaeformis* "tornillo". *Revista del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana* 28 (1):43-51.
- Baptista, G.; B. Rocha; J. Oliveira, D. Ransolin. 2018. Physical and mechanical properties of juvenile *Schizolobium amazonicum* wood. *Revista árbore* 42 (1):1-9.
- Bonilla-Landaverri, G. A. y S. Y. Gonzales-Sánchez. 2016. Evaluación del crecimiento e Pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) a través de plantas nodrizas. *Ciencia, Tecnología y Salud* 3 (2):1-10.
- Coronado, R. A. y A. I. Prato. 2018. Identificación y crecimiento inicial de especies forestales usadas para el curado de Tabaco Virginia. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 10 (51):68-85.
- Fontana, M. L.; V. R. Pérez y C. V. Luna. 2020. Efecto de la procedencia sobre el comportamiento productivo de *Prosopis alba* en plantación. *Acta agronómica* 69 (1):68-74.
- González, M. V.; V. H. Eras; J. Moreno; C. Valarezo. 2018. Comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas de bosque seco, en un huerto semillero en la Estación Experimental Zapotepampa, provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero* 8(1):1-16.
- González-Rojas, M.; R. Murillo-Cruz; E. M. Virgilio-Fiho y C. Ávila-Arias. 2017. Influencia de factores biofísicos y de manejo en el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en asocio con café en Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana KURÚ* 15 (36):46-58.
- León-Sánchez, M. A., Reyes-Pozo, J. L., Herrero-Echevarría, G. y Pérez-León, V. E. 2016. Efecto de la fertilización sobre el crecimiento en diámetro y altura de *Pinus caribaea* en plantaciones del occidente de Cuba. *Madera y bosques* 22 (3): 87-101.
- Nepstad D. C.; C. M. Stickler; B. Soares-Filho y F. Merry. 2008. Interacciones entre el uso del suelo, los bosques y el clima en el Amazonas: perspectivas de un punto de inflexión en el bosque a corto plazo. *Transacciones filosóficas de la Royal Society Biological Sciences* 363 (1498):1737-1746.
- Pérez, Y. L.; R. Reyes y C. Ríos. 2017. Variables dasométricas relacionadas con la productividad de *Acacia mangium* Willd. *Revista Centro Agrícola* 44 (2):14-21.
- Rondon, E. V. 2002. Producao de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Hubert) Ducke sob diferentes espacamentos na regio de mata. *Revista Árvore* 26 (5):573-576.
- Tiria, L. N.; J. S. Bonilla; C. A. Bonilla. 2018. Transformación de las coberturas vegetales y uso del suelo en la llanura amazónica colombiana: el caso de Puerto Leguizamo, Putumayo (Colombia). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 27 (2):286-300.
- Torrez-Torrez, J. J.; H. H. Medina-Arroyo y M. Martínez-Guardia. 2018. Germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea oblongifolia* Huber en el municipio de Istmina, Chocó, Colombia. *Entramado* 28(2):230-242.
- Di Rienzo, J.; F. Casanoves; M. Balzarini; C. Robledo. 2011. InfoStat Software Estadístico versión 2011. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

