



Comportamiento de *Alnus nepalensis* D. Don en asocio con tres especies forestales *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blaque, *Swietenia macrophylla* King, y *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. bajo sistema agroforestal

Behavior of *Alnus nepalensis* D. Don in association with three forest species *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blaque, *Swietenia macrophylla* King, and *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. under agroforestry system

Hugo Vallejos^{1*}, Mario Añazco¹, María Vizcaino¹, Hugo Paredes¹ y Jonathan Ruiz¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ecuador; Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal

* Correspondencias: hvvallejos@utn.edu.ec

hvallejos@utn.edu.ec, mjanazco@utn.edu.ec, mivizcaino@utn.edu.ec, hparedes@utn.edu.ec jpruiz@utn.edu.ec

Rec.: 13.04.2019. Acept.: 17.01.2020.

Publicado el 30 de junio de 2020

Resumen

La disminución de las fuentes que proveen madera en Ecuador como son los bosques naturales, se están reduciendo y con ello se hace necesario encontrar nuevas e innovadoras alternativas para el manejo silvicultural de especies forestales. Las tecnologías agroforestales ofrecen una producción sostenible de bienes y servicios entre estos productos madereros. El objetivo de la presente investigación fue estudiar el comportamiento de las especies forestales *Alnus nepalensis*, *Schizolobium parahyba*, *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* en asocio con tres especies frutales perennes: *Citrus lemon*, *Citrus aurantifolia* y *Annona muricata*, bajo un arreglo agrosilvícola. El estudio se realizó en la comunidad Santa Marianita de Caliche, cantón Mira, provincia del Carchi. El diseño experimental utilizado fue bloques alzar con tres repeticiones, se estableció el ensayo en hileras intercaladas entre especies forestales y frutales; se realizaron evaluaciones mensuales de las variables: sobrevivencia, altura, diámetro basal y se determinó el incremento corriente anual (ICA). La información se analizó utilizando estadística descriptiva, prueba de *t* de Student, frecuencias, regresión y correlación. Las variables analizadas se consideran en su mayoría homogéneas con tendencia a distribución normal; los coeficientes *r* y *r*² permiten inferir que las especies presentan un crecimiento proporcional. En sobrevivencia, crecimiento en altura, diámetro basal e incremento corriente anual *A. nepalensis* presenta los mejores resultados. A partir de la prueba de *t* de Student se determinó que el comportamiento de las cuatro especies forestales es estadísticamente muy diferente, sin embargo, existiendo diferencias en las tasas de crecimiento se evidencia que las cuatro especies forestales presentan una tendencia de crecimiento lineal.

Palabras claves: Comportamiento, sistema agroforestal, manejo silvicultural.

Abstract

The decrease in the sources that provide timber in Ecuador, such as natural forests, is being reduced and with this it is necessary to find new and innovative alternatives for the management of forestry of forest species. Agroforestry technologies offer sustainable production of goods and services among these wood products. The objective of this research was to study the behavior of the forest species *Alnus nepalensis*, *Schizolobium parahyba*, *Swietenia macrophylla* and *Cordia alliodora* in association with three perennial fruit species: *Citrus lemon*, *Citrus aurantifolia* and *Annona muricata*, under an agrosilvicultural arrangement. The study was conducted in the Santa Marianita community of Caliche, Mira canton, province of Carchi. The experimental design used was blocks with three repetitions, the trial was established in rows interspersed between forest and fruit species; Monthly evaluations of the variables were performed: survival, height, basal diameter and the annual current increase (ICA) was determined. The information was analyzed using descriptive statistics, Student's *t*-test, frequencies, regression and correlation. The variables analyzed are considered mostly homogeneous with a tendency to normal distribution; the coefficients *r* and *R*² allow to infer that the species have a proportional growth. In survival, growth in height, basal diameter and annual current increase *A. nepalensis* presents the best results; From the Student's *t*-test it was determined that the behavior of the four forest species is statistically very different, however there are differences in the growth rates it is evident that the four forest species have a linear growth trend.

Keywords: Behavior, Agroforestry System, Forestry Management

Introducción

Los problemas globales y regionales tales como el impacto del cambio climático, pobreza y deforestación no son ajenos al Ecuador Continental (Montagnini, *et al.*, 2015); los sectores más afectados son la agricultura, ganadería y silvicultura y por ende las personas cuyos medios de vida depende de estas actividades.

En lo que respecta a la silvicultura, la fuente histórica que ha proveído madera son los bosques naturales, según la FAO (2010) “la madera proveniente de [estos] bosques naturales es cada vez más escasa”. Mejía y Pacheco (2013) señalan que en Ecuador los bosques naturales aportan con el 12% de la madera aprovechada, las plantaciones forestales el 65%, otras formaciones 2% y los sistemas agroforestales el 21%.

Según Detlefsen & Somarriba (2012): “Los sistemas agroforestales entendidos como la inclusión de árboles en diversos arreglos dentro de las fincas, han sido promovidos por los productores a nivel mundial para reducir la deforestación y la pobreza. El componente leñoso es común en las fincas por la variedad de productos y servicios que provee a las familias rurales (madera, leña, fruta, forraje, medicina, resina, sombra) y conservación del suelo y el agua (p.10)”.

En las cuatro regiones naturales del Ecuador se han desarrollado varias tecnologías agroforestales, una de las más antiguas y aún vigente es la “*Chakra*”, sistema agroforestal tradicional muy diverso (Torres *et al.*, 2018; Vera *et al.*, 2017; Torres *et al.*, 2015), cuyo sistema forma parte de la cosmovisión indígena en la Amazonía (Coq-Huelva *et al.*, 2017). La *chakra* como sistema se caracteriza por la asociación de grupos de especies como por ejemplo: especies comerciales como el cacao *Theobroma cacao* y café *Coffea canephora*; frutales con mucho potencial, como el achotillo *Nephelium lappaceum* L., caimito *Chrysophyllum cainito* L., carambola *Averrhoa carambola* L., chirimoya *Annona cherimola* Mill., chontaduro *B. gasipaes*, ciruelo *Prunus cerasifera* Ehrh., fruta de pan *Artocarpus altilis* [Parkinson] Fosberg, guaba *Inga edulis* Mart., guanabana *Annona muricata* L., lima *Citrus x aurantifolia* [Christm.] Swingle, mandarina *Citrus reticulata* Blanco, pomarrosa *Eugenia malaccensis* L. y zapote *Matisia cordata* Bonpl (Vargas *et al.*, 2018); forestales tipo lurel *Cordia alliodora*, cedro *Cedrela odorata*, chuncho *Cedrelinga cateniformis* y doncel *Otoba* sp. (Virginio *et al.*, 2014).

El aliso *Alnus* sp. es una especie ampliamente distribuida en América, principalmente, en zonas de media y alta montaña, desde México hasta el norte de Argentina. Tres subespecies están ampliamente distribuidas en Latinoamérica: *A. acuminata* spp.

acuminata a través de los Andes, desde el oeste de Venezuela hasta el noroeste de Argentina, *A. acuminata* ssp. *arguta*, en Centroamérica, desde la Sierra Madre en el sur de México hasta el sureste de Panamá; y *A. acuminata* ssp. *glabrata*, en el centro, noreste y sur de México (Penagos, 2005).

En el Ecuador *Alnus nepalensis*, muestra un crecimiento precoz en altura durante su edad juvenil, a los tres años registra su máximo incremento medio anual (IMA) que es de 2.73 m., mientras que en el período entre el tercer año y el séptimo presenta un crecimiento constante de 2.66 m/año. El mayor IMA de crecimiento diametral es de 5.50 cm. durante el octavo año, lo cual coincide con la edad donde el ritmo de incremento en altura empieza a desacelerarse. El análisis dasométrico permite concluir que el crecimiento de *Alnus nepalensis* en Ecuador es superior al alcanzado en otros países, incluido Nepal, de donde es originaria la especie (Añazco *et al.*, 2018).

Flinta (1960), menciona que, aunque se han establecido plantaciones de *Swietenia macrophylla* King en varios países a espaciamientos de 2-3 m entre árboles, las plantaciones puras generalmente no son recomendables en esta especie, especialmente en áreas donde se esperan ataques severos del barrenador. Hay evidencias de que la presencia de sombra lateral reduce el daño de la plaga, de manera que se puede recurrir a varias opciones, entre ellas: mezcla con otras especies arbóreas de crecimiento más rápido (ejemplo: género *leucaena*); plantación en hileras dentro de bosquetes jóvenes; eliminación de malezas a lo largo de las líneas de plantación, dejando una franja con malezas en el centro, para permitir el desarrollo de barreras naturales entre las hileras de los árboles.

S. macrophylla puede establecerse en combinación con cultivos agrícolas anuales o perennes (café, cacao), con espaciamientos amplios de hasta 15x15 m, dependiendo del cultivo y los objetivos. Los insumos y cuidados al cultivo agrícola además benefician a los árboles, los cuales pueden crecer más rápidamente y superar la fase de susceptibilidad al barrenador en menor tiempo.

En varias regiones del país, *S. macrophylla* se ha naturalizado y algunos silvicultores la prefieren al cedro (*Cedrela* spp.), por ser menos atacada por el barrenador de los brotes, al menos dentro del bosque (Álvarez y Varona, 2006). Dependiendo del crecimiento en altura, diámetro, forma y tamaño de la copa, los árboles se pueden asociar con varias especies o cultivos, de esto dependerá el distanciamiento y la cantidad de árboles a establecer; la selección de la especie es importante, para lo cual se definen algunos criterios: a) especies arbóreas nativas, es decir que se desarrollen en la zona y conocidas por los beneficiarios, b) las especies

deben ser compatibles con los cultivos agrícolas, c) preferentemente especies leguminosas con el propósito de incorporar nitrógeno al suelo, d) especies de rápido crecimiento y alta capacidad de rebrote. Esto permite lograr el uso racional de todos los elementos que conforman el sistema establecido (Ramírez, 2005).

Bajo el contexto de los sistemas agroforestales (SAF), el presente estudio analiza el asocio de *Alnus nepalensis*, *Schizolobium parahyba*, *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* con especies frutales perennes de naranja *Citrus lemon*, limón *Citrus aurantifolia*, guanábana *Annona muricata*, con el objeto de proporcionar información silvicultural sobre la dinámica y el comportamiento de estas especies bajo condiciones ambientales y distribución espacial en la zona tropical de la provincia del Carchi Ecuador.

En sistemas agroforestales (SAF's) de Centro y Sudamérica un 77 % de la madera que se extrae corresponde a *C. alliodora* asociada a cultivos de plátano *Musa* sp., cacao *T. cacao* y Café *Coffea arabica*. Escalante y Somarriba (2001) señalan que, en El Salvador *C. alliodora* forma parte del 14 % del total de especies arbóreas que conforman el dosel en cafetales con densidades de hasta seis árboles/ha.

Pineda *et al.*, (2018), indican que en Oaxaca - México se obtuvo un crecimiento diamétrico promedio de 0.17 cm en 10 meses de *C. alliodora* (Ruiz & Pav.) y las categorías diamétricas que más crecieron fueron las de 5 y 15 cm ($p \leq 0.01$); los árboles con copas escasa y parcialmente iluminadas crecieron significativamente más ($p \leq 0.01$) que aquellas totalmente iluminadas. La temperatura se correlacionó positivamente ($p \leq 0.01$) con el crecimiento de las categorías 5, 15, 20 y 25 cm. El crecimiento no se relacionó proporcionalmente con el tamaño de los árboles. La temperatura promedio determinó un patrón estacional del crecimiento en diámetro.

En el estado de Pará, en la Amazonía brasileña, las plantaciones forestales y agroforestales con especies nativas están en aumento. La disponibilidad de áreas perturbadas y la presión mundial para preservar la selva de la Amazonía, han permitido la implantación de monocultivos y sistemas agroforestales; la especie arbórea *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* es la más utilizada. Cordeiro *et al.*, (2009) observaron que estos sistemas generan beneficios ecológicos y aumentan la oferta de madera para reforestación y los ingresos de los pobladores que manejan las áreas cultivadas; por lo que son una alternativa para restablecer zonas con grados diferentes de degradación y áreas abandonadas por la agricultura nómada.

Castro *et al.*, (2015), en Pará – Brasil con base en el estudio de “Crecimiento del *schizolobium parahyba* var. *amazonicum* cultivado en presencia de *Ananas comosus*

var. *Erectifolius*”, encontraron que la tasa semestral de crecimiento de la altura y DAP de *S. parahyba* var. *amazonicum* fue mayor en los dos primeros años, y siguió con una tendencia de crecimiento lento y continuo durante los 36 meses de estudio. El efecto positivo de la presencia de *A. comosus* var. *erectifolius* se observó en el crecimiento de las plantas de *S. parahyba* var. *amazonicum*.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la comunidad “Santa Marianita de Caliche”, parroquia Jijón y Caamaño, cantón Mira, provincia del Carchi a 78° 15.381' longitud W y 0° 48.260' de latitud N; a una altitud de 1190 m.s.n.m. con una precipitación promedio de 1950 milímetros al año, la temperatura oscila entre los 25 a 30 ° C (Figura 1).

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron: matriz de toma de datos, estacas de madera, brújula, cinta métrica, calibrador, machete, hoyadora.

Las especies forestales y frutales fueron seleccionadas tomando en cuenta los requerimientos edáficos, climáticos y altitudinales; siendo las especies forestales: aliso *Alnus nepalensis*, pachaco *Schizolobium parahyba*, laurel *Cordia alliodora*, caoba *Swietenia macrophylla*; y las especies frutales: limón *Citrus lemon*, naranja *Citrus aurantifolia* y guanábana *Annona muricata*.

Se aplicó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, utilizando 264 individuos, 90 forestales y 174 frutales de las especies antes expuestas en un área de 800 m²; su distribución en campo fue en hileras intercaladas entre especies forestales y frutales con un distanciamiento de cinco metros entre estas; el distanciamiento entre los individuos forestales fue de cinco metros, mientras que entre individuos frutales fue de siete metros (Figura 2). Las variables que se midieron durante 12 meses fueron: sobrevivencia, altura, diámetro basal y con este último se calculó el incremento corriente anual (ICA).

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva, análisis de distribución de frecuencias regresión y correlación, se determinó el incremento corriente anual (ICA), la prueba de *t* de Student, con un software libre.

Resultados y discusión

La sobrevivencia presentó distintos valores entre las especies forestales al finalizar el primer año desde la plantación, *Alnus nepalensis* registro 96%, *Schizolobium parahyba* 90%, *Swietenia macrophylla*

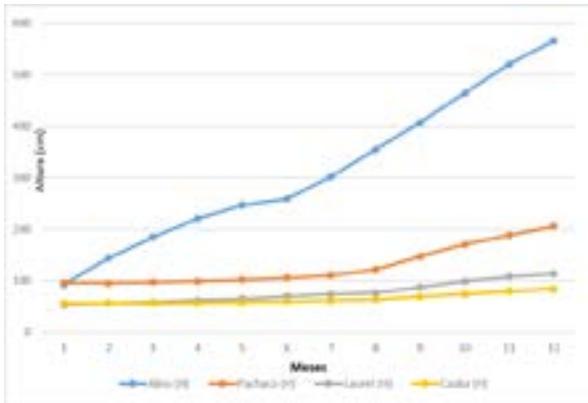


Figura 3. Crecimiento en altura (cm) de cuatro especies forestales (Aliso, Pachaco, Laurel, Caoba) en arreglo agroforestal

creció 2.73 m en altura cada año; este crecimiento en altura se puede atribuir a que *A.nepalensis* se adapta mejor en sitios de mayor precipitación y temperatura, de preferencia en sitios denominadas de transición y nublados, esto por ser una especie de rápido crecimiento y necesita condiciones adecuadas para cumplir su ciclo productivo, los resultados demuestran que esta especie es una opción para estos sitios, que puede ser ubicada en sistema agroforestal y silvopastoral brindando servicios ecosistémicos y maderables a corto y mediano tiempo.

El crecimiento a nivel del diámetro basal entre las especies forestales también mostró ser diferente, el comportamiento del aliso *A. nepalensis* fue superior presentando un crecimiento de 8.95 cm de diámetro basal al finalizar el primer año de establecido el sistema agroforestal, *S. parahyba* alcanzó 4.0 cm, *C. alliodora* 2.07 cm y *S. macrophylla* 2.40 cm (Figura 4).

De acuerdo al análisis estadístico, las variables analizadas se consideran homogéneas en *S. macrophylla*, *S. parahyba* y *A. nepalensis*, mientras que *C. alliodora*, en diámetro basal es heterogéneo. El análisis de regresión lineal entre la altura y diámetro basal registraron coeficientes de correlación entre 0.983 – 0.998 y R^2 entre 0.967 – 0.996; que permiten inferir que las especies presentan un crecimiento proporcional entre las dos variables (Figura 5).

Aunque existen diferencias en las tasas de crecimiento, se evidencia que las cuatro especies forestales presentan una tendencia de crecimiento lineal, debido a que se trata de un crecimiento inicial. El incremento corriente anual (ICA) de altura total y diámetro basal de las especies estudiadas forestales resultó entre 30.057 – 473.272 cm. donde se destaca *A. nepalensis* con una mayor tasa de crecimiento durante el periodo de tiempo estudiado (Figura 6).

Según Castro *et al.* (2015), el crecimiento a los tres años de *Schizolobium parahyba* es de 7.12 m de altura y 9.86 cm de DAP, en asocio con *Ananas comosus*

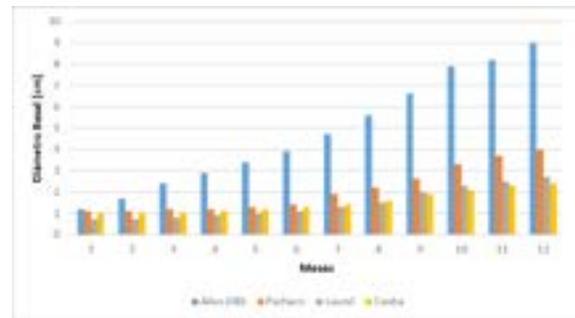


Figura 4. Crecimiento en diámetro basal (cm) de cuatro especies forestales (Aliso, Pachaco, Laurel, Caoba) en arreglo agroforestal

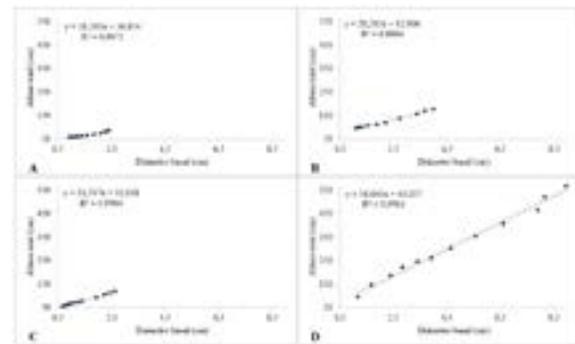


Figura 5. Regresión lineal entre altura y diámetro basal: A) *Swietenia macrophylla*, B) *Schizolobium parahyba*, C) *Cordia alliodora*, D) *Alnus nepalensis*

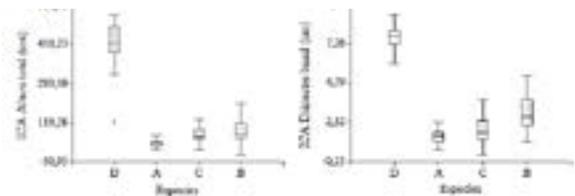


Figura 6. Medias de incremento corriente anual (ICA) de cuatro especies forestales: A) *Swietenia macrophylla*, B) *Schizolobium parahyba*, C) *Cordia alliodora*, D) *Alnus nepalensis*.

var. *erectifolius* L.B.Smith,; con un ICA de 2.4 m de altura y 3.2 cm de DAP; datos que concuerdan con el ICA obtenido en la presente investigación que es de 2.36 m de altura y de 4.2 cm de diámetro en un año de establecida la plantación, siendo las condiciones ambientales del sitio en estudio las aceptables para que el pachaco presente este crecimiento, y los agricultores los plantan en sus predios como práctica agroforestal en linderos, lo prefieren por la forma de copa que presenta la especie y, además porque no demandan de tratamientos silviculturales rigurosos como por ejemplo la poda.

Romero *et al.* (2015), muestra un ICA de 3.3 cm de diámetro de *Schizolobium parahyba* en plantación en Bolivia. Las plantas de *Schizolobium parahyba*, siguen

Cuadro 1. Prueba de *t* de Student de incremento corriente anual de cuatro especies forestales

Comparación			ICA HT		ICA DC		ICA DB		ICA AB	
			<i>t</i>	<i>p</i> -valor						
D	vs	A	19.76	<0.0001	22.12	<0.0001	30.38	<0.0001	20.7	<0.0001
D	vs	C	17.75	<0.0001	17.38	<0.0001	22.26	<0.0001	19.32	<0.0001
D	vs	B	16.65	<0.0001	14.01	<0.0001	18.63	<0.0001	16.88	<0.0001
A	vs	C	-5.33	<0.0001	-5.8	<0.0001	-2.5	0.0154	-2.04	0.0472
A	vs	B	-6.96	<0.0001	-15.16	<0.0001	-8.28	<0.0001	-8.34	<0.0001
C	vs	B	-2.05	0.0428	-6.9	<0.0001	-4.17	0.0001	-5.14	<0.0001

A) *Swietenia macrophylla*, **B)** *Schizolobium parahyba*, **C)** *Cordia alliodora*, **D)** *Alnus nepalensis*

la tendencia normal de crecimiento, tanto en altura como para el diámetro; ésta es más pronunciada en los dos primeros años de la siembra, y desde ese período disminuye la intensidad de crecimiento, lo que se pudo evidenciar en el presente estudio.

En sistemas agroforestales de Turrialba y Limón, durante los primeros cinco años, el laurel *Cordia alliodora*, presentó un IMA en altura de hasta 3 m/año y de 3 cm/año en diámetro, notándose una tendencia de disminución de las tasa de crecimiento con el aumento de la edad, (CATIE, 1994; Somarriba y Beer, 1986); mientras que en la presente investigación se obtuvo un crecimiento de 1.16 m de altura y 2.64 cm de diámetro al año de plantado. A pesar de este crecimiento lento, en la zona de estudio se encuentra esta especie plantadas en los predios como linderos, en asocio con árboles frutales y como relictos en bosques secundarios, esto debido a que existe demanda de la madera con costos favorables al agricultor, y además esta especie presenta buenas condiciones de trabajabilidad.

Según López (2012), en su estudio “Evaluación en condiciones de plantación del comportamiento de la especie *Swietenia macrophylla* King, cultivada en vivero con tubetes”, realizado en Pinar del Río – Cuba, obtuvo un IMA de 1.18 m de altura y 1.44 cm de diámetro. En el presente estudio se obtuvo un IMA de 0.84 m de altura y 2.43 cm de diámetro. Sin embargo (Bodero *et al.*, 2007), haciendo referencia al pronóstico de desarrollo de esta especie en plantaciones cuyos autores son Wolffsohn y Lamprecht, definen que, para las condiciones de América, los valores de altura al año oscilan entre 1, 5 y 2 m. Como se observa en ningún caso el valor de la altura llega a este valor; esto pudiera deberse a que el suelo no mantiene niveles óptimos de humedad para la especie; debido a estos resultados que tiene la especie no es común que esté presente en los predios de los agricultores, a pesar de tener una demanda por la calidad de la madera.

Al aplicar la prueba de *t* de Student, se concluye que el comportamiento de las cuatro especies estadísticamente es diferente, como se muestra en el Cuadro 1.

Según Peñuelas y Ocaña, (2000), el ritmo de crecimiento de las plantas en un bosque varía, en cada género y especie, en función de sus propias características, en bosques plantados, también se suma a esta variación la influencia que ejerce la calidad de la planta obtenida en vivero. En la presente investigación se presenta lo manifestado por este autor; por lo que conocer el sustrato, envase o fertilización más adecuada para su cultivo, implica ya, en sí, otro grado de dificultad. Este conocimiento es necesario para conseguir un adecuado manejo de las especies en vivero, de forma que se garantice la obtención de planta de calidad. La calidad de la planta forestal es uno de los factores más importantes que condiciona el éxito de la plantación.

Conclusiones

Alnus nepalensis al año de establecimiento del sistema de cultivo, registra una tasa de crecimiento mayor y estadísticamente muy diferente en relación a *Swietenia macrophylla*, *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora*, probablemente como consecuencias de adaptaciones propias de las especies, debido a que son especies de diferentes gremios ecológicos. Aunque se registraron diferencias en las tasas de crecimiento entre *Alnus nepalensis*, *Swietenia macrophylla*, *Schizolobium parahyba*, y *Cordia alliodora* se evidencia que las cuatro especies forestales presentan una tendencia de crecimiento proporcional (lineal). La asociación de las especies forestales *Alnus nepalensis*, *Swietenia macrophylla*, *Schizolobium parahyba*, y *Cordia alliodora* con especies frutales: *Citrus lemon*, *Citrus aurantifolia*, *Annona muricata*, no evidencia aún impacto sobre el crecimiento de las especies forestales, debido al tiempo de estudio.

Bibliografía

- Álvarez, P. y Varona, J. (2006). Silvicultura. Editorial Félix Varela. La Habana, segunda reimpresión, 354 p.
 Añazco, M. Vallejos, H. Vizcaíno M. (2018). Dinámica

- de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don en el noroccidente de Ecuador continental. *CFORES*, 354-365.
- Bodero, A.; Revelo, N.; y Hernández, L. 2007. Propuesta Nacional para el manejo sostenible de la *Swietenia macrophylla* King en Ecuador. Disponible en: www.ibcperu.org/doc/isis/7476.pdf . Consulta: 21 Febrero 2012.
- Castro Coimbra Cordeiro, I. Maria; Cordeiro Mourão-de Oliveira Junior, Moises; Batista- Gazel Filho, Aderaldo; Contente-de Barros, P. Luiz; Alves-Lameira, Osmar; Oliveira, Francisco de Assis. (2015). CRECIMIENTO DEL *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* CULTIVADO EN PRESENCIA DE *Ananas comosus* var. *erectifolius* EN PARÁ, BRASIL. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. Agrociencia - ISSN: 1405-3195, vol. 50, núm. 1, enero-febrero, 2016, pp. 79-88
- CATIE, 1994. Laurel (*cordia alliodora*) (Ruiz y Pabon) Oken. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de guías silviculturales, no. 16. Turrialba, C, CATIE 52 p. (serie técnica. Informe técnico. 239)
- Coq-Huelva, D., B. Torres & C. Bueno-Suárez (2017). Indigenous worldviews and Western conventions: Sumak Kawsay and cocoa production in Ecuadorian Amazonia. *Agriculture and Human Values*, 35, 163-179.
- Cordeiro, I. M. C. C., A. C. de Santana, O. A. Lameira, e I. M. Silva. 2009. Análise econômica dos sistemas de cultivo con *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) E *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppus & Leal (curauá) no município de Aurora do Pará (PA). *Rev. Fac. Agron. (Luz)* 26: 243-265.
- Detlefsen, G. y Somarriba, E. (2012). Producción de madera en Sistemas Agroforestales de Centroamérica. Serie técnica, Manual técnico no. 109. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Escalante, M. y Somarriba C. E. (2001). Diseño y manejo de los cafetales del occidente de El Salvador Design and management of coffee plantations in the West Western of El Salvador. *Agroforestería en las Américas* (CATIE). 8(30):12-16.
- FAO. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal. Estudio FAO: montes 163. Roma, Italia.
- Flinta, C. (1960). FAO. Prácticas de la Plantación Forestal en América Latina. Roma. 497p.
- López, A. (2012). Evaluación en condiciones de plantación del comportamiento de la especie *Swietenia macrophylla* King, cultivada en vivero con tubetes. Universidad de Pinar del Río – Cuba. “Año 54 de la Revolución”. Tesis de grado.
- Mejía E y Pacheco P. 2013. *Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana*. Occasional Paper 97. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H. y Eibl, B. (2015). Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómica y ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p.
- Penagos, C. M. (2005). Guías silviculturales Por: Carlos Mario Ospina Penagos Raúl Jaime Hernández Restrepo Dina Estella Gómez Delgado José Alexander Godoy Bautista Fabio Alonso Aristizábal Valencia José Norbey Patiño Castaño Jary Arnold Medina Ortegá para el manejo de especies foresta. *Serie de cartillas divulgativas PROEXPOR*, 37.
- Peñuelas, J. y Ocaña, L. (2000). Cultivo de la planta forestal en contenedor. Edición Mundi -Prensa, Madrid. España. 126 p.
- Pineda, E. Manzano, F. Valdez, J. Beltran, L. (2018) “Crecimiento dimétrico de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en un sistema agroforestal de Oaxaca, Mexico”. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* (Julio-Diciembre, 2018) 15 (37):25-33
- Ramírez, W. (2005). *Manejo de sistemas Agroforestales*. Quito: biblioteca.ihatuey.cu.
- Romero, M. Toledo, M. Pieter A. Zuidema & Peter Van Der Sleen. (2015). Trayectorias de crecimiento radial de especies maderables, y esquivo blanco (*Cariniana ianeirensis*) y serebó (*Schizolobium parahyba*) en un bosque subhúmedo de la provincia Guarayos (Santa Cruz – Bolivia). *Revista Ecología en Bolivia* 50(1): 25-38. Abril 2015. ISSN 1605-2528.
- Somarriba, E y J. Beer 1986. Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales . CATIE. Serie técnica. Boletín técnico. No. 16. 23p
- Torres, B., Vasco, C., Günter, S., Knoke, T. (2018). Determinants of agricultural diversification in a hotspots area: evidence from colonist and indigenous communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Sustainability* 10, 1432.
- Torres, B., Jadán, O., Aguirre, P., Hinojosa, L., Günter, S. (2015). The contribution of traditional agroforestry to climate change adaptation in the Ecuadorian Amazon: The chakra system, in: Leal Filho, W. (Ed.), *Handbook of Climate Change Adaptation*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 1973-1994
- Vargas-Tierras, Y. B., Prado-Beltran, J. K., Nicolalde-Cruz, J. R., Casanoves, F., Virginio-Filho, E. M., Viera-Arroyo, W. F. (2018). Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las provincias de Sucumbios y Orellana (Ecuador). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(3), 485-499.
- Vera V, R. R., J. H. Cota-Sánchez & J. E. Grijalva Olmedo (2017). Biodiversity, dynamics, and impact of chakras on the Ecuadorian Amazon. *Journal of Plant Ecology*.

Vallejos *et al.*, 2020

12, 34-44.

Virginio- Filhoel, E., Caicedo, C. y Astorga, C. (2014).

Agroforesteria sostenible en la Amazonia ecuatoriana.

Serie técnica, Informe técnico no. 398. CATIE, INIAP.

Quito, Ecuador.