

ECOLOGIA Y CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pavon) Steudel, PAUTAS PARA SU MANEJO EN BOSQUES INUNDABLES DE LA AMAZONÍA PERUANA

Juan BALUARTE VÁSQUEZ¹, Juan Gabriel ÁLVAREZ GONZÁLEZ²

- 1 Consultor Independiente. Urb. César Calvo de Araujo A-10, San Juan Bautista, Loreto, Perú. E-mail: jbaluarte@hotmail.com
- 2 Escuela Politécnica Superior de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela. 27002. Lugo, España. E-mail: juangabriel.alvarez@usc.es

RESUMEN

Terminalia oblonga “yacushapana” es una especie comercial que ocurre en los bosques del llano aluvial inundable de la Amazonía peruana. Este documento presenta las características ecológicas y proporciona información que puede utilizarse para el manejo de esta especie. Fueron analizados datos sobre diámetro a la altura del pecho (DAP) de 171 árboles provenientes de nueve parcelas permanentes de muestreo, observándose hasta 19 plantas/ha y áreas basales cercanas a 1 m²/ha. El período de fructificación coincidió con la inundación anual, no obstante, se encontró escasa regeneración natural (1-3 plantas/ha) en un período de tres años. El incremento anual medio y el incremento anual máximo, alcanzan su máximo valor de 12 y 17.3 mm/año, en la clase diamétrica de 45-50 y 15-20 cm, respectivamente. Tomando como base ambos incrementos, el tiempo necesario para que un árbol alcance diámetros > 55 cm DAP, es de 119 y 70 años, respectivamente. Basado en factores de competencia entre árboles, el modelo de crecimiento ajustado, indica que la tasa máxima de crecimiento anual es 1.44 cm, 0.89 cm y 0.35 cm para árboles con baja, media y alta competencia, lo que ocurre cuando los árboles cuentan con DAP muy próximos que oscilan desde 42.44, 41.89 y 41.35 cm, respectivamente; sin embargo, el tiempo que requiere un árbol para obtener dichos diámetros es muy variable entre 46.59, 75.44 y 190.84 años, respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Ecología y crecimiento, *Terminalia oblonga*, Amazonía peruana

ECOLOGY AND DIAMETER GROWTH OF *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pavon) Steudel. GUIDELINES FOR MANAGEMENT OF FLOOD PLAIN FORESTS IN THE PERUVIAN AMAZON

ABSTRACT

Terminalia oblonga “yacushapana” is a commercial species that occurs in alluvial flood plain forests of the Peruvian Amazon. This paper describes the ecological characteristics and provides useful information for the forest management of this species. We analysed the diameter at breast height (DBH) of 171 trees sampled in nine permanent forest plots. We found up to 19 trees per hectare and circa of 1 m² ha⁻¹. The fruiting period coincided with the annual flooding, however, poor natural regeneration (1-3 plants/ha) was found in a period of three years. The comparison of the observed diameters at different time measurements indicates values of 12 and 17.3 mm/year for the average annual diameter increment and the maximum annual diameter increment, respectively, corresponding to the diameter classes of 45-50 and 15-20 cm, respectively. Based on the reported increments, the time necessary for a tree to reach a diameter greater than 55 cm, will range from 119 to 70 years, respectively. Taking into account the estimations of the adjusted model, the maximum annual growth increment is 1.44 cm, 0.89 cm and 0.35 cm for trees with low, medium and high competition, corresponding to diameters of 42.44, 41.89 and 41.35 cm, respectively. However, the time required to reach such diameters is highly variable with values of 46.59, 75.44 and 190.84 years, respectively.

KEYWORDS: Ecology and growth, *Terminalia oblonga*, Peruvian Amazon

INTRODUCCIÓN

Una gran cantidad de especies son extensivamente extraídas de los bosques del llano inundable de la Amazonía peruana con diferentes fines maderables y no maderables. Lo cierto es que estos bosques están dentro de los más importantes abastecedores de madera en la región, lo cual probablemente se deba a su acceso relativamente fácil, bajos costos de extracción y una moderada abundancia de especies valiosas (Nebel, 1999). La continua extracción de las especies valiosas causa la disminución de las poblaciones naturales y el empobrecimiento de los bosques, esta situación ha acentuado la necesidad de introducir el manejo de los bosques del llano inundable, lo que requiere entre otras cosas, de información actualizada sobre los fundamentos ecológicos y crecimiento de los árboles. El conocimiento sobre la ecología y desarrollo de estas especies de valor comercial es de vital importancia como fundamento de un manejo inteligente.

Terminalia oblonga es una especie que se distribuye a lo largo y ancho de los trópicos de Latinoamérica, en el Perú se encuentra entre 0-3000 m, en los departamentos de Amazonas, Huanuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali (Brako & Zarucchi, 1993).

En estado adulto los árboles crecen hasta alcanzar alturas de más o menos 35 m y 100 cm de diámetro. Presenta fuste cilíndrico; hojas simples, alternas, espiraladas y agrupadas en la parte terminal de las ramas. Es una especie hermafrodita cuyas espigas axilares miden entre 12-15 cm de largo; el fruto es una sámara transversalmente elíptica, de 30-50 por 20-25 mm, con 2 alas membranáceas, relativamente pequeñas, diseminadas por el viento (Kroll *et al.*, 1994).

Terminalia oblonga está considerada como esciófita parcial, soporta condiciones de sombra pero requiere luz directa para su crecimiento, por su temperamento de buscar el estímulo (la luz), desarrolla ramas torcidas entre los claros del dosel, especie de lento crecimiento en condiciones naturales (Kroll *et al.*, 1994). La germinación se inicia a partir de 24 días y a los 100 días de siembra alcanza 10 cm de altura (Masson & Ricse, 1977). En la llanura aluvial bien drenada de Colombia, a los 3 años de edad crece a razón de 3.25 m/año en altura y 3.86 cm/año en diámetro a distanciamiento de siembra de 3 x 3 m (Caycedo & Poel, 1988).

En el bosque natural de la llanura aluvial de Jenaro Herrera, *Terminalia oblonga* alcanzó un incremento medio y máximo anual por clases diamétricas de 9 mm/año y 29 mm/año, respectivamente; mientras que el modelo de

crecimiento desarrollado reporta que el diámetro óptimo de aprovechamiento se presenta cuando los árboles cuentan con 50 cm de DAP e incremento medio de 4.3 mm/año a la edad de 175 años (Nebel & Baluarte, 2000).

El tronco recién cortado presenta albura de color crema y duramen marrón pálido, seca al aire la albura se torna de color amarillo pálido y el duramen marrón amarillento. *Terminalia oblonga* posee una madera pesada (densidad de 0.73 g/cm³) y resistencia mecánica mediana. Debido a su dureza, grano entrecruzado y contenido de sílice, es recomendable utilizar sierras estelitadas para el aserrío de la madera. La madera al secarse al aire presenta contracciones lineales bajas y contracción volumétrica estable, también, muestra buen comportamiento al secado artificial con un programa suave para tablas con espesores de dos pulgadas. Tiene buena durabilidad natural, es resistente al ataque de hongos y no requiere preservación. La madera se usa localmente para construcción en general, vigas, columnas, pisos, durmientes, parquet, machihembrados, chapas decorativas y artículos deportivos (Aróstegui, 1975; PROMPEX *et al.* s/f).

Teniendo en cuenta la importancia de la especie, que en menor o mayor medida está considerada como comercialmente valiosa, y la escasez de estudios sobre su desarrollo y producción, el presente artículo aporta información ecológica básica y de crecimiento en diámetro de esta especie forestal del llano inundable que puede resultar de utilidad para un manejo adecuado.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

Terminalia oblonga y otras especies fueron estudiadas teniendo como base los resultados de las parcelas permanentes de muestreo (PPM) establecidas en los bosques del llano inundable de la zona de estudio en Braga-Supay, Lobillo e Iricahua en las cercanías de Jenaro Herrera (coordenadas UTM X -73.650777; Y -4.898929), localizado en el departamento de Loreto, en la selva baja de la Amazonía peruana. Las descripciones de las condiciones especiales del bosque del llano inundable e información detallada de las zonas de estudios son proporcionados por Nebel (1999).

Recolección de datos

En 1993 se registraron todos los individuos iguales o mayores a 10 cm de DAP presentes en nueve PPM de una hectárea cada una, y en 24 subparcelas de 16 x 16 m establecidas en cada PPM

se registraron todos los individuos de sotobosque de más de 1.5 m de altura hasta 10 cm de DAP, las subparcelas cubrieron un área de 0.61 ha. Las nueve parcelas de una hectárea fueron distribuidas con tres parcelas por cada uno de los tres tipos de bosque de llano inundable: restinga alta, restinga baja y tahuampa; mientras que las subparcelas de sotobosque se establecieron solamente en los bosques de restinga.

Todos los individuos se volvieron a medir en 1994, 1995, 1997, 1999 y 2001. A través de una encuesta realizada a los pobladores de Jenaro Herrera, se seleccionaron 21 especies forestales de valor comercial, las mismas que se volvieron a medir en 1998. Los registros incluyeron la medición de DAP, coordenadas y la estimación de la altura total (Nebel, 1999).

En 1996/1997 se establecieron en los bosques de restinga alta del llano inundable PPMs adicionales, formados por 24 transectos de 40 m de ancho por 100 m de longitud (9.6 ha), allí se registraron y monitorearon por un periodo de tres años todos los individuos de especies arbóreas maderables selectas de más de 1.5 m de altura. Los registros incluyeron las mediciones de DAP, coordenadas, proyección de la copa en dos direcciones perpendiculares, las alturas totales y comerciales, además de las observaciones fenológicas (Nebel, 1999).

Procesamiento de datos y variables dasométricas

A continuación se detallan los procedimientos de cálculo empleados para la determinación de las principales variables dasométricas utilizadas en el cálculo de la estructura y los diferentes ajustes para modelizar el crecimiento de *Terminalia oblonga*.

Sección del árbol

La sección de cada árbol se calcula multiplicando su diámetro partido por dos elevado al cuadrado, multiplicado por la constante pi (π).

$$S = \pi \frac{(d)^2}{4}$$

Donde S es la sección de un árbol en metros cuadrados, d es el diámetro del árbol en metros

Área basimétrica

El área basimétrica se calcula trasladando a valores por hectárea la suma de las secciones normales de todos los árboles censados presentes en las parcelas permanentes de muestreo. Este valor

engloba la sección aportada por los pies de diámetro normal de todos los individuos que se encontrasen vivos en el momento de realizar el censo.

$$G = \frac{\pi}{4} \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2 \cdot \frac{10000}{S}$$

Donde G es el área basimétrica (m^2/ha), d_i el diámetro normal, en metros de cada árbol con las características comentadas anteriormente y S la superficie en proyección horizontal de la parcela en m^2 .

Basal area of largest trees - BAL

BAL es la suma de las secciones normales de todos los individuos de *Terminalia oblonga* cuyo diámetro es mayor que el del árbol analizado referido a una superficie de una hectárea.

$$BAL_i = \frac{\pi}{4} \cdot \sum_{j=1}^n d_j^2 \quad \forall d_j > d_i$$

Donde BAL_i está expresado en metros cuadrados y d es el diámetro de los árboles de *Terminalia oblonga* expresado en metros.

Basal área of largest trees modificado – BALmod

$BALmod$ es el cociente entre la suma de las secciones normales de todos los individuos de *Terminalia oblonga* cuyo diámetro es mayor que el del árbol analizado y el área basimétrica total de los individuos de dicha especie, ambos valores referidos a una superficie de una hectárea.

$$BAL\ mod_i = \frac{BAL_i (m^2/ha)}{G (m^2/ha)}$$

Donde $BALmod_i$ es el BAL modificado, BAL_i es el Basal área of largest trees del árbol i -ésimo, G es el área basal la especie, ambos expresado en metros cuadrados por hectárea.

Índice de valor de importancia

El índice valor de importancia (IVI) de la especie se calculó tanto en el estrato superior como en el sotobosque para las parcelas individuales, tipos de bosques, así como para todas las parcelas juntas. El IVI es la suma de las densidades relativas, frecuencias relativas y dominancias relativas de la especie, cuyas fórmulas se presentan a continuación.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número de individuos de la muestra}} \cdot 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{número de unidades muestra que contiene a la especie}}{\text{unidades de muestra para todas las especies de la muestra}} \cdot 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{área basal de la especie}}{\text{área basal total de la muestra}} \cdot 100$$

La suma de los IVIs para todas las especies en un bosque o en un componente del rodal debe ser igual a 300.

Índice de dispersión de los árboles

Se evaluaron los patrones de dispersión de los individuos de *Terminalia oblonga* pertenecientes al estrato superior y sotobosque en los bosques de restinga alta. Con el fin de cuantificar el grado de asociación a diferentes niveles, se calculó el índice de dispersión de Morisita (I_{δ}) para parcelas cuadradas de 5, 10 y 20 m de longitud de lado, mediante la siguiente formula:

$$I_{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^q ni(ni-1)}{N(N-1)} \cdot q$$

Donde: n_1, \dots, n_q son los números de individuos observados en cada q parcela cuadrada y N es el número total de individuos observados. La partida de la aleatorización de las plántulas ($I_{\delta}=1.0$) fue observada con la prueba de F. Asimismo, la distribución de las plántulas en cada tipo de bosque fue examinado usando un cuadrante de 20 m de longitud.

Ajuste del modelo a los datos

A partir de los datos observados de crecimiento en diámetro se ha procedido a ajustar un modelo de crecimiento diamétrico mediante el paquete estadístico SAS STAT™ (SAS Institute, 2004) a una función donde el diámetro de partida y el índice de competencia son las variables independientes:

$$d_2 = d_1 \cdot \exp\left(a_0 + a_1 \cdot \sqrt{d_1}\right)^{(1-BALmod)}$$

Donde d_2 y d_1 son el DAP final y el inicial, respectivamente, expresados en centímetros y BALmod es el cociente entre la suma de las secciones normales de todos los árboles cuyo diámetro es mayor que el del árbol analizado y el área basimétrica total de los individuos, ambos valores referidos a una superficie de una hectárea.

La bondad de ajuste del modelo evaluado se ha basado en el análisis de dos estadísticos obtenidos a partir de los residuos: el error medio cuadrático y el coeficiente de determinación. La precisión del modelo se valora cuando el error medio cuadrático es lo más próximo a cero, mientras que el coeficiente de determinación debe estar lo más cercano a uno. Las expresiones matemáticas de los estadísticos antes comentados son las siguientes:

Error medio cuadrático (EMC):

$$EMC = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - p}$$

Coefficiente de determinación (R^2):

$$R^2 = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \right)$$

Donde $E_i = y_i - \hat{y}_i$ el residuo correspondiente al dato i -ésimo; y_i , \hat{y}_i e \bar{y}_i los valores observados, predichos y promedio, respectivamente, de la variable dependiente; n el número total de datos usados en el ajuste del modelo y p el número de parámetros a estimar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura de la población de *Terminalia oblonga*

En la siguiente sección se presentan los resultados relacionados a la estructura de la población y crecimiento de *Terminalia oblonga*. La densidad y las áreas basales de la especie fueron relativamente altas en los bosques de restinga alta y baja de muy corta inundación, mientras que casi no estuvieron presentes en el tipo de bosque de tahuampa de inundación más prolongada (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución por clase diamétrica de individuos de *Terminalia oblonga* en los bosques de restinga y tahuampa de los llanos inundables

DAP (cm)	Restinga alta		Restinga baja		Tahuampa		Transectos R. Alta	
	Abundancia (Nº pies/ha)	Área basal (m ² /ha)						
0-5	3.26	0.0039	13.02	0.0062	0.00	0.0000	1.98	0.0013
5-10	7.84	0.0413	7.51	0.0353	0.00	0.0000	0.94	0.0043
10-15	2.33	0.0277	1.00	0.0106	0.00	0.0000	0.63	0.0064
15-20	0.67	0.0146	1.00	0.0230	0.00	0.0000	0.10	0.0028
20-25	0.67	0.0230	0.67	0.0246	0.33	0.0127	0.00	0.0000
25-30	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.31	0.0186
30-35	0.67	0.0583	0.67	0.0521	0.00	0.0000	0.31	0.0266
35-40	1.00	0.1099	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
40-45	0.33	0.0518	0.33	0.0442	0.00	0.0000	0.21	0.0290
45-50	0.33	0.0578	1.00	0.1791	0.00	0.0000	0.00	0.0000
50-55	0.67	0.1362	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.10	0.0207
55-60	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
60-65	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
65-70	0.67	0.2378	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.10	0.0395
70-75	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
>75	0.33	0.2240	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.10	0.0564
Suma	18.77	0.9865	25.20	0.3750	0.33	0.0127	4.79	0.2055

Es poco frecuente, para una sola especie de bosques húmedos tropicales, valores de densidad de árboles por hectárea hasta de 19 individuos y áreas basales de hasta más o menos 1 m²/ha, el cual también se reflejó en los altos valores de importancia de la especie registrados en los bosques de restinga (Figura 1). Tanto en el estrato superior como en el sotobosque de restinga alta y baja, la dominancia relativa fue más elevada que la densidad relativa, lo que indica que los árboles de la especie fueron mayores en tamaño que el promedio de los demás árboles en los bosques.

El índice de dispersión de Morisita para los individuos de *Terminalia oblonga* en los estratos superiores y sotobosques de la restinga alta reveló la presencia de una desviación en la dispersión al azar (Figura 2). Una disminución estrecha a exponencial en el índice de dispersión al incrementar el tamaño de la parcela indicó un patrón de “puntos fuentes” con una alta densidad rodeada por individuos disminuyendo exponencialmente en densidad sobre todo en el sotobosque de restinga alta.

Desde el punto de vista de manejo forestal la distribución casi homogénea de los individuos del estrato superior en la restinga alta sugiere la posibilidad de implementar un sistema silvicultural policíclico; mientras que la abundante regeneración posibilitaría el establecimiento de un sistema silvicultural monocíclico que se concentre en la especie. Cualquiera de estas dos alternativas de manejo sería factible, dependiendo de los objetivos

de la empresa. Sin embargo, el sistema policíclico puede ser más consistente con la prestación de muchos otros servicios brindados por los bosques de la llanura aluvial inundable.

Observaciones fenológicas que cubrieron un periodo de tres años, revelan que los árboles muestran un patrón fenológico monomodal de transición, el periodo reproductivo empieza con una defoliación completa de la copa de los árboles, dando paso a la floración que abarca de diciembre a junio, la fructificación es profusa y ocurre de mayo a septiembre, se observaron hasta un 80% de individuos fértiles que superaron el tamaño mínimo registrado para árboles fértiles de 32 cm DAP (Torres, 2001); sin embargo, fue muy bajo el número de plántulas encontradas en los bosques maduros de restinga alta en un periodo de tres años, de 1-3 individuos por hectárea solamente, lo cual indica que la especie no se regenera muy bien en condiciones de poca luz (Nebel & Baluarte, 2000)

Crecimiento de *T. oblonga*

El incremento diamétrico medio anual de los individuos de *Terminalia oblonga* presenta un comportamiento variado en las distintas clases diamétricas, mostrando el valor más alto en la clase diamétrica de 45-50 cm donde alcanza 1.20 cm/año; considerando solamente el incremento diamétrico máximo, los árboles de *Terminalia oblonga* logran 1.73 cm/año de incremento en la clase diamétrica de 15-20 cm (Figura 3).

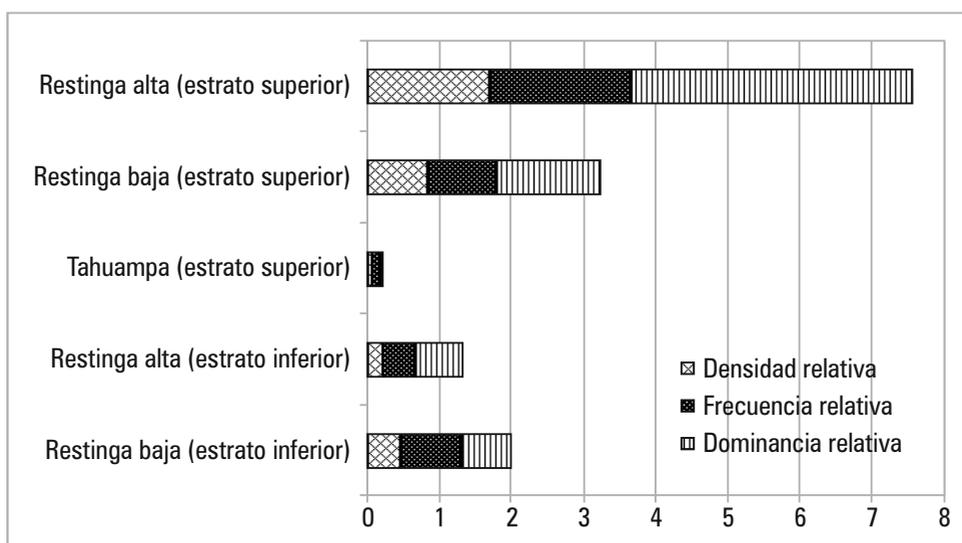


Figura 1. Índice de valor de importancia de *Terminalia oblonga* en el estrato superior y sotobosque en los diferentes tipos de bosques estudiados.

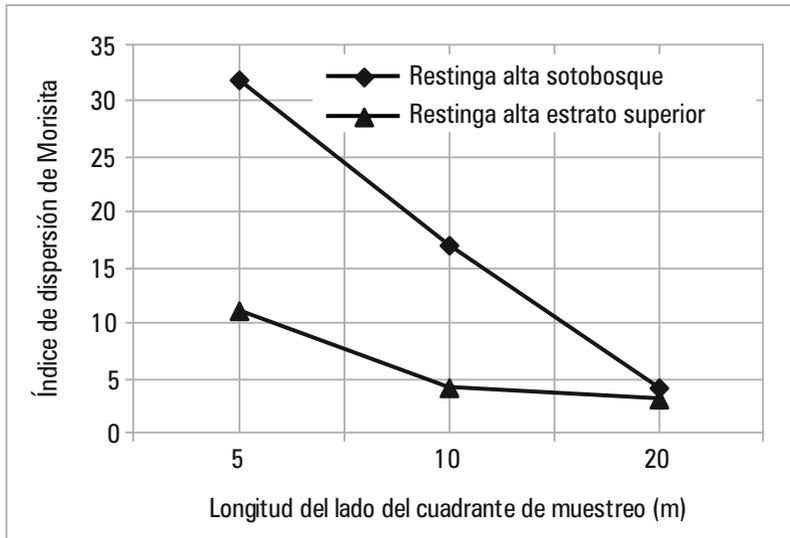


Figura 2. Índice de dispersión de Morisita (I_d) para los individuos de *Terminalia oblonga* en el estrato superior y sotobosque en cuadrantes de diferentes longitudes establecidos en la restinga alta. La abscisa está sobre una escala exponencial de acuerdo al área de la parcela muestra.

Teniendo en cuenta los incrementos anteriores, el tiempo que necesita un árbol de *Terminalia oblonga* para llegar a la clase diamétrica máxima de los árboles registrados en las parcelas de crecimiento (> 55 cm) es de 119 y 70 años, para un crecimiento similar al valor medio y máximo observado, respectivamente (Figura 4).

El modelo de crecimiento diamétrico ajustado mediante el paquete estadístico SAS STAT™ (SAS Institute, 2004) muestra resultados aceptables de ($EMC=0.4617$ y $R^2Adj=0.9988$). Los parámetros estimados resultantes del modelo son:

$$a_0 = 0.129487 \quad y \quad a_1 = -0.01347$$

$$d_2 = d_1 \cdot \exp\left(0.1295 - 0.01347 \cdot \sqrt{d_1}\right)^{(1-BALmod)}$$

Donde d_2 y d_1 son el DAP final y el inicial, respectivamente, expresados en centímetros y $BALmod$ es el cociente entre la suma de las secciones normales de todos los árboles cuyo diámetro es mayor que el del árbol analizado y el área basimétrica total de los individuos, ambos valores referidos a una superficie de una hectárea.

De acuerdo con este modelo de crecimiento el punto máximo en la actual tasa de crecimiento en diámetro anual para los árboles de *Terminalia oblonga* es 1.44 cm, 0.89 cm y 0.35 cm para árboles con baja, media y alta competencia entre pies (valores del $BALmod$ de 0.2, 0.5 y 0.8,

respectivamente), lo que ocurre cuando los árboles cuentan con DAP de 42.44, 41.89 y 41.35 cm, respectivamente; sin embargo, el tiempo que requiere un árbol de *Terminalia oblonga* para alcanzar los diámetros indicados es muy variable, con aproximadamente 46.59, 75.44 y 190.84 años, respectivamente (Figura 5).

Los cálculos del crecimiento por clase diamétrica de *Terminalia oblonga* indicados en la Figura 3, parecen ser una metodología apropiada para representar el crecimiento y rendimiento de esta especie; sin embargo, al compararlo con las predicciones del modelo de crecimiento desarrollado (Figura 5), los resultados del crecimiento por clase diamétrica indican un desarrollo relativamente más rápido; sin embargo, el crecimiento reportado por el modelo en el escenario de baja competencia resulta interesante presentando crecimiento de hasta 1.44 cm/año.

Terminalia oblonga es frecuente en los bosques aluviales de restinga alta y baja de corta inundación; el índice de valor de importancia es, en general, alto comparado con otras especies del llano inundable, los pobladores locales utilizan la madera de *Terminalia oblonga* para construir la base de sus embarcaciones, no obstante, la industria local procesa la madera para pisos, parquet y machihembrados, en las estadísticas oficiales, aparece en el puesto 47 y 31 de madera para aserrío y parquet, respectivamente, explotadas a nivel

nacional (Ministerio de Agricultura, 2012). Esta situación justifica la necesidad de proveer información sobre su ecología y crecimiento, así como para organizar las actividades de extracción.

La abundante generación de semillas y el bajo diámetro de los árboles fértiles permiten deducir que el abastecimiento de semillas no sería un problema para manejar la especie. Los escasos individuos mayores de 1.5 m de altura observados en las subparcelas de restinga alta y baja que han superado las inundaciones anuales y se han consolidado en el sotobosque; podría ser consecuencia de la variación interanual e interdecadal del régimen de lluvias y el nivel del agua de los ríos en la Amazonía señalados por Espinoza *et al.* (2009a); Espinoza *et al.* (2009b) y Marengo (2004), estrategia que podría ser reproducida para manejar esta especie en los bosques inundables.

A fin de incentivar la producción de madera de *Terminalia oblonga*, sería recomendable coleccionar las semillas debajo de los árboles semilleros y criarlos en viveros temporales en terrazas altas, para posteriormente devolverlas al bosque inundable de restinga con tamaños superiores al máximo nivel del río, puesto que la tolerancia a la inundación aumenta con el tamaño de los individuos (Gill, 1970). La aplicación de claros en el dosel superior y plateos alrededor de las plantas, estimularía el crecimiento en diámetro de los brinzales por ingreso de luz y eliminación de la competencia, toda vez que se han reportado importantes incrementos anuales en

diámetro en el escenario de baja competencia entre pies.

Basado en el modelo ajustado para *Terminalia oblonga*, el incremento corriente anual en diámetro en el escenario de media competencia alcanzó valores de 0.254 a 0.896 cm/año para árboles entre 5 a 41 de cm de DAP, lo cual es bajo, comparado con los resultados de Nebel & Baluarte (2000), quienes pronosticaron índices de crecimiento de 0.11 a 1.45 cm/año en árboles de 5 a 50 cm de DAP y relativamente más bajo que el crecimiento medio de 1.286 cm/año alcanzado en plantaciones instaladas con distanciamiento de 3 x 3 m en la llanura aluvial bien drenada de Colombia (Caycedo & Poel, 1988).

El lento crecimiento de *Terminalia oblonga* sugiere la aplicación de tratamientos silviculturales concentrados en la especie, tal y como se propone líneas arriba, el mismo que reduciría el periodo de aprovechamiento de los árboles a 45 años para obtener árboles de diámetros mínimos de corta (40 cm de DAP), tal como se proyecta en el escenario de baja competencia.

Por otro lado, las intervenciones silviculturales a los brinzales de *Terminalia oblonga* trasplantados en la restinga tendría el objetivo de crear las condiciones adecuadas para que se consoliden en el bosque, compatibilizando con las variaciones entre años y décadas del nivel del río, con el objetivo de producir unos diez árboles de buena calidad por hectárea mediante sistemas silviculturales monocíclicos.

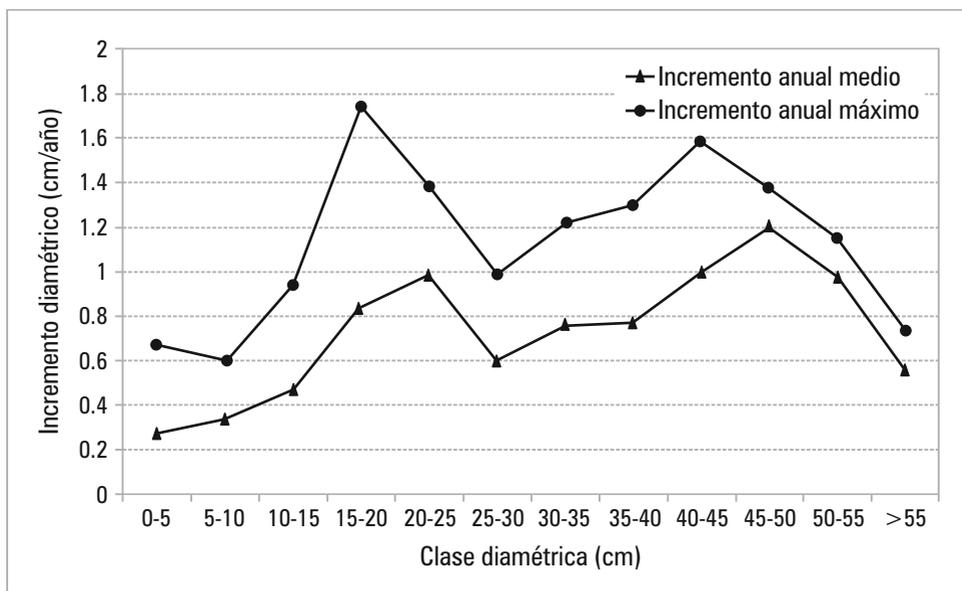


Figura 3. Incremento anual medio y el incremento anual máximo por clases diamétricas de todos los individuos de *Terminalia oblonga*.

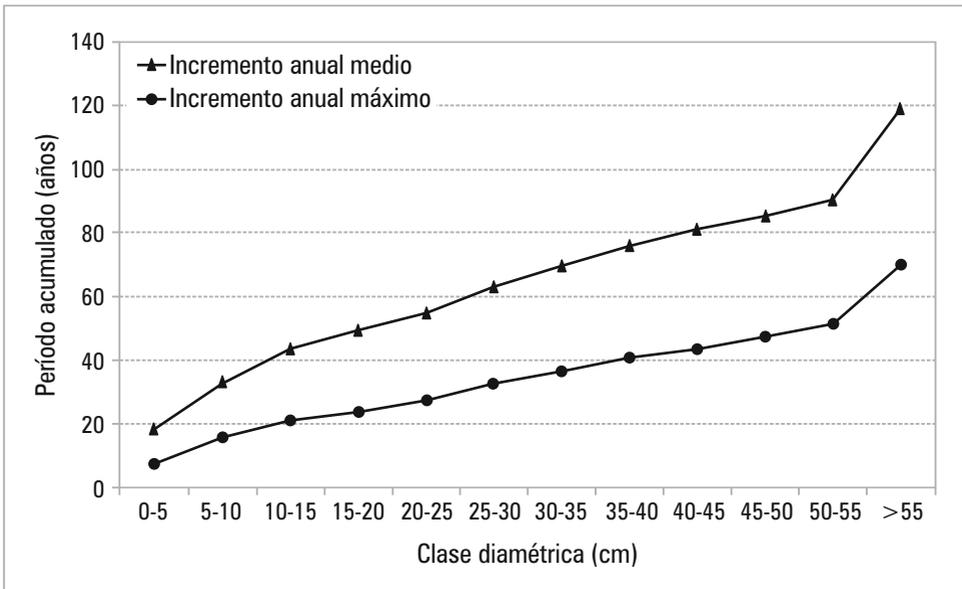


Figura 4. Período acumulado para que un árbol de *Terminalia oblonga* llegue al tamaño máximo de una clase diamétrica teniendo en cuenta el incremento medio anual medio y el incremento anual máximo.

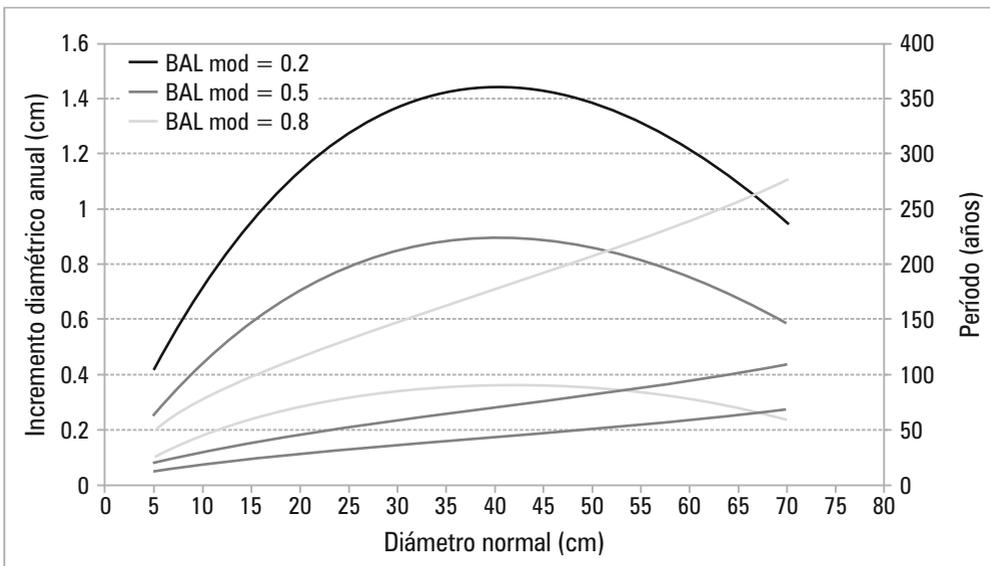


Figura 5. Incremento corriente anual y tiempo acumulado para que un árbol de *Terminalia oblonga* llegue a un cierto diámetro con alta (línea gris tenue), media (línea gris oscura) y baja (línea negra) competencia entre individuos.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP por proporcionar los datos de campo de las parcelas permanentes de muestreo ubicados en el campo experimental del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aróstegui, A. 1975. Características tecnológicas y usos de la madera de 40 especies del Bosque Nacional von Humboldt. *In: Estudios tecnológicos de maderas del Perú (zona Pucallpa)*. Ministerio de Agricultura/ Universidad Nacional Agraria La Molina. V 3, 171pp.
- Brako, L.; Zarucchi, J. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden, Monographs in Systematic Botany, Vol. 45. St. Louis, Missouri, USA. 1286pp.
- Caycedo, H.; Poel, P. Van Der. 1988. Comportamiento de 11 especies forestales en diferentes unidades fisiográficas de la región de Bojaya-Chocó, Colombia. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Serie Técnica N° 27. 35 pp.
- Espinoza, J.C.; Lavado, W.; Ordóñez, J.J.; Fraizy, P.; Guyot, J.L.; Ronchail, J.; Vauchel, P.; Cochonneau, G.; Filizola, N.; Labat, D.; De Olivera E. 2009a. Evolución regional de los caudales en el conjunto de la cuenca del Amazonas para el periodo 1974-2004 y su relación con factores climáticos. *Revista Peruana Geo-Atmosférica* – RPGA, 1: 66-89.
- Espinoza, J.C.; Ronchail, J.; Guyot, J.L.; Cochonneau, G.; Naziano, F.; Lavado, W.; De Oliveira, E., Pombosa, R.; Vauchel, P. 2009b. Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). *Royal Meteorological Society. International Journal of Climatology*, 29: 1574–1594.
- Gill, C.J. 1970. The flood tolerance of woody species – a review. *Forestry Abstracts*, 31(4): 671-688
- Kroll, B.; Nalvarte, W.; MArmillod, D. 1994. Árboles del Perú; especies forestales de Dantas. UNALM. Lima. 148pp.
- Marengo, J. 2004. Interdecadal variability & trends of rainfall across the Amazon basin. *Theoretical & applied climatology*, 78: 79–96.
- Masson, J.; Ricse, A. 1977. Germinación y crecimiento de algunas especies nativas en el vivero del Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Lima, Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/71/551. Documento de trabajo N° 13. 52pp.
- Ministerio de Agricultura, Dirección General Forestal y Fauna Silvestre. 2012. Estadística Forestal del Perú, 2000–2010. Lima. 201pp.
- Nebel, G. 1999. *Ecology and management of flood plain forests in the Peruvian Amazon*. Ph. D. Thesis Royal Veterinary and Agricultural University. Denmark. 179pp.
- Nebel, G.; Baluarte, J. 2000. *Ecología y desarrollo de Hura crepitans L. y Terminalia oblonga (Ruiz Lopez & Pavon) Steudel en bosques del llano inundable de la Amazonía peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Memoria anual 2000. Iquitos, Perú. 10pp.
- PROMPEX, WWF, USAID, INIA, ITTO. S/F. *Maderas del Perú. Proyecto “Promoción de nuevas especies forestales del Perú en el comercio exterior”*. Lima, Perú. 80pp.
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT™. 9.1. User’s Guide. Cary, NC.: SAS Institute Inc.
- Torres, G. 2001. *Avances sobre la fenología de 18 especies forestales en el bosque de la llanura aluvial inundable de Jenaro Herrera*. Documento de Trabajo. IIAP. Iquitos, Perú. 54pp.

Recibido: 22 de setiembre del 2015

Aceptado para publicación: 2 de noviembre del 2015