

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

Dra. Gabriela Orozco Gutiérrez
M en C. Casimiro Ordóñez Prado
Ing. Rogelio Cesar de Lira Fuentes



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Av. Progreso no. 5, Barrio Santa Catarina
Alcaldía Coyoacán, C.P. 04010, Ciudad de México
Centro de Investigación Regional Pacífico- Centro
Campo Experimental Tecomán
Tecomán, Colima, México
Folleto Técnico No. 22 Diciembre 2020
ISBN: 978-607-37-1206-4
Registro de Derecho de Autor: 03-2020-12031182900-01



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno
de México

Ing. Miguel García Winder
Subsecretario de Agricultura

Ing. Víctor Suárez Carrera
Subsecretario de Autosuficiencia alimentaria

Lic. David Monreal Ávila
Coordinador General de Ganadería

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador General de Desarrollo Rural

Lic. Ignacio Ovalle Fernández
Titular del organismo Seguridad Alimentaria Mexicana

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES, FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque
Encargado del Despacho de los Asuntos de la Dirección
General del INIFAP

Dr. José Antonio Cueto Wong
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Dr. Luis Ortega Reyes
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Dr. José Humberto Corona Mercado
Coordinador de Administración y Sistemas

Dr. Dante Schiaffini Barranco
Titular de la Unidad Jurídica

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL PACÍFICO CENTRO

Dr. Juan de Dios Benavides Solorio
Director Regional

Dr. Moisés Alberto Cortes Cruz
Director de Investigación

Lic. Nilda Yadira Ramírez Ruíz
Director de Administración CIR

Dr. Miguel Ángel Manzanilla Ramírez
Director de Coordinación y Vinculación en Colima y
Encargado de la Jefatura del Campo Experimental Colima

**Metodología para la evaluación del
crecimiento inicial de bambú (*Guadua
angustifolia* Kunth) en plantaciones
forestales comerciales**

Dra. Gabriela Orozco Gutiérrez

INIFAP Campo Experimental Tecomán
Investigadora del programa de Plantaciones y
Sistemas Agroforestales

M.C. Casimiro Ordóñez Prado

INIFAP Campo Experimental San Martinito
Investigador del programa de Productor Forestales

Ing. Rogelio César de Lira Fuentes

Consejo Colimense del Bambú A.C.
Vicepresidente

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL PACÍFICO CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL TECOMÁN

Tecomán, Colima, México

Folleto Técnico Núm. 22

Diciembre de 2020

Metodología para la evaluación del crecimiento inicial de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en plantaciones forestales comerciales

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Derechos Reservados ©

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Progreso 5. Barrio de Santa Catarina. Delegación Coyoacán, México, CDMX 04010 Teléfonos: (55) 3971-8700, 01800 088 22 22 conmutador www.inifap.gob.mx. Correo-e: contactenos@inifap.gob.mx

Primera Edición: 2020

Impreso en México

ISBN: 978-607-37-1206-4

Folleto Técnico Núm. 22

Registro de obra: 03-2020-120311182900-01

CAMPO EXPERIMENTAL TECOMÁN

Km. 35 Carretera Colima - Manzanillo. Apartado Postal No. 88. C.P. 28100 Tecomán, Colima. México. 01800 088 22 22 conmutador

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2020 en Impresos Serrano ubicado en Calle Emiliano Zapata 10.Col. San Isidro, Villa de Álvarez, Colima. C.P. 28000, Tel. (312) 314-4085.

Su tiraje consta de 500 ejemplares.

La cita correcta de esta obra es:

Orozco-Gutiérrez G; Ordóñez Prado C y de Lira-Fuentes R.C. 2020. Metodología para la evaluación del crecimiento inicial de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en plantaciones forestales comerciales. Folleto Técnico Núm. 22. INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 26 p.

Tabla de contenido

1. Introducción	5
	6
2. Crecimiento y madurez de <i>Guadua angustifolia</i>	6
3. Sistema de plantación y densidad	9
	9
4. Diseño de sitios de muestreo en plantaciones forestales	9
4.1. Especies arbóreas	12
4.2. Bambú	12
5. Diseño de muestreo de una plantación de bambú	12
5.1. Intensidad de muestreo (IM)	12
5.1.1. Número de sitios (NS)	13
5.1.2. Distancia entre sitios (DS)	13
5.2. Mediciones dasométricas	14
5.2.1. Equipo y materiales	14
5.2.2. Diámetro a la base y diámetro de altura de pecho del culmo	15
5.2.3. Altura de culmos	15
5.2.4. Número de culmos totales	16
5.2.5. Estado de la cepa	17
6. Procesamiento de los datos	18
6.1. Tendencia de crecimiento en diámetro	18
6.2. Tendencia de crecimiento en altura	19
7. Análisis comparativo de costos	20
7.1. Metodología propuesta	20
7.2. Metodología convencional	20
8. Ejemplo práctico	21
9. Conclusiones	23
10. Literatura citada	25
Anexo: Formato para toma de datos dasométricos para la evaluación de plantaciones comerciales de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>)	27

Metodología para la evaluación del crecimiento inicial de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en plantaciones forestales comerciales

1. Introducción

El bambú es un recurso natural renovable de rápido crecimiento, que además es una especie promisoría de alto valor ecológico, económico y social; por lo que se ha convertido en una alternativa rentable para los productores. Los bambúes poseen múltiples usos, tales como la construcción de viviendas, fabricación de muebles, utensilios de cocina, bioenergía, productos textiles, farmacéuticos y alimenticios, es por esta razón que se le conoce como la planta de los mil usos (Clark et al., 2015). De acuerdo a lo anterior, en México, sigue creciendo el interés en el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de bambú, especialmente de la especie *Guadua angustifolia* Kunth. mejor conocida como "el acero verde vegetal". Esta especie de origen sudamericano, es reconocida mundialmente como una de las 20 mejores especies de bambú, debido a sus excelentes cualidades físico-mecánicas. No obstante lo anterior, dentro del manejo silvícola del bambú no existe una metodología para evaluar su crecimiento, ya que normalmente esta especie es aprovechada directamente de los bosques naturales. Por lo que, hasta el momento, no se ha documentado una evaluación de esta especie en México o en algún otro país como plantación forestal comercial. Las técnicas utilizadas en evaluaciones dasométricas de plantaciones comerciales están dirigidas a especies

latifoliadas y coníferas (Benavides *et al.*, 2010), donde la unidad muestral son árboles. Esto implica que se evalúa un solo tallo (tronco), en plantaciones de bambú se evalúa una cepa o macollo. Esta evaluación se complica porque durante los primeros 4 años, una cepa tiene de 10 a 20 individuos (tallos) o más, esto incrementa no solo los costos en el levantamiento de cada sitio, sino también la información dasométrica a obtener. Esto implica que en especies arbóreas se deben de evaluar de 20 a 30 individuos por sitio de muestreo, mientras que en una evaluación de bambú, si se usara el mismo tamaño de sitio, se tendrían que evaluar de 400 a 500 culmos (tallos). Debido a esto, se propone un método de evaluación para bambú donde se incluyen desde el muestreo, hasta la evaluación de características dasométricas cuantitativas, sin perder confiabilidad estadística, reduciendo el tiempo en la toma de datos. Con base a esto, se pueden generar modelos de crecimiento para predecir si las cepas llegarán o no, a la madurez en un tiempo promedio o serán más tardías.

2. Crecimiento y madurez de *Guadua angustifolia*

La especie *G. angustifolia* tiene un comportamiento de crecimiento muy particular ya que el conjunto de tallos (culmos) se van amacollando conforme los rizomas van emergiendo. De esta forma, de un tallo de la planta inicial (chusquín madre), se generarán brotes más gruesos que el progenitor. En el caso de *G. angustifolia*, una vez que la planta ha llegado a tener varios hijuelos, ésta empieza su proceso exponencial de crecimiento. En la Figura 1 se describen las partes que conforman una planta de bambú o cepa, desde los brotes nuevos, un brote

en crecimiento y la apertura de las hojas caulinares del mismo para comenzar el proceso de maduración. Así como sus nombres según la posición a lo largo del tramo (cepa, basa, sobrebasa y varillón). Se muestra como es el desarrollo de las hojas que componen el follaje que en su conjunto forman la copa. Finalmente un corte esquemático de uno de sus nudos indicando características de interés del mismo entre cada entrenudo.

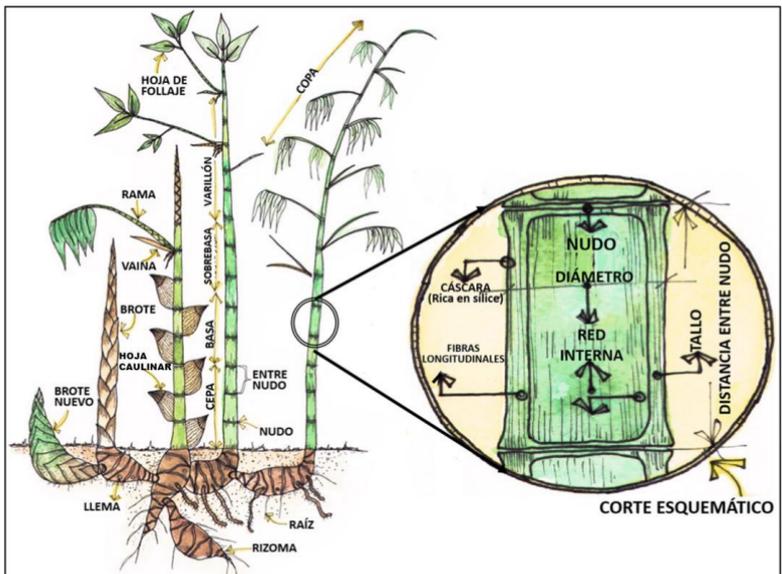


Figura 1. Crecimiento de una planta de bambú y la descripción de las partes que la conforman (Orozco y Jiménez, 2018).

En la Figura 2 se observan cepas de la especie *G. angustifolia* en una plantación comercial en sus tres primeros años, donde la diferencia de biomasa aérea, número de tallos, altura y diámetros van en aumento conforme pasan los años.



Figura 2. Cepas de bambú *G. angustifolia* en una plantación a la edad con etapas de crecimiento A) 1 año, B) 2 años y C) 3 años ubicada en el Remudadero, municipio de Comala, estado de Colima.

3. Sistema de plantación y densidad

El sistema de plantación recomendado para el cultivo del bambú es en **marco real**, con una densidad de siembra en plantaciones de *G. angustifolia* es de **400 cepas/ha** que corresponde a un espaciamento medio de **5 x 5 m**. En la Figura 3 se muestra un ejemplo.

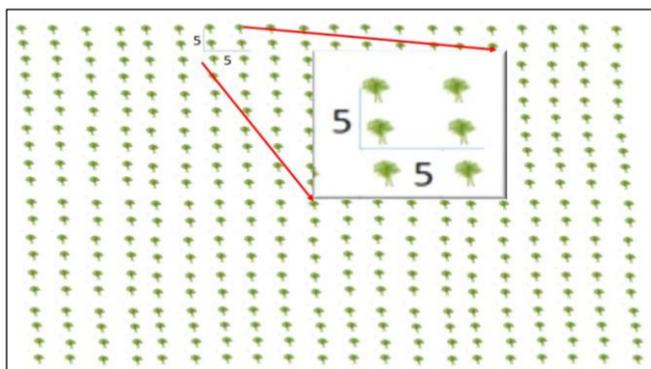


Figura 3. Diseño de la plantación en marco real de una hectárea de *G. angustifolia* (400 cepas) establecida a un espaciamento de 5 x 5 m.

4. Diseño de sitios de muestreo en plantaciones forestales

4.1. Especies arbóreas

Con base a estudios estadísticos realizados por Torres y Magaña (2001) el tamaño del sitio de muestreo está determinado por el espaciamento de la plantación y de las variables a estimar, dichos autores sugieren un máximo de 30 árboles/sitio para que la inferencia estadística sea robusta. Se muestra un ejemplo tomando en cuenta las consideraciones de (Benavides et al., (2010);

Orozco et al., 2010; Muñoz et al., 2009; Benavidez, 2007 y Forte, 2005). Esto es, teniendo como base 500 árboles/ha, se debe muestrear 20 árboles por sitio circular de 11.28 m. Para esta metodología se toma como árbol número uno el localizado en la parte central y posteriormente con ayuda de una brújula se inicia el marcado del arbolado hacia el norte (Figura 4).

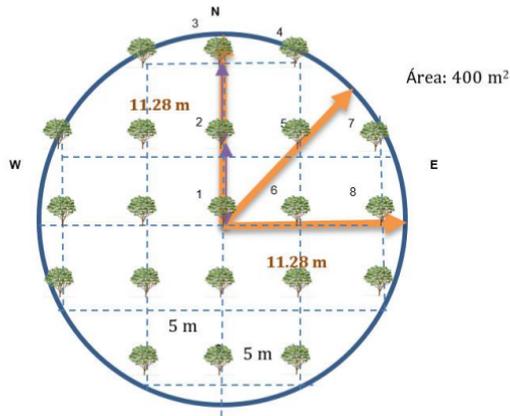


Figura 4. Conformación de un sitio de muestreo para especies arbóreas latifoliadas y coníferas considerando tamaño, a marco real con un espaciamiento de 5 x 5 m.

En esta figura las flechas de color naranja señalan la dirección del muestreo (sentido de las manecillas del reloj, esto es de izquierda a derecha), siempre iniciando del centro del sitio de muestreo hacia arriba tal como lo indica la numeración. Mientras que las flechas color morado indican el espaciamiento entre árboles

4.2. Bambú

Debido a que las especies arbóreas como las coníferas tienen un patrón de crecimiento muy

distinto al bambú, si se utilizará la misma metodología para plantaciones de especies forestales., la cantidad de datos a inventariar sería excesiva. Esto es debido a que el bambú crece en cepas o macollos, con múltiples individuos de distintas clases diamétricas o tamaños descrito en el apartado 2. Por lo tanto, los sitios de muestreo para bambú *G. angustifolia* deberán de ser de **forma rectangular** con una superficie de **75 m² útiles**. Donde las flechas color morado establece un espaciamiento entre cada cepa (5 x 5 m). Cada sitio estará conformado de tres plantas y/o cepas numeradas de forma ascendente, comenzando con la cepa que se encuentra en la parte más baja, después se coloca una estaca marcada con color, señalando cada una de las plantas para identificar los sitios permanentes dentro de la plantación (Figura 5).

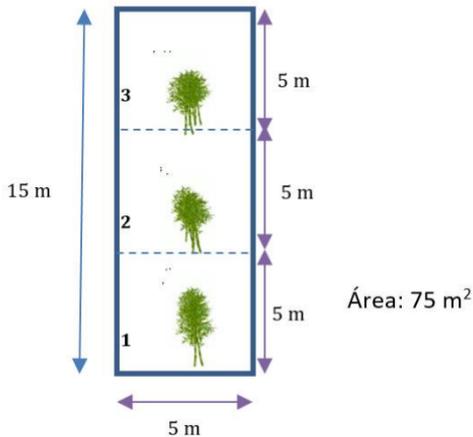


Figura 5. Conformación de sitio de muestreo propuesto para plantaciones de bambú *G. angustifolia*.

El objetivo es medir las variables indicadoras de crecimiento de cada cepa o macollo en su conjunto para tener un tamaño muestral más elevado, que permita disminuir la variabilidad natural que presenta la especie debido a su hábito de crecimiento.

Las plantaciones forestales comerciales de bambú *G. angustifolia* reflejan grandes diferencias en el diámetro en la base de los hijuelos y número total de brotes. También existen otros factores que permanecen más homogéneos como la altura y que se utilizan para definir el tamaño óptimo para cada sitio.

5. Diseño de muestreo de una plantación de bambú

El muestreo recomendado es sistemático no probabilístico el cual consiste en ubicar los sitios en forma mecánica y en intervalos previamente establecidos, por medio de la distancia entre sitios establecida por la fórmula (2). Posteriormente se establece en un croquis las distancias conocidas tanto en hileras como en columnas.

5.1. Intensidad de muestreo (IM)

Las intensidades de muestreo para plantaciones más comúnmente utilizadas son de acuerdo al número de hectáreas (Cuadro 1) (Benavides *et al.*, 2010). En el cuadro anterior es muy notorio que entre más pequeña es la plantación aumenta la intensidad de muestreo.

Cuadro 1. Intensidad de muestreo para plantaciones (adaptado de Benavides et al., 2010)

Hectáreas	Intensidad de muestro %	Núm. de sitios	Distancia entre sitios (m)
0 a 3	2.5	3.3	54.8
3.1 a 6	2	2.66	61.3
6.1 a 10	1.5	2	70.71
10.1 a 20	1.0	1.33	86.71
20.1 a 50	0.75	0.99	100
> de 50	0.5	0.66	122.54

Después de identificar la intensidad de muestreo según la cantidad de hectáreas de la parcela a evaluar se determina la cantidad de sitios y la distancia entre sitios.

5.1.1. Número de sitios (NS)

El número de sitios para una plantación de bambú *G. angustifolia* se determina por la siguiente fórmula:

$$NS = \frac{ST}{AS} IM \quad (1)$$

Donde:

ST= Superficie total de la plantación en m²

AS= Área del sitio de muestreo en m² (tamaño de sitio)

IM= Intensidad de muestreo en decimales

5.1.2. Distancia entre sitios (DS)

Para determinar la distancia entre sitios, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$DS = \sqrt{\frac{ST}{NS}} \quad (2)$$

Dónde:

ST= Superficie total en m²

NS= Número de sitios (NS)

5.2. Mediciones dasométricas

5.2.1. Equipo y materiales

Antes de iniciar con las mediciones dasométricas, se requiere del equipo y materiales necesarios para la brigada de campo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Equipo y materiales necesarios para la toma de datos y su utilidad.

Equipo y materiales	Utilidad
Estadal o clinómetro	Altura de bambúes > 1 m
Flexómetro	Altura de bambú < 1 m
Brújula	Orientación (N, S, E y O)
Equipo de geoposicionamiento global (GPS)	Establecer la posición en coordenadas de latitud y longitud de la parcela y de cada sitio de muestreo
Vernier o pie de rey	Diámetro a la base y a la altura de pecho
Cinta diamétrica	Medición de distanciamiento entre sitios o si no se cuenta con vernier también se pueden usar para la medición de diámetros.
Machete o guadaña	Limpieza en caso de requerirla
Lápiz y tabla rígida con los formatos necesarios (Anexo)	Toma de datos de campo
Estacas	Marcado de cepas de sitios de muestreo
Camisa de manga larga, botas, guantes y lentes de protección	Por seguridad y para evitar mordeduras, pinchazos, rasgaduras etc.

Posteriormente, con el formato (Anexo A) para registro de información se anotan los datos generales de la plantación.

5.2.2. Diámetro a la base y diámetro de altura de pecho del culmo

Con la ayuda de un vernier a décimas de centímetro se realizan las mediciones donde para determinar el diámetro a la base del culmo a 0.30 m del suelo y el diámetro a la altura de pecho (DAP) a 1.30 m del suelo (Figura 6). Estas mediciones se realizan a cada uno de los culmos o tallos presentes en cada cepa seleccionada en cada sitio, independientemente del color, tamaño y madurez (Anexo).

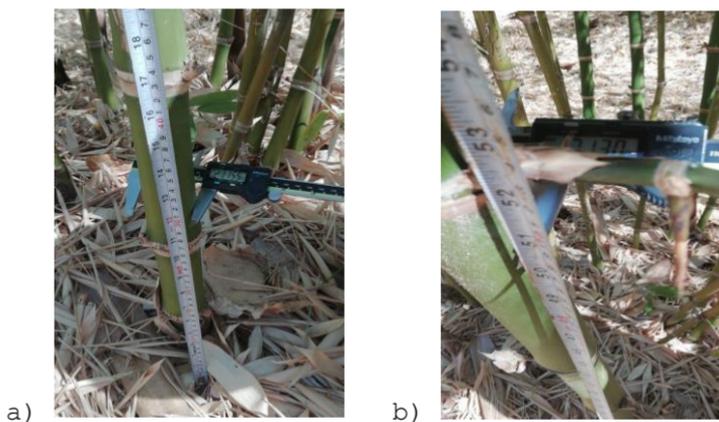


Figura 6. Determinación en campo de diámetros a) diámetro a la base del culmo a 0.3 m y b) diámetro de altura de pecho a 1.3 m en un culmo a 3 años de la plantación de *G. angustifolia* (Guajardo, 2017).

5.2.3. Altura de culmos

Con ayuda de un estadal se mide la altura total de cada uno de los culmos de cada cepa. En el caso de que uno o varios culmos sean brotes nuevos, no serán considerados por este parámetro, ya que aún no culmina su crecimiento en altura. La medición se realizara colocando el estadal desde la base hasta la punta, el resultado es en metros (Figura 7) (Anexo).



Figura 7. Medición de alturas de cada culmo con el uso del estadal de 7 m.

5.2.4. Número de culmos totales

El conteo de número de culmos o tallos se refiere a la cantidad total de tallos presentes en cada cepa, la cual se obtiene al terminar las mediciones individuales de diámetros y altura (Anexo)



Figura 8. Ejemplo del número de culmos presentes en una cepa

5.2.5. Estado de la cepa

Describir si la cepa evaluada está viva, muerta, desaparecida o cortada (Anexo).

6. Procesamiento de los datos

Los datos se pueden capturar en un procesador de datos como Excel®, y los análisis estadísticas pueden realizarse en paquetes estadísticos como R

o SAS, o en el mismo Excel. La información a obtenerse es supervivencia (relación de cepas vivas o muertas), valores medios de diámetros, alturas y número de tallos.

Una vez obtenidos los datos promedio se comparan con la gráfica de tendencias de crecimiento promedio en diámetro y altura obtenida en plantaciones de *G. angustifolia* del primero al séptimo año de edad (Figura 9 y 10).

6.1. Tendencia de crecimiento en diámetro

El aumento en diámetro (DAP) es evidente conforme pasan los años. Hay que sustituir el valor medio en diámetro en la figura 9 para evaluar dicho indicador. Se observa que a partir del cuarto año se tienen culmos con diámetros comerciales de aproximadamente 5 cm (Figura 9).

Cabe mencionar que el crecimiento en diámetro observado en bosque natural de *G. angustifolia* no es mayor de 20 cm, por lo que llega un momento (después del año 8) que los nuevos brotes no superan este grosor y la recta se estabiliza.

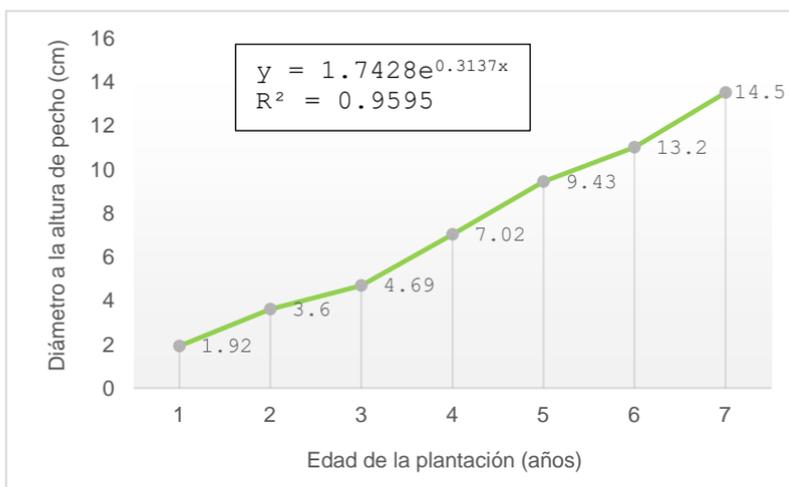


Figura 9. Tendencia de crecimiento en diámetro a la altura de pecho de plantaciones de bambú (*Guadua angustifolia*) durante 7 años. Se muestra el valor de R^2 y la ecuación de la recta.

6.2. Tendencia de crecimiento en altura

El aumento en altura es evidente conforme pasan los años. Hay que sustituir el valor medio en altura en la figura 10 para evaluar dicho indicador. Cabe mencionar que la altura total que alcanza *G. angustifolia* en bosque natural no es mayor a 30 m. La altura comercial es variable ya que depende de lo pida el cliente, desde 1 hasta 6 metros.

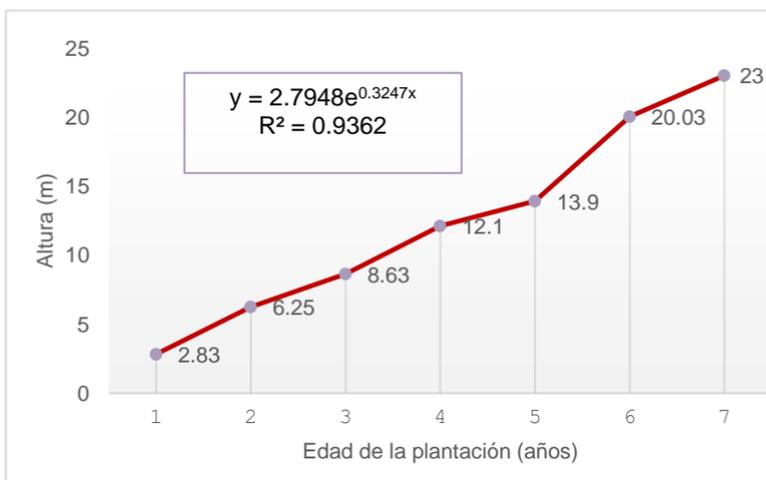


Figura 10. Crecimiento promedio en altura de plantaciones de bambú (*Guadua angustifolia*) durante 7 años de vida. Se muestra el valor de R^2 y la ecuación de la recta.

7. Análisis de costos

Para apreciar las bondades de la metodología propuesta, a continuación se hace un análisis comparativo entre los costos de la metodología convencional y los costos al usar la metodología propuesta para la evaluación de una plantación forestal comercial de bambú (*Guadua angustifolia*).

7.1. Metodología propuesta

El número de tallos, tiempo y costo aproximado por realizar la metodología de evaluación propuesta en este folleto por cada sitio de 75 m², se muestra en la Figura 11.

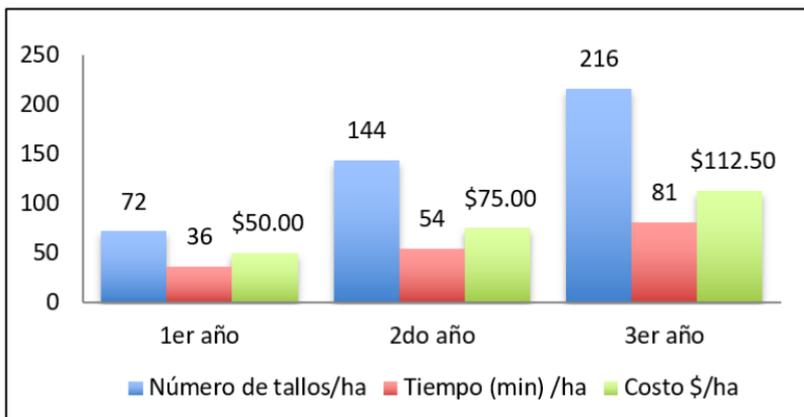


Figura 11. Número de tallos, tiempo y costo aproximado durante la evaluación dasométrica de la plantación de bambú a los primeros 3 primeros años de la plantación en un sitio de 75 m².

7.2. Metodología convencional

El número de tallos, tiempo y costo aproximado por realizar la metodología convencional de evaluación usada para especies arbóreas por cada sitio de 400 m², utilizando bambú se muestra en la Figura 12.

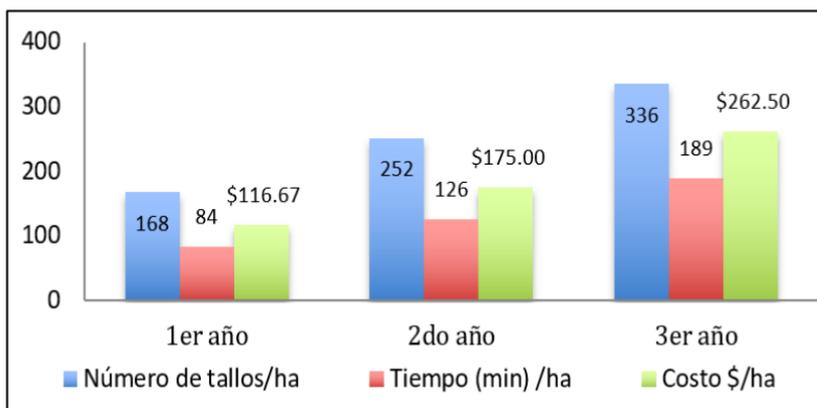


Figura 12. Número de tallos, tiempo y costo aproximado durante la evaluación dasométrica de la plantación de bambú a los primeros 3 primeros años de la plantación en sitios de 400 m².

Dado lo anterior, las ventajas de la metodología propuesta son notorias respecto a los tres parámetros analizados. Existe un 45.24% menos **brotos** que evaluar con la metodología propuesta en una hectárea con respecto a la metodología convencional. En cuanto al **tiempo**, hay una reducción del 57.14% que la convencional. A su vez representa un ahorro del 57.06 % para el productor.

8. Ejemplo práctico

Con el propósito de ilustrar el proceso y la secuencia para la evaluación de una plantación de bambú, a continuación se ejemplifica un caso práctico.

Un productor tiene una plantación de **1 hectárea** (10,000 m²) de *G. angustifolia* de 2 años de edad, en un sistema en marco real a 5 x 5 m. Esto es 400 cepas o plantas de bambú/ ha. Según el Cuadro 1,

la **intensidad de muestreo** para realizar una evaluación dasométrica de 0 a 3 ha es del 2.5%. Por lo tanto el **número de sitios** sería:

$$NS = \frac{ST \text{ (superficie total en m}^2\text{)}}{AS \text{ (tamaño de sitio de muestreo m}^2\text{)}} IM \text{ (Intensidad de muestreo en decimales)}$$

$$NS = \frac{10,000 \text{ m}^2}{75 \text{ m}^2} 0.025$$

$$NS = \underline{\underline{3.3 \approx 3}} \text{ sitios de } 75 \text{ m}^2 \text{ por hectárea}$$

Ahora, para saber la **distancia entre cada sitio** sugerida entre sitios se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$DS = \sqrt{\frac{ST \text{ (Superficie total en m}^2\text{)}}{NS \text{ (Número de sitios)}}$$

$$DS = \sqrt{\frac{10,000}{3}}$$

$$DS = \underline{\underline{54.8 \text{ m}}}$$

De tal manera que para ubicar 3 sitios de muestreo de 75 m² en un croquis de la plantación a evaluar se debe de realizar de acuerdo a la figura 13 tomando en cuenta el distanciamiento sugerido y evitando la elección de sitios de muestreo en las orillas de la plantación para evitar el "efecto de orilla".

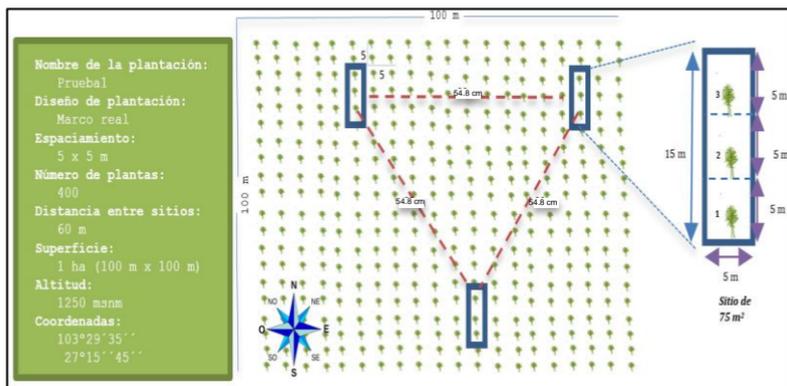


Figura 13. Ejemplo de croquis de la plantación: diseño del muestreo, ubicación y tamaño de sitios de muestreo (rectángulo azul) según el ejemplo correspondiente a una hectárea.

CONCLUSIONES

En este folleto, el diseño de una plantación, muestreo y definición de sitios son etapas importantes para la evaluación de una plantación de bambú. El productor necesita de herramientas que le proporcionen información con validez estadística que le permitan tomar las acciones necesarias para el manejo y cuidado de las plantaciones. El crecimiento tan particular ya mencionado en este folleto, hace que esta metodología sea exclusiva para bambú. En este folleto se explican las diferencias entre el método convencional para especies arbóreas y para bambú. Con sitios rectangulares de 75 m², se logra una reducción en costo y tiempo mayor del 50% con respecto a la metodología sugerida en este folleto. Con esta metodología se facilita la toma de datos y la evaluación de plantaciones forestales comerciales de bambú *G. angustifolia*.

LITERATURA CITADA

- Benavides S. J de D; Rubio C. E.A y Rueda S. A. 2010. Manual para toma de datos de plantaciones forestales. Folleto Técnico Núm. 11. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIRPAC, INIFAP, Guadalajara, Jalisco, México. 50 p.
- Benavidez U. G. 2007. Crecimiento en altura y diámetro de seis especies tropicales en una plantación experimental, La Huerta, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de La Costa Sur. División de Desarrollo Regional. Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco. 61 p.
- Clark G. L., Londoño X., Ruiz-Sánchez E. 2015. Bamboo taxonomy and habitat. The plant its uses, Walteer Liese Michel Kähl esitor. 342 p DOI: 10.1007/978-3-319-14133-6
- Forte C. R. 2005. Evaluación dasométrica de cuatro especies tropicales en una plantación experimental en Tecomán, Colima, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Las Agujas Zapopan, Jalisco, México. 81 p.
- Guajardo G.E.A. 2017. Caracterización dasométrica de tres plantaciones de bambú *Guadua angustifolia* Kunth., en Comala, Colima. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. Facultad de Biotecnología. 64 p.
- Mellado, B. J. A. 2018. Muestreo Sistemático. Departamento de Estadística y Cálculo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. Pp. 24-30. <http://www.uaaan.mx/~jmelbos/muestreo/muapul.pdf>
- Muñoz F.H.J., Coria A. V.M., García J. S.J., y Che B. M. 2009. Evaluación de una plantación de tres especies tropicales de rápido crecimiento en Nuevo Urecho, Michoacán. Cien. For. En Méx. 34 (106):61-87.

- Orozco G. G., Muñoz F. H. J., Benavides S.J. de D., Rubio C.E.A., Chávez D.A y Xelhuantzi C. J. 2010. Evaluación de plantaciones forestales comerciales tropicales en el estado de Colima. Folleto Técnico Núm. 22. SAGARPA. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México. 53 p.
- Orozco G. G., Guajardo G.E.A. y De Lira R. R. C. 2018. Caracterización dasométrica de tres plantaciones de bambú *Guadua angustifolia* en Colima, México. In The 11th World Bamboo Congress. Xalapa, Veracruz.
- Ramírez, D. M. 2011. Metodología para realizar y presentar los informes de sobrevivencia inicial (ISI) de las plantaciones forestales comerciales (Aspectos técnicos). Comisión Nacional Forestal.
- Torres R.J.M y Magaña t. 2001. Evaluación de plantaciones forestales. Ed. Limusa- Noriega Editores. México D. F. 472 p.

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN
REGIONAL PACÍFICO CENTRO**

Dr. Juan de Dios Benavides Solorio
Director Regional

Dr. Moisés Alberto Cortes Cruz
Director de Investigación

Lic. Nilda Yadira Ramírez Ruíz
Director de Administración

Dr. Miguel Ángel Manzanilla Ramírez
DICOVI y Jefe del Campo Experimental Tecomán

**Personal Investigador
Campo Experimental Tecomán**

Dr. Mario Orozco Santos	Frutales
Dr. José Joaquín Velázquez Monreal	Frutales
M.C. Manuel Silva Luna	Pastizales y cultivos forrajeros
M.C. Alejandro Yáñez Muñoz	Carne de rumiantes.
Ing. Marcelino Álvarez Cilva	Caña de Azúcar
M.C. Manuel de Jesús Bermúdez G.	Biotecnología
M.C. Silvia Heréndira Carrillo Medrano	Frutales
M.C. Jeovani Francisco Cervantes P.	Caña de Azúcar
M.C. Karina de la Paz García Mariscal	Bioenergía
M.C. José Concepción García P.	Fertilidad de suelos
M.C. Rosa Martínez Pamatz	Fertilidad de suelos y nutrición
M.C. Rubén Arreola Ortega	Arroz
Dr. Héctor Miguel Olivares Soto	Frutales
M.C. Nayeli Sarahi Quiñones Islas	Bioenergía
Dra. Altagracia Reyes Castillo	Caña de azúcar
Dr. Juan Eduardo Murillo Hernández	Entomología
Dra. Gabriela Orozco Gutiérrez	Plantaciones y Sistemas agroforestales

En el proceso editorial de la presente publicación participó el siguiente personal:

COORDINADORES DE LA INFORMACION

Juan de Dios Benavides Solorio
Moisés Cortes Cruz
Dr. Miguel Ángel Manzanilla Ramírez

REVISIÓN TÉCNICA

Ing. Jesús Muñoz Flores
Dr. José Germán Flores Garnica

EDICIÓN

Dra. Gabriela Orozco Gutiérrez

DISEÑO Y FORMACIÓN

Dra. Gabriela Orozco Gutiérrez

FOTOGRAFÍAS

Dra. Gabriela Orozco Gutiérrez

Código INIFAP

MX-0-310602-23-05-28-09-22

Para mayor información escriba, llame o acuda al:

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL
PACÍFICO CENTRO/INIFAP**

Interior del Parque Los Colomos S/N
Colonia Providencia
Guadalajara, Jalisco, México
CP. 44660
Teléfono: 800 088 22 22 Ext. 84704

CAMPO EXPERIMENTAL TECOMÁN. CIRPAC. INIFAP

Kilómetro 35 Carretera Colima-Manzanillo
Tecomán, Colima, México
C.P. 28100
Teléfono: 800 088 22 22 Ext. 84335



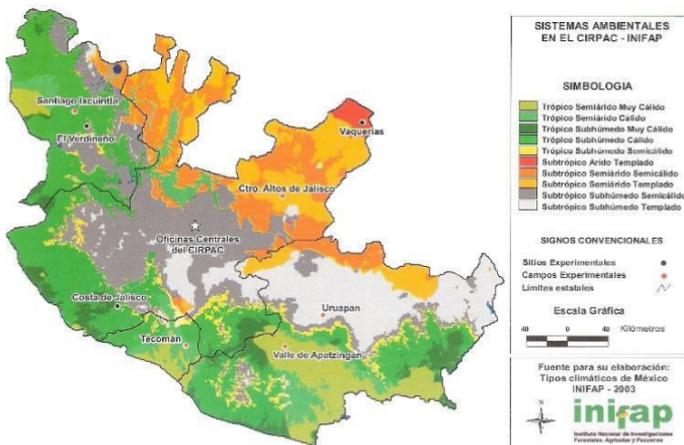
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL PACÍFICO CENTRO (CIRPAC)

El CIRPAC comprende los cuatro Estados del Pacífico Central de la República Mexicana, que son Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit. Estos en su conjunto abarcan una superficie de 154,364 km², que representan 7.5 % de la superficie nacional. En esta región viven 12,235,866 habitantes (INEGI, 2005), correspondiendo más de la mitad de ellos al Estado de Jalisco. Un 42.6 % de la Región Pacífico Centro es apta para la ganadería; 34.56 % tiene vocación forestal y 22.84 % comprende terrenos apropiados para las actividades agrícolas. La Región Pacífico Centro, posee una gran variedad de ambientes, que van desde el templado subhúmedo frío, hasta el trópico árido muy cálido. En la figura abajo se muestra la distribución de los ambientes en la Región Pacífico Centro. Los sistemas productos más relevantes para la Región Pacífico centro y para los que el CIRPAC realiza investigación y transferencia de tecnología son: aguacate, limón, mexicano, mango, agave tequilana, aves-huevo, porcinos-carne, maíz, bovinos-leche, melón, maderables, pastizales y praderas, sorgo, caña de azúcar, bovinos-carne, no maderables, garbanzo, copra, bovinos-doble propósito, sandía, plátano, frijol, papaya, durazno, guayaba y ovinos-carne. El CIRPAC atiende las demandas del sector en investigación, validación y transferencia de tecnología, a través de cinco campos experimentales estratégicos, tres sitios experimentales y una oficina regional en la Cd. de Guadalajara, Jalisco. La ubicación de campos y sitios experimentales se muestra abajo.



Esta obra se terminó de imprimir en los
talleres gráficos de la imprenta:

Impresos Serrano
Gral Emiliano Zapata No. 10
Col. San Isidro, Col.
Villa de Álvarez, Colima

Tiraje de 500 ejemplares
Diciembre del 2020

Impreso en México

Printed in Mexico



www.gob.mx/inifap

El bambú es un recurso natural renovable de rápido crecimiento, es una especie promisoriosa de alto valor ecológico, económico y social; y se ha convertido en una alternativa rentable para los productores. En México, sigue creciendo el interés en el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de bambú, especialmente de la especie *Guadua angustifolia* mejor conocida como "el acero verde vegetal". Esta especie de origen sudamericano es reconocida mundialmente como una de las 20 mejores especies de bambú, debido a sus excelentes cualidades físico-mecánicas. No obstante lo anterior, dentro del manejo silvícola del bambú no existe una metodología para evaluar su crecimiento, ya que normalmente esta especie es aprovechada directamente de los bosques naturales. Por lo que, hasta el momento, no existe una metodología de evaluación dasométrica de esta especie en México o en algún otro país como plantación forestal comercial. Las técnicas utilizadas en evaluaciones dasométricas de plantaciones comerciales están dirigidas a especies latifoliadas y coníferas, donde la unidad muestral son árboles. Esto implica que se evalúa un solo tallo (tronco), en plantaciones de bambú se toma como unidad muestral una cepa o macollo. Esta evaluación se complica porque durante los primeros 4 años una cepa tiene de 10 a 20 individuos (tallos) o más, esto incrementa no solo los costos en el levantamiento de cada sitio, sino también la información dasométrica a obtener, sin perder confiabilidad estadística, reduciendo el tiempo en la toma de datos.

