

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

- 1. TÍTULO:** CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO
- 2. AUTOR:** Lenin Nicanor Mejía Pazos
- 3. DIRECTOR:** Ing. Walter Armando Palacios Cuenca
- 4. COMITÉ LECTOR:** Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc.
Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila,
MSc.

Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja,
Esp.
- 5. AÑO:** 2018
- 6. LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** El estudio se realizó en la Reserva Drácula, ubicada en el área de influencia del Bosque Protector Cerro Golondrinas, ubicado entre el kilómetro 18 -19 de la vía El Carmen - Chical, parroquia Tobar Donoso, cantón Tulcán, provincia del Carchi
- 7. BENEFICIARIOS:** Pobladores de la Parroquia Tobar Donoso y Reserva Drácula

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Mejía Pazos

NOMBRES: Lenin Nicanor

C. CIUDADANIA: 0401783931
ÉFONO CONVENCIONAL: (062) 974 252

TELÉFONO CELULAR: 0967944133

CORREO ELECTRÓNICO: nikodof@hotmail.com

DIRECCIÓN: Imbabura – Ibarra – El Sagrario – Av. 17 de Julio y
Panamericana Norte

AÑO: 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA -UTN

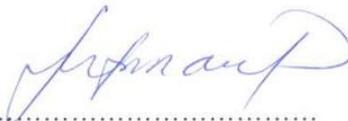
Fecha: 8 de junio del 2018

Lenin Nicanor Mejía Pazos: **CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO**/Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 8 de junio del 2018. 57 páginas.

DIRECTOR: Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

El objetivo general de la presente investigación fue: determinar el crecimiento inicial en plantaciones puras de *Carapa amorphocarpa* W. Palacios; mientras que los objetivos específicos fueron: determinar la sobrevivencia de *Carapa amorphocarpa*, determinar el mejor tratamiento en función del crecimiento inicial y analizar los costos de establecimiento.

Fecha: 8 de junio del 2018



.....
Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

Director de trabajo de titulación



.....
Lenin Nicanor Mejía Pazos

Autor

**DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN
LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL
ECUADOR**

Autor: Lenin Nicanor Mejía Pazos
Director del trabajo de titulación: Ing. Walter Armando Palacios Cuenca
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y
Ambientales Carrera de Ingeniería Forestal
Universidad Técnica
del Norte Ibarra –
Ecuador
nikodof@hotmail.c
om
Teléfono: (062) 974 252/0967944133

RESUMEN

La investigación CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa morphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO, determinó el crecimiento inicial en plantaciones. Se estudió la sobrevivencia, el mejor tratamiento y los costos de establecimiento y mantenimiento. La metodología incluyó preparación, delimitación y cercado del sitio, hoyado y balizado, selección de plantas, plantación, manejo, análisis de suelo, y fertilización. Las variables fueron la altura, diámetro, estado fitosanitario y número de folíolos; con diseño bloques al azar (DBA) en arreglo factorial A (pendiente) x B (fertilizante). Se aplicaron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno; cada repetición estuvo integrada por 13 plantas; dando un resultado de 39 plantas por tratamiento y 156 plantas total; el estadístico es un análisis de varianza y una prueba Tukey al 95% de probabilidad estadística para determinar los mejores tratamientos; se determinó el coeficiente de correlación simple (r) y de determinación de la regresión lineal (R²), para las variables diámetro basal y altura total.

Los resultados para la sobrevivencia fue del 96,79%, para el IMA en altura de 1,67 cm y diámetro de 1,99 mm; el tratamiento pendiente con fertilizante (T4) es el mejor del ensayo; los costos de establecimiento y mantenimiento en el primer año de estudio de *Carapa morphocarpa* hectárea fueron de 2 060,19 dólares.

ABSTRACT

The research INITIAL GROWTH OF *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, WITH OR WITHOUT FERTILIZER, IN THE TOBAR DONOSO PARISH, determined the initial growth in plantations. The survival, the best treatment and the establishment and maintenance costs were studied. The methodology included preparation, delimitation and approach of the site, selection of plants, plantation, management, soil analysis and fertilization. The variables were height, diameter, phytosanitary status and foliar number; with random blocks design (DBA) in factorial arrangement A (pending) x B (fertilizer). Four treatments are applied with three repetitions each; each repetition was integrated by 13 plants; giving a result of 39 plants per treatment and 156 plants in total; the statistic is an analysis of variance and a Tukey test at 95% statistical probability to determine the best treatments; The simple correlation coefficient (r) and the determination of the linear regression (R²) were determined for the variables basal diameter and total height.

The results for survival were 96.79%, for the IMA in height of 1.67 cm and diameter of 1.99 mm; the pending treatment with fertilizer (T4) is the best of the trial; The costs of establishment and maintenance in the first year of *Carapa amorphocarpa* study were 2 060,19 dollars per hectare.

INTRODUCCIÓN

Se estima que en el Ecuador existen 3,68 millones de hectáreas de tierras de vocación forestal (Ecuador Forestal, 2012), lo que sumado al clima favorable y ventajoso para la reforestación, genera un enorme potencial forestal, que no ha sido aprovechado apropiadamente (Espinoza, 2015).

Desventajosamente se desconoce la silvicultura para la mayoría de especies forestales nativas, las cuales, muchas veces, se aprovechan irracionalmente, sin lograr su reposición. Es prioritario conocer la sobrevivencia, el crecimiento diamétrico y de altura para seleccionar las especies apropiadas para la forestación, agroforestería, restauración ecológica y jardinería (Aguirre & León, 2011).

Carapa amorphocarpa es una especie arbórea restringida al Cerro Golondrinas, en la Provincia del Carchi; distribuida entre los 2 000 y 2 300 m.s.n.m. Esta especie es conocida como Tangaré, muy explotada por su madera, la cual se la utiliza para construcción de viviendas (Palacios, 2012). Al ser una especie descrita en el 2012, carece de información sobre su ecología, fenología, silvicultura.

Villota (2017), propagó plantas de *C. amorphocarpa* en el mismo sitio de este estudio. El autor, recolectó semillas, en el vivero se aplicó cuatro tratamientos (T1: tierra de bosque + arena, en proporción 3:1 y escarificación mecánica, T2: tierra de bosque en su totalidad y escarificación mecánica, T3: tierra de bosque + arena, en proporción 3:1 y sin escarificación mecánica, T4: tierra de bosque en su totalidad y sin escarificación mecánica) siendo los tratamientos T4 y T3 los mejores.

Las plantas que se produjeron en el estudio de Villota, se utilizaron para establecer una plantación, que fue el motivo de esta investigación.

Los datos obtenidos permiten conocer la sobrevivencia, costos de establecimiento, crecimiento en altura y diámetro de *C. amorphocarpa*; con el fin de aumentar el conocimiento silvicultural de las especies forestales nativas del Ecuador

METODOLOGÍA

- **Selección de plantas:** El rango de altura para la selección de plantas estuvo entre 39,6 cm y 55,7 cm en base a los criterios de límites de confianza, adicionalmente se utilizó criterios de calificación visual de características como: ápice, forma y número de foliolos.

- **Establecimiento de la plantación:** El estudio comprendió un área de 792 m² y un perímetro de 114 m. Se delimitó tres bloques y 24 unidades experimentales distribuidas equitativamente entre la pendiente y el terreno plano; cada una tuvo 6 x 6 m con una separación de 3m entre sí. Se estableció el diseño tres bolillos; se eliminó las plantas herbáceas, para facilitar el establecimiento de la plantación. Los hoyos fueron de 15 cm ancho x 15 cm de largo y 20 cm de profundidad.

La plantación se la realizó el 20 de agosto de 2016; a los seis meses se realizó un coronamiento de 50 cm de radio, eliminando las plantas herbáceas; con el fin de evitar la competencia.

- **Análisis de suelo:** Se realizaron tres análisis de suelo, uno para el bosque donde la especie se desarrolla naturalmente y dos para el sitio donde se estableció la plantación; se tomaron aleatoriamente cinco partes de suelo en cada estrato, de 10 a 15 cm de profundidad; luego se homogeneizó y se mezcló hasta obtener muestras de un kilogramo que se enviaron al laboratorio Labonort, de Ibarra para el análisis de la composición química.

- **Fertilización:** Con los resultados de los análisis de suelo se evidenció que el bosque nativo contiene mayor concentración de potasio; por esta razón, la fórmula del fertilizante utilizado fue 8-20-20 elaborado por Ecuaquímica, en dosis de 10 gramos por planta.

Se aplicó 5 g de fertilizante, a los seis y siete meses. Para ello se hicieron dos surcos paralelos, uno a cada lado del tallo, separados 5 - 10 cm de este, de 40 - 50 cm de largo, 1 cm de ancho y 3-5 cm de profundidad. Se colocó el fertilizante y se cubrió con suelo.

- **Medición de variables dasométricas:** Se realizaron mediciones de las variables: altura, diámetro, estado fitosanitario y número de foliolos; durante el establecimiento y posteriormente a los tres, seis, nueve y doce meses.

Para la evaluación del estado fitosanitario se utilizó los criterios de Erazo (2010)

- Excelente: sin lesiones de plagas y enfermedades 4
- Bueno: lesiones en un 25% del área foliar 3
- Regular: lesiones en un 50% del área foliar 2

- Malo: lesiones en un 75% del área foliar 1

- **Diseño experimental y análisis estadístico:** Se aplicó el Diseño Bloques al Azar (DBA) en arreglo factorial A x B; siendo el factor A pendiente y el Factor B fertilizante.

Se aplicó cuatro tratamientos que contaron de tres repeticiones cada uno. Cada repetición estuvo integrada por 13 plantas. Dando un resultado de 39 plantas por tratamiento y 156 plantas en todo el estudio.

Los tratamientos investigados fueron:

Tratamiento 1 (T1) = Terreno plano sin fertilizante.

Tratamiento 2 (T2) = Terreno Plano con fertilizante.

Tratamiento 3 (T3) = Pendiente y fertilizante.

Tratamiento 4 (T4) = Pendiente y fertilizante.

Se aplicó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad estadística para determinar los mejores tratamientos.

Se determinó el coeficiente de correlación simple (r) y de determinación de la regresión lineal (R²), para las variables diámetro basal y altura total

RESULTADOS

- **La sobrevivencia de *C. amorphocarpa*** a los 12 meses fue del 96,79 %. Comparativamente, *C. guianensis* al año de medición, en la Estación Biológica Bilsa - Ecuador, en fajas de enriquecimiento, alcanzó una sobrevivencia del 83,25% (Aulestia, 2011); en Estación Experimental de Cuaruá – Brasil, en plantaciones puras, un

80% (Plowden, 2004) y en el Corredor Biológico La Gamba – Costa Rica, un 90% en monocultivo (Schnetzler et al. 2013). Esto

demuestra, que la sobrevivencia de la de *C. amorphocarpa* es sobresaliente al ser superior a la de *C. guianensis*

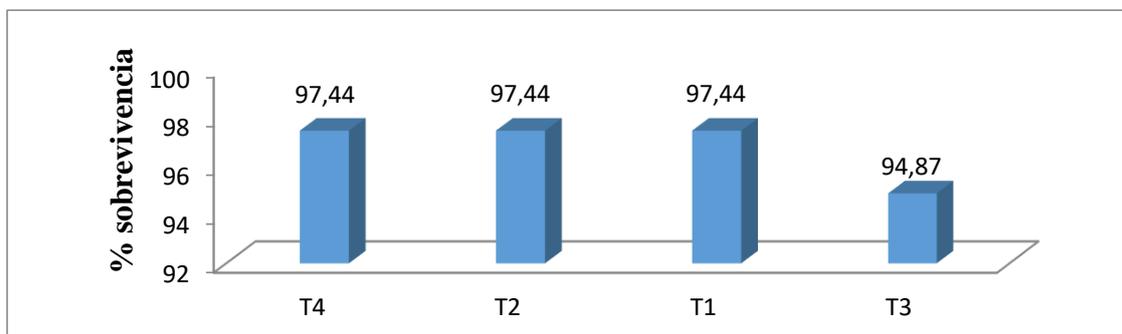


Figura 1: Sobrevivencia (%) de *Carapa amorphocarpa* a los 12 meses de plantación

• **Crecimiento en altura y diámetro basal**

A los 12 meses de medición la plantación de *C. amorphocarpa* presentó un IMA de 1,6 cm para la variable altura. En el Municipio de Aripuanã – Brasil, al año de establecimiento de la plantación, el IMA en altura de *C.*

guianensis fue de 1,14 cm (Bauch & Dunisch, 2000), lo que demuestra que *C. amorphocarpa* tiene un mayor crecimiento para esta variable que la especie anteriormente mencionada.

Tabla 1

Incremento medio anual (IMA) en diámetro basal y altura de *C. amorphocarpa* a los 12 meses de medición.

	T1	T2	T3	T4	Promedio
Altura (cm)	1,2	1	2,8	1,7	1,675
Diámetro (mm)	1,66	1,99	2,05	2,26	1,99

Así mismo, el diámetro, *C. amorphocarpa* aumentó 1,99 mm a los 12 meses; por su parte *Carapa guianensis*, en Aripuanã, Brasil, creció 2,46 mm en diámetro en una plantación pura al año de establecida, 3 mm por año en bosque nativo en Costa Rica (Finegan, Camacho & Zamorab 1999) y 4.8 mm por año en Nicaragua (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua 2002). Estos valores, son superiores al crecimiento de *C. amorphocarpa* para esta variable.

Entretanto, los tratamientos con mayor incremento fueron T3 (pendiente sin

fertilizante) con 2,8 cm para altura y T4 (pendiente con fertilizante) con 2,26 mm para diámetro (Tabla 2). Al realizar el análisis estadístico tanto para la altura y diámetro, no se encontró diferencias, lo que demuestra que los tratamientos para esta variable son similares.

• **Estado fitosanitario e influencia de la sombra:**

A los 12 meses el mejor tratamiento fue T4 (pendiente y fertilizante) con 3,39 puntos con el 23,1% de plantas con influencia de la sombra y por el contrario el tratamiento

con menor puntuación fue el T2 (terreno plano y fertilizante) con 2,67 puntos y con la

menor incidencia de la sombra.

Tabla 2

Estado fitosanitario e influencia de la sombra a los 12 meses de medición

	% de plantas con sombra	Puntuación estado fitosanitario
T1	10,3	2,97
T2	15,4	2,67
T3	20,5	3,26
T4	23,1	3,39
Promedio	17,33	3,07

El estado fitosanitario mostró diferencias significativas entre los tratamientos del ensayo. Por el contrario, la prueba de *t-Student* para la variable sombra, mostró diferencias muy significativas para el estado fitosanitario, aunque visualmente y matemáticamente se observó un mejor comportamiento.

Carapa guianensis y *C. guatemalensis* son especies esciófitas parciales, que en los primeros años de desarrollo necesitan sombra y posteriormente abundante luz en las copas para crecer con rapidez (Schnetzler *et al.*, 2013). Por lo tanto, *C. amorphocarpa* al tener una diferencia muy significativa en el estado

sanitario bajo la influencia de la sombra, también se incluye dentro del gremio de las esciófitas

Adicionalmente, el 30,77% de las plantas presentaron muerte regresiva apical con 19 cm en promedio. El tratamiento pendiente y fertilizante (T4) presentó la menor afectación con el 15,38% y por el contrario el tratamiento que más afectación tuvo fue terreno plano y fertilizante (T2) con el 46,15% (Tabla 3). Se carecen, de estudios para esta afección en las especies de *Carapa*, sin embargo, en un rodal de *Schizolobium parahyba* en Santo Domingo de los Tsachilas a los 4 años de edad, se registró una muerte regresiva del 24%.

Tabla 3

Muerte regresiva en las plantas de *C. amorphocarpa*

	Plantas afectadas (%)	Longitud del daño (cm)
T1	35,90	17
T2	46,15	19,05
T3	25,64	22,20
T4	15,38	17,75
Promedio	30,77	19,00

Por otra parte, el 8,55% de las plantas fueron atacadas por un vector desconocido. El daño consistió en un desgarre de la corteza externa

e interna en pequeñas láminas angostas, en dirección del ápice. En promedio el daño inició a los 14,19 cm de altura y se extiende a

una longitud de 21,58 cm (Tabla 4), el único tratamiento que no presentó afectación es pendiente con fertilizante (T4). Se conoce que en *C. guianensis* la corteza y la albura son

atacados por los colepteros *Lyctus* y el perforador estenopeico (Orwa *et al.* 2009), posiblemente estos insectos causen el daño mecánico a las plantas de *C. amorphocarpa*.

Tabla 4

Daño causado por vector desconocido a las plantas de *C. amorphocarpa* a los 12 meses de medición

	Plantas afectadas (%)	Altura daño (cm)	Longitud daño (cm)
T1	12,82	15,53	23,1
T2	10,26	14,04	19,13
T3	2,56	13,00	22,5
T4	0,00	0,00	0,00
Promedio	8,55	14,19	21,58

• **Número de foliolos:** Al año de medición el número de foliolos promedio por planta fue de 3,7; sin embargo; existe una pérdida de 51,9% en comparación a la medición inicial. Los tratamientos que presentaron un mayor y menor desprendimiento de foliolos fueron el

terreno plano sin fertilizante (T1) y la pendiente y fertilizante (T3) con el 61% y 45%, respectivamente (Tabla 5). Al realizar el análisis estadístico para el número de foliolos no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 5

Número de foliolos de *C. amorphocarpa* entre la medición inicial y a los 12 meses

	Número de foliolos medición inicial	Número de foliolos medición final	Número de foliolos perdidos	% pérdida de foliolos
T1	8,5	3,3	5,2	61
T2	7,6	3,6	4,0	53
T3	7,5	4,1	3,4	45
T4	7,2	3,7	3,5	48
Promedio	7,7	3,7	4,0	51,9

Finalmente, a pesar de que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, el T4 (pendiente y fertilizante) presentó los mejores resultados en la mayoría de variables analizadas, seguido por el T3 (pendiente sin fertilizante); lo que demuestra que la pendiente conjuntamente

con el fertilizante y la sombra, influyen directamente en el crecimiento de *C. amorphocarpa*.

- **Correlación y regresión lineal entre altura total, diámetro y fertilizante:** El coeficientes de correlación varió entre 0,235 al 0,479, valores no significativos a su correspondiente tabular al 5% de probabilidad estadística. Cabe mencionar que los coeficientes de determinación de la

regresión lineal R^2 se encuentran entre el rango de 0,005 a 0,23 (Figura 2), es decir que no existe un crecimiento proporcional entre las variables diámetro basal y altura total, esto se debe a la muerte regresiva apical que se presenta en la especie investigada.

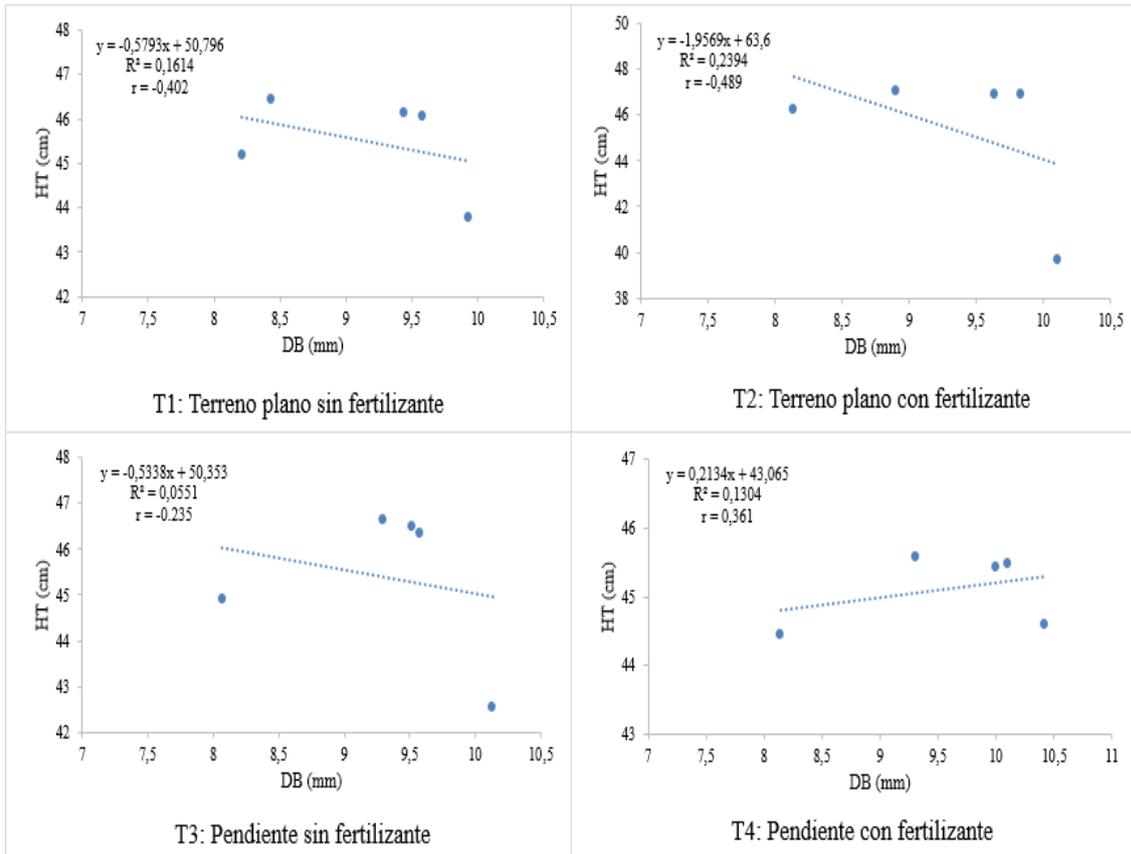


Figura 2: Análisis de correlación y regresión lineal entre altura total, diámetro y fertilizante.

- **Costos de establecimiento:** El costo total del establecimiento y mantenimiento de los 792 m² del ensayo fue de 435,68 dólares, es decir, 2060,19 dólares/ha (Tabla 6). Además, se calculó el subtotal de cada actividad como:

preparación del terreno, transporte, plantado, fertilización y mantenimiento de la plantación y materiales. Para el cálculo del jornal se utilizó el establecido por el Ministerio del Trabajo.

Tabla 6

Costo de establecimiento y mantenimiento de la plantación

Actividad	Costo ensayo (792 m ²) (USD)	Costo hectárea (USD)
a. Preparación del terreno	9,61	86,65
b. Transporte	55,49	119,32
c. Plantado	7,22	69,32
d. Materiales	357,87	1715,58
e. Fertilización y mantenimiento de la plantación	5,49	69,32
Total	435,68	2060,19

No existen referencias de costos para esta especie, pero sí para especies nativas como: *Parkia multijuga*, *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora* y *Jacaranda copaia* que se plantan a una densidad de 1 111 árboles/ha y el costo de mantenimiento es de 1 524 dólares en el primer año; así mismo, las actividades silviculturales para el manejo son: el establecimiento, coronas, roce o limpias, fertilización, control de plagas y enfermedades, (MAGAP, 2014). Es decir, el costo del ensayo es mayor al de las plantaciones comerciales, debido al alto valor de adquisición de las plantas (1,37 dólares) producidas en la investigación de Villota (2017).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. & León, N. (2011). Sobrevivencia y crecimiento inicial de especies vegetales en el Jardín Botánico de la quinta El Padmi, Zamora, Chinchipe. *Arnaldoa*, 8.
- enriquecimiento de bosque secundario en la estación biológica bilsa – provincia de esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador.
- Aulestia, C. (2011). *Crecimiento inicial de especies nativas en líneas de*
- Bauch, J. & Dünisch, O. (2000). Comparison of growth dynamics and wood characteristics of plantation-grown and primary forest *Carapa guianensis*

- in Central Amazonia. *IAWA journal / International Association of Wood Anatomists* .
- Ecuador Forestal. (2012). *Planificación estratégica bosques nativos en Ecuador 2007-20012*. Quito.
- Espinoza, M. (2015). *El fomento de plantaciones forestales comerciales en el Ecuador en el período 2006-2012 : propuesta de un nuevo sistema de cofinanciamiento a las plantaciones forestales*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Finegan, B., Camacho, M. & Zamorab, N. (1999). Diameter increment patterns among 106 tree species in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest. *Forest Ecology and Management*.
- Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca. (2014). *Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales*. Guayaquil, Guayas.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017*. Quito.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua. (2002). *Guía de Especies Forestales de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Editora de Arte, S.A.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. & Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide*. Obtenido de <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>
- Palacios, W. (2007). *Flora of Ecuador*. 98. *Meliaceae*. Department of Plant and Environmental Sciences, Göteborg University.
- Palacios, W. (2011). *Familias y géneros arbóreos del Ecuador*. Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Palacios, W. (2012). Cuatro especies nuevas de árboles del Ecuador. *Caldasia* 34(1):75-85.
- Plowden, C. (2004). The Ecology and Harvest of Andiroba Seeds for Oil Production in the Brazilian Amazon. *Conservation & Society* 2:251-272.
- Schnitzer, N., Jenking, D., Weissenhofer, A. & Hietz, P. (2013). Growth and survival of rainforest seedlings in reforestation in lowland Costa Rica. La Gamba, Costa Rica.
- Villota, F. (2017). Propagación de Carapa amorphocarpa W. Palacios, empleando diferentes tratamientos, en el noroccidente del Ecuador. Ibarra, Imbabura, Ecuador.