

## **Crecimiento y conservación de *Piptocoma discolor* (Pigüe) en la Provincia de Pastaza, Ecuador**

### **Growth and conservation of *Piptocoma discolor* (Pigüe) in the Province of Pastaza - Ecuador**

**Juan Elías González<sup>1</sup>**

**Alexa Papue<sup>2</sup>**

**Víctor González<sup>3</sup>**

**Adriana Borja<sup>4</sup>**

**Deny Oliva<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad Estatal Amazónica. Ecuador. Correo electrónico: jgonzalez@uea.edu.ec

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad Estatal Amazónica. Ecuador. Correo electrónico: apapue@uea.edu.ec

<sup>3</sup>Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica. Universidad Estatal Amazónica. Ecuador. Correo electrónico: vgonzalez@uea.edu.ec

<sup>4</sup>Secretaría de la Vicaría de Educación del Puyo Pastaza. Centro de la Ciudad de la Provincia de Pastaza. Ecuador. Correo electrónico: adrinaty1983@gmail.com

<sup>5</sup>Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría» (Cujae). Facultad de Ingeniería Mecánica. Centro de Estudios de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER). La Habana, Cuba. Correo electrónico: deny@ceter.cujae.edu.cu

**Recibido:** 13 de julio de 2014.

**Aprobado:** 14 de septiembre de 2018.

---

#### **RESUMEN**

*Piptocoma discolor* (Pigüe) es una especie nativa de la Amazonía de América del Sur, con predominancia en el bosque secundario. El objetivo de esta investigación fue modelar el crecimiento de esta especie para incluirla como especie forestal para que contribuya al desarrollo económico y social de la Amazonía. Este estudio se realizó en un área de 2 ha., de una finca ubicada en el cantón Mera; se recopiló la información de 100 muestras, al azar, de árboles en diversos estados de crecimiento. Se consideró la fase crecimiento inicial hasta los 16 meses con respecto al diámetro y altura; el diámetro mayor 2,9, cm. y menor 0,71 cm., con un coeficiente de variación de 0,33 y una curtosis de 1,86, de las plantas. En condiciones geomorfológicas propias de la zona y con respecto a la altura, presenta un valor

mayor de 2,59 m. y mínimo de 0,86 m. Las curvas de crecimiento promedio describen una polinómica de grado dos, con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0,997 para diámetro y ( $R^2$ ) entre 0,993 para altura de la velocidad de crecimiento con un comportamiento no lineal; los modelos matemáticos y su proyección del diámetro de crecimiento del árbol a los 6 años con diámetro de 19,74 cm, y altura 25,32 m., con peso de 542,88 kg. de biomasa demuestran que la conservación de la especie en la provincia de Pastaza, frente al aprovechamiento de la producción anual de 32.181.341,47 millones de toneladas métricas es aceptable en relación con otras especies pioneras para el desarrollo económico de la Amazonía ecuatoriana.

**Palabras clave:** *Piptocoma discolor*, modelo matemático de crecimiento, biomasa.

## ABSTRACT

*Piptocoma discolor* (Pigüe) is a species native to the Amazon of South America, with predominance in the secondary forest. include Pigüe as a forest species that contributes to the economic and social development of the Amazon it is essential to develop the modeling of its growth for the conservation of the species. This study was conducted in an area of 2 ha of a farm located in the canton of Mera, and the information of 100 random samples of trees in various growth stages was collected. The initial growth phase was considered up to 16 months with respect to diameter and height; the diameter greater 2.9, cm and smaller 0.71 cm, with a coefficient of variation of 0.33 and a kurtosis of 1.86, of the plants. In geomorphological conditions typical of the area and with respect to the height it has a value greater value of 2.59 m and a minimum value of 0.86 m. The average growth curves describe a polynomial of degree two, with a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.997 for diameter and ( $R^2$ ) between 0.993 for height of growth velocity with non-linear behavior, mathematical models and their projection of the diameter of growth of the tree at 6 years with diameter of 19.74 cm and height 25.32 m, and with weight of 542.88 kg, of biomass, this shows that the conservation of the species in the province of Pastaza, front to the exploitation of the annual production of 32,181,341.47 million metric tons and being acceptable in relation to other pioneer species for the economic development of the Ecuadorian Amazon.

**Key words:** *Piptocoma discolor*, growth mathematical model, biomass.

## INTRODUCCIÓN

*Piptocoma discolor* pertenece a la familia *Asteráceae*, considerada una especie pionera por su forma natural de crecimiento en los claros del bosque. Es un árbol de madera blanda y crecimiento rápido que puede alcanzar una altura máxima de 30 m.; el diámetro del tronco es de aproximadamente 60 cm., con forma cilíndrica y presenta ramificaciones por encima del tercio inferior, crece en suelos limosos y arcillosos de bosques secundarios tempranos y tardíos de la región amazónica Merino, (2011).

La mayor densidad de los árboles de *Piptocoma discolor* se presenta en el bosque secundario del cantón y provincia Pastaza, donde comprende un radio de 25 a 30 km. Pastaza se encuentra desde los 500 hasta los 1500 m.s.n.m y la temperatura media es de 20°C. Merino, (2011). La dispersión de semillas es realizada por el viento, gracias a las escamas florales típicas de la familia *Asteraceae*, existe naturalmente en los sistemas de rotación de cultivos. Erazo y colb., (2014). Cuenta con alto contenido de semillas por kilogramo, de 3571428 a 3731343 Vallejo, (1982). Esta especie presenta un promedio del 95 % de germinación. Aguirre, (2009) y en estudios previos realizados, la sobrevivencia de las plántulas de esta especie, al ser

trasplantadas, muestra una supervivencia de 95,8 % y a los 2.5 años su altura es de 3,21 m., y el diámetro de 7,2 cm Davidson, (2015).

La estrategia forestal en el Ecuador considera que el ambiente y los recursos naturales son el patrimonio natural con gran importancia económica y social, según plantea MAE, Ministerio del Ambiente del Ecuador (2014).

En la actualidad, la política a nivel mundial es la conservación, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país México, (2015).

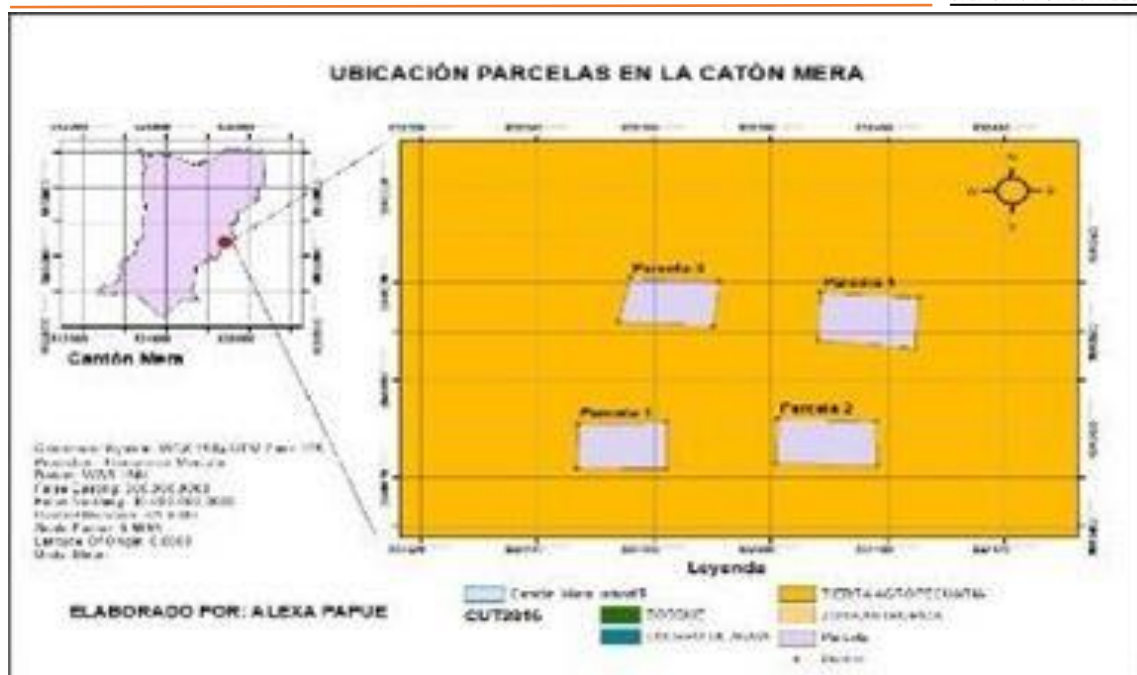
Los términos de crecimiento relativo y acumulado, asociados a cálculos forestales, se utilizan imparcialmente para cada árbol individual o rodal Cancino, (2012). El uso de las maderas no convencionales permite a las personas con bajos recursos tener ingresos para mejorar sus estilos de vida. Erazo, (2014) y como biomasa forestal, se puede convertir en energía, u otros subproductos de valor agregado y mantener su sostenibilidad debido a su germinación rápida y producción natural Lucas Herguedas, Del Peso Taranco, Rodríguez García, y Prieto Paniagua, (2012).

Los modelos matemáticos más usados para relacionar cuantitativamente variables de rodal o árboles individuales, considerando las relaciones funcionales, se expresan en función del tiempo y de los indicadores de la densidad de rodal (área basal y el número de árboles por unidad de superficie) Cancino, (2012). En la actualidad, la provincia de Pastaza no cuenta con estudios del crecimiento del Pigüe; por esta razón, existe la necesidad del desarrollo de modelos matemáticos que expliquen las proyecciones de producción para incluir al Pigüe como especie forestal que contribuya al desarrollo económico y social de la Amazonía ecuatoriana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El tamaño de la muestra se realizó según la Norma Técnica 248/98 para parcelas permanentes (PMP), según Acosta Mireles, (2014); con respecto a la investigación experimental, se realizó en el Cantón Mera, provincia de Pastaza con un área comprendida de 2 ha., tal como se señala en los puntos de referencia. X Y Coordenadas; 17832353 9848464.

La superficie de 345 km<sup>2</sup>, temperatura de 20°C., precipitación promedio anual 4222.7 mm., altitud 1110 msnm. y con una humedad relativa de 80 % y 90 , según Mera, (2015) (Figura 1)



**Fig. 1.** Ubicación del levantamiento de datos de campo del Cantón Mera

Se utilizó un diseño experimental estratificado y sistematizado. Akca, (1993). La intensidad del muestreo fue de cuatro parcelas, con un área comprendida de 200 m<sup>2</sup> Spitler, (1995) Camacho y Murillo, (1997). Se tomaron veinte y cinco muestras al azar de cada una de las 4 parcelas de la finca experimental y se obtuvo un total de 100 muestras. Se tomaron los datos según los objetivos planteados, se midieron las variables cuantitativas: longitud del árbol, diámetro del tronco. Para la obtención de las medidas dasométricas, se utilizó una cinta métrica y se aplicó el conocimiento empírico; para el inventario, se tomó en cuenta la intensidad de muestreo y la relación de la superficie de la muestra Romahn C. Ramírez H, (1973).

### **Cálculo del sistema de crecimiento y desarrollo del árbol**

El cálculo del sistema de crecimiento se realizó, basado en la experimentación realizada y en las experiencias de otras investigaciones sobre la especie. Además, se tuvo en cuenta la recogida de datos de campo probatorios de la conservación. Finalmente, se aplicó la ecuación de crecimiento poblacional de Newton, se modeló el crecimiento del árbol por la variación del diámetro en el tiempo, el ensayo en campo y se consideraron las experiencias campesinas.

## Densidad poblacional de Newton

La expresión (1) representa la *densidad poblacional* de Newton y fue aplicada para definir el crecimiento de *Piptocoma discolor*.

$$I_s = \left(\frac{V_f - V_i}{n \cdot V_f}\right) I_s = \left(\frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{V_i}{V_f}\right) * 100 \quad (1)$$

$$V = V_0 e^{-kt} \quad (2)$$

**Donde,**

V<sub>f</sub>= Volumen final

V<sub>0</sub>= Volumen inicial

e= 2,718 constante

-k = tasa

t =Tiempo

## Diámetro de crecimiento

Para calcular el diámetro de crecimiento, se modificó la ecuación (1); se obtuvo la siguiente ecuación para el cálculo del diámetro de crecimiento de *P. discolor*

$$d = d_0 e^{-kt} \quad (3)$$

Dónde:

d = diámetro final (cm)

d<sub>0</sub> = diámetro inicial (cm)

t= Tiempo en años /grosor del árbol

## Crecimiento en altura

De la misma manera, se calculó la variación de la altura del árbol con respecto al tiempo de crecimiento; se consideró el diámetro del árbol y su proyección.

$$H_f = H_0 e^{-kt} \quad (4)$$

Donde:

H<sub>f</sub> = altura final de la planta, m

H<sub>0</sub> = altura inicial de la planta, m

## Modelo propuesto

Se modeló el crecimiento del árbol según la variación del diámetro en el tiempo y el ensayo en el campo, de las experiencias campesinas.

$$D_{pa} = H_{pi} \left(1 + \frac{D}{100}\right)^n \quad (5)$$

Donde:

$D_{pa}$ , Modelo del crecimiento del árbol.

$H_{pi}$ , altura inicial de la planta.

$D$ , porcentaje de crecimiento, del 12 al 14 % según las condiciones del suelo

$n$ , número de años para el crecimiento y cosecha.

De la misma manera, se calcula la variación de la altura del árbol en el tiempo.

$$H_{pa} = 65 D_{pa} \left(1 + \frac{D}{100}\right)^n \quad (6)$$

## Valoración de la tasa de crecimiento y raleo para la conservación

Se trabajó con una tasa de crecimiento del 12b %, de acuerdo con las recomendaciones de pobladores del sector maderero. Además, otros estudios plantean que, en el primer año, este árbol crece entre el 120 y 140. %. Imaña y Encinas, (2008). En este trabajo, se asumió un promedio de 130 %. A partir del tercer año en adelante, decrecerá de forma asintótica, donde la tasa específica de crecimiento declina y se hace más lenta a medida que aumenta en edad Cancino, (2012).

Para estimar la producción de *P. discolor*, teniendo en cuenta la cantidad de árboles que emergen en su fase inicial y final de la cosecha, el número de años que se produce, número de árboles para el raleo sistemático y lograr un diámetro apropiado de los mismos, se plantea la siguiente expresión matemática:

$$P_f = p_i - \frac{[p_i (1 + \frac{D}{100})^n] - p_i}{n} \quad (7)$$

Donde:

$P_f$ , producción de los árboles en su fase final de *P. discolor*, árboles/año

$P_i$ , número de árboles en su fase inicial de producción

$D$ , porcentaje de producción de árboles según diámetro de la copa del árbol, %.

$n$ , número de años en la producción y cosecha de los árboles según su densidad y vida útil.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Mediciones dasométricas del crecimiento

Los resultados de las mediciones del crecimiento inicial, hasta los 16 meses, realizadas en las cuatro parcelas muestreadas, se presentan en la tabla 1; se observaron los promedios de las variables establecidas para el crecimiento, «diámetro de la base y superior del árbol» (cm.), «altura, copa y raíz» del árbol (m.). Esta información permite modelar el crecimiento de los árboles de manera que se defina la edad de cosecha para su aprovechamiento como recurso energético INAMHI, (2015) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Estadígrafos del crecimiento en diámetro y altura del árbol durante los 16 meses

Promedio estadísticos	Diámetro de la base del árbol	Diámetro Superior del árbol	Altura total del árbol	Diámetro Copa	Altura de Raíz
<b>Desviación Estándar</b>	0,53	0,42	0,41	0,19	0,11
<b>Coefficiente de variación</b>	0,33	0,37	0,40	0,39	0,44
<b>Mínimo</b>	0,71	0,48	0,85	0,20	0,11
<b>Máximo</b>	2,91	2,12	2,59	0,93	0,65
<b>Rango</b>	2,19	1,64	1,74	0,73	0,54
<b>Sesgo Estandarizado</b>	1,46	1,19	1,86	1,32	0,53
<b>Curtosis Estandarizada</b>	1,86	1,02	0,85	-0,11	-0,79

### Proyección y modelación matemática del crecimiento

En la figura 2, se observa la forma de crecimiento de *Piptocoma discolor* a la edad de 12 meses (Figura 2) y una vez tomados los puntos a los 16 meses (Figura 3).



**Fig. 2.** Altura de las plantas de *P. discolor* a los 12 meses



**Fig. 3.** Altura de las plantas de *P. discolor* a los 16 meses

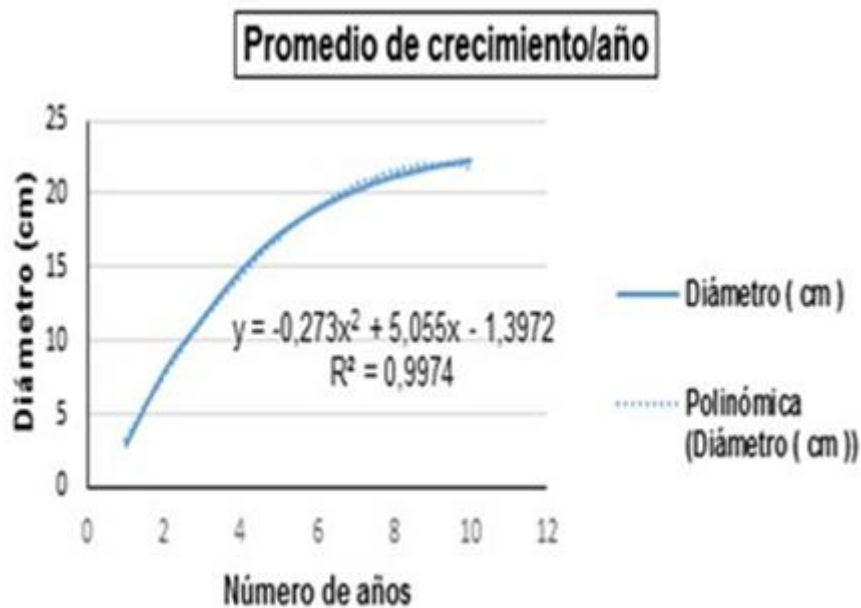
En la tabla 2, se verificó el rápido crecimiento de esta planta, por lo que se consideraron los porcentajes recomendados en los modelos matemáticos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Tasa de crecimiento de *P. discolor* (%).

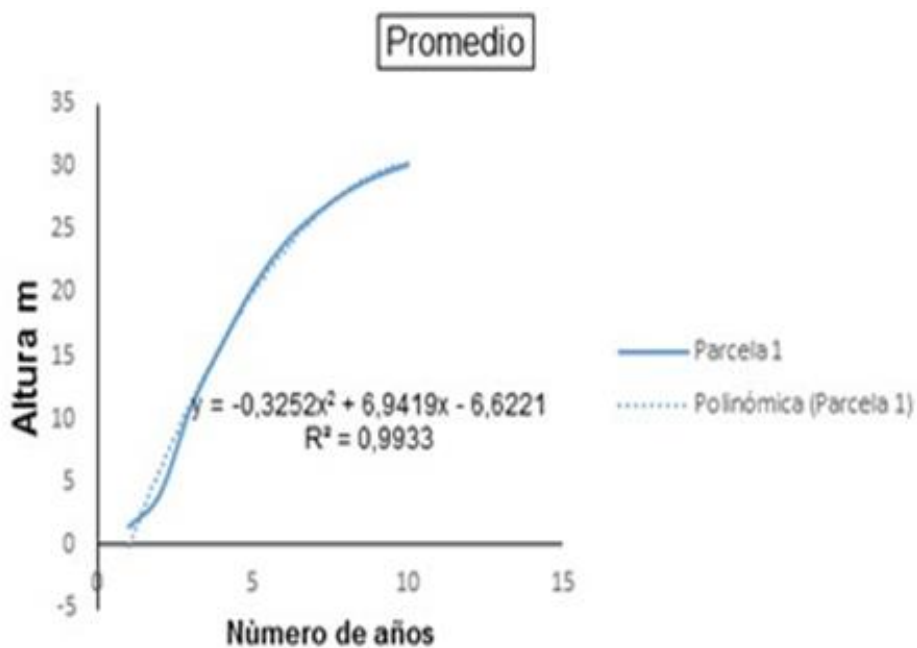
Años	0	1	2	3	4	5	6
Tasa %	0,14	1	0,50	0,13	0,06	0,03	0,02

Las curvas de crecimiento del árbol *Piptocoma discolor* en todas las parcelas describieron una gráfica polinómica de grado dos, con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) entre 0,997 en diámetro y 0,993 la de altura, quedando demostrado que la velocidad de crecimiento tiene un comportamiento no lineal (Figuras 4 y 5).





**Fig. 4.** Curva de crecimiento de diámetro



**Fig. 5.** Curva de crecimiento de altura

Aplicando los modelos matemáticos planteados, se obtuvo la proyección del crecimiento en función de la edad, diámetro, altura y peso Cancino, (2012).

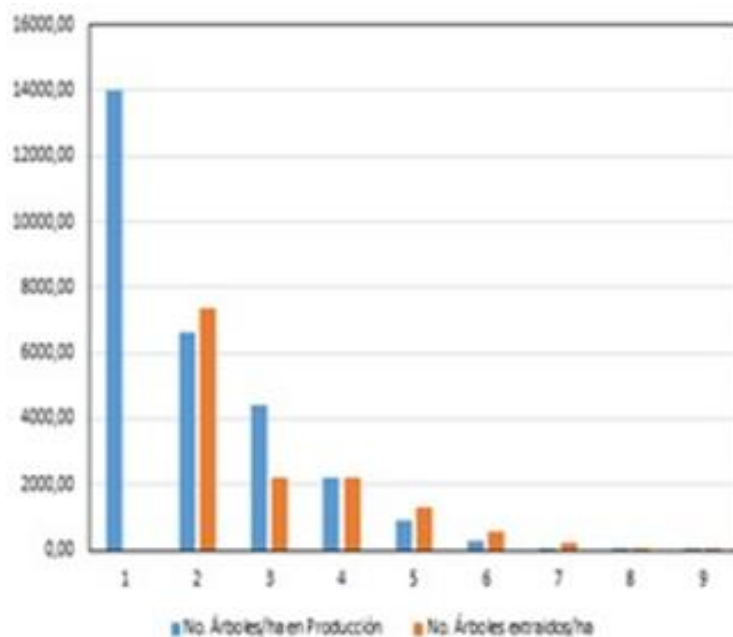
Las heliófilas efímeras, en sitios abiertos, presentan un crecimiento rápido y tienen una vida relativamente corta (10-15 años). Según el modelo matemático de Newton, aplicado y modificado para esta especie en este trabajo, se demuestra un rápido crecimiento, tal como se manifiesta en estudios anteriores Rodríguez, (2009) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Crecimiento de árboles Pigüe anualmente y su extracción para raleo

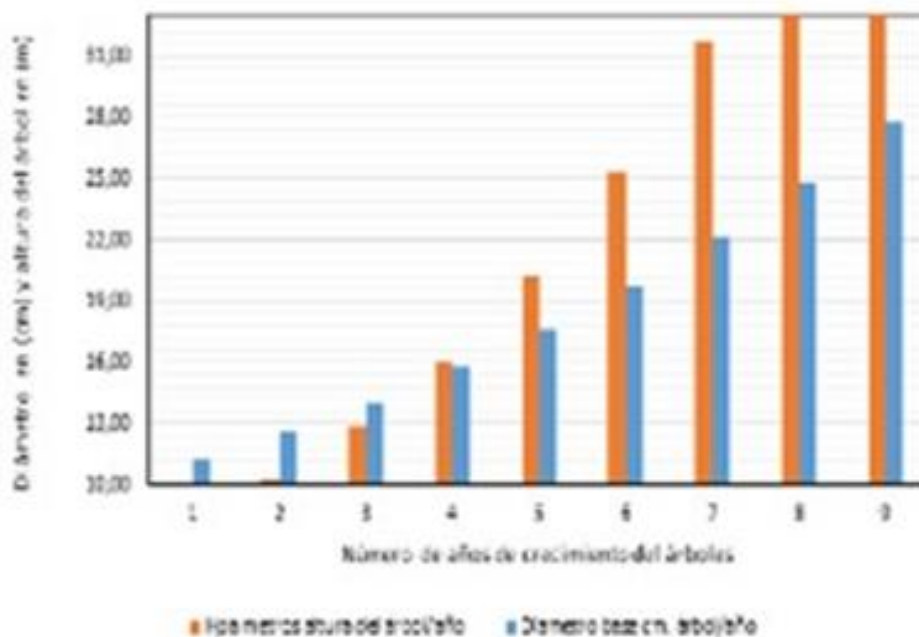
No. Años	No. Árbol/ha. Producción	No. Árboles extra/ha	D. cm base	Hpa m árboles	Peso Kg /árboles	Peso. Total kg/ha extraído	No. Ha. de Pigüe	Tn. Anuales fresca
1	14000,00	0,00	11,20	8,15	51,87	0,00	100987	0,00
2	6604,00	7396,00	12,54	10,23	85,47	632114,83	100987	63 835 380,28
3	4402,00	2202,00	14,05	12,83	125,31	275928,45	100987	27 865 186,60
4	2201,00	2201,00	15,74	16,09	207,12	455869,69	100987	46 036 912,67
5	881,00	1320,00	17,62	20,19	331,18	437151,78	100987	44 146 646,95
6	294,00	587,00	19,74	25,32	542,88	318668,16	100987	32 181 341,47

Es interesante observar cómo varía el diámetro y la altura del crecimiento del árbol y su peso según su edad a medida que transcurre el tiempo. Aplicando las expresiones matemáticas que se describieron anteriormente, se obtuvo una dinámica de crecimiento que se observa en muestra, en la figura 7; se validó con lo obtenido en el terreno y con los tres tipos de crecimientos de la especie estudiada, lo que determinó un crecimiento 2 a 3 cm. de diámetro anualmente, que se contrasta por Santillán, (1986) (Figuras 6 y 7).

En la tabla 3, se muestran los resultados de la producción número de árboles por hectárea, aprovechamiento forestal, que son similares a lo alcanzado por Sajdak, (2012). Por primera vez, se muestra el modelo matemático del crecimiento de *P. discolor* lo que permite establecer la proyección de la producción de biomasa forestal con fines energéticos y de conservación con características y objetivos comerciales para su aprovechamiento industrial.



**Fig. 6.** Número de árboles en fase inicial



**Fig. 7.** Dinámica del crecimiento de *P. discolor*

Se determinó que, a partir del sexto año de crecimiento, el árbol alcanza una altura de 25,320 m. y un diámetro promedio del árbol de 19,740 cm. lo que convierte en una fuente de biomasa de 542,180 kg por árbol para la conservación de la misma.

Las curvas de crecimiento del árbol *Piptocoma discolor*, en todas las parcelas estudiadas que describieron una gráfica polinómica de grado dos, demostraron que la velocidad de crecimiento de la especie no tiene un comportamiento lineal.

A partir del sexto año de crecimiento, el árbol de *P. discolor* alcanza una altura de 25,32 m. y un diámetro promedio de 19,74 cm., lo que se convierte en una fuente de biomasa de 542,180 kg por árbol.

Se estableció una dinámica y proyección de crecimiento en el tiempo, dada en cantidad de árboles, altura y diámetro de *P. discolor* que sientan las bases para una futura estrategia de manejo integral de la especie en la Amazonía ecuatoriana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA MIRELES, M., CARRILLO ANZURES, F., DELGADO, D. y VELASCO BAUTISTA, E., 2014. Establecimiento de parcelas permanentes para evaluar impactos del cambio climático en el Parque Nacional Izta-Popo. *Revista mexicana de ciencias forestales* [en línea], vol. 5, no. 26, pp. 06-29. [Consulta: 21 septiembre 2018]. ISSN 2007-1132. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-11322014000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-11322014000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- AGUIRRE MENDOZA, Z. y LEÓN, N.A., 2009. Conocimiento inicial de la fenología y germinación de diez especies forestales nativas en El Padmi, Zamora Chinchipe. *revista CEDAMAZ (Centro de Estudios y desarrollo de la amazonia y docente Investigador de la Universidad Nacional de Loja)* [en línea], pp. 1-6. Disponible en: [http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-9-5/8\\_articulo\\_de\\_investigacion\\_-\\_63\\_-\\_72\\_c2.pdf](http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-9-5/8_articulo_de_investigacion_-_63_-_72_c2.pdf).
- AKCA, A., 1993. *Forrest inventory*. Alemania: Institut for Forsteinrichtung and Ertragskunde. Universidad de Gottingen.
- CAMACHO, P. y MURILLO, O., 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. *Agronomía Costarricense* [en línea], vol. 21, no. 2, pp. 189-206. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v21n02\\_189.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_189.pdf).
- CANCINO, C. y O, J., 2012. *Dendrometría básica* [en línea]. S.l.: Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. [Consulta: 21 septiembre 2018]. ISBN 978-956-8029-67-8. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/407>.
- ERAZO, G., IZURIETA, J.C., CRONKLETON, P., LARSON, A.M. y PUTZEL, L., 2014. El uso de pigüe (*Piptocoma discolor*) por los pequeños productores de Napo, Ecuador: Manejo sostenible de una especie pionera de madera para los medios de vida locales. [en línea], [Consulta: 29 agosto 2018]. DOI <https://doi.org/10.17528/cifor/004424>. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/93755>.
- HERNÁNDEZ BENALCÁZAR, H., GAGNON, D. y DAVIDSON, R., 2015. Crecimiento y producción inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana de estados sucesionales diferentes. *Quito: UCE* [en línea], pp. 1-7. [Consulta: 30 agosto 2018]. ISSN 1390 - 8928. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5149>.
- IMAÑA, J. y ENCINAS, O., 2008. *Epídometria Forestal* [en línea]. Brazilia, Brasil: Universidade de Brasilia, Departamento de Engenharia Florestal. ISBN 978-85-87599-31-5. Disponible en: [http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9740/1/LIVRO\\_EpidometriaForestal.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9740/1/LIVRO_EpidometriaForestal.pdf).
- INAMHI, 2015. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Ecuador. [en línea]. [Consulta: 30 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>.

- LUCAS HERGUEDAS, A.I., DEL PESO TARANCO, C., RODRÍGUEZ GARCÍA, E. y PRIETO PANIAGUA, P., 2012. *Biomasa, combustibles y sostenibilidad* [en línea]. S.l.: Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. ITAGRA.CT. [Consulta: 26 noviembre 2017]. ISBN 978-84-931891-5-0. Disponible en: <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>.
- MAE, 2014. Plan Nacional de Restauración Forestal. [en línea]. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador. Disponible en: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlanRF.pdf>.
- MERA, G.A., 2015. *Mapa de la cobertura vegetal del cantón Mera*. 2015. S.l.: Autor.
- MERINO CASTILLO, J.P., 2011. *Estudio Económico de dos formas de aprovechamiento forestal del pigue (pollalesta discolor) en el cantón Mera, provincia de Pastaza* [en línea]. Tesis Ingeniero Forestal. Ecuador, Quito: Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Consulta: 21 septiembre 2018]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/749>.
- MÉXICO, C. D. ESTADOS UNIDOS MEXICANOS: SECRETARIA GENERAL DE SERVICIOS PARLAMENTARIOS, 2015. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable* [en línea]. 26 marzo 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 22 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC036056/>.
- RODRÍGUEZ LAGUNA, R., 2009. GUÍA DE DENSIDAD PARA *Pinus montezumae* EN SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN NATURAL EN EL ESTADO DE HIDALGO. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO. ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA FORESTAL* [en línea], pp. 17. [Consulta: 21 septiembre 2018]. Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI\\_IntGenAmb/Rodri\\_Laguna/1.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/1.pdf).
- ROMAHN CARLOS, F., R.H., 1973. *Dendrometría*. México: Universidad Autónoma de Chapingo División de Ciencias Forestales.
- SAJDAK, M. y VELAZQUEZ-MARTI, B., 2012. Estimation of pruned biomass form dendrometric parameters on urban forests: Case study of *Sophora japonica*. *Renewable Energy* [en línea], vol. 47, pp. 188-193. [Consulta: 30 agosto 2018]. ISSN 0960-1481. DOI 10.1016/j.renene.2012.04.002. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148112002388>.
- SANTILLÁN PÉREZ, J., 1986. *Elementos de dasonomía* [en línea]. México: Chapingo, Méx.: División de Ciencias Forestales. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bosque.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=005313>.
- SPITLER, P., 1995. *Guía técnica para el inventario rápido de bosques secundarios en la zona norte de Costa Rica*. Costa Rica: COSEFORMO.

VALLEJO, 1982. *Estudio de la factibilidad económica especie forestal del Pigüe.*  
Ecuador: Hacienda en Pastaza.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-  
NoComercial 4.0 Internacional.  
Copyright (c) Juan Elías González, Alexa Papue, Víctor González, Adriana Borja,  
Deny Oliva